

# GÓNDOLA

## ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL. 17 NÚM. 1  
ENERO - ABRIL DE 2022



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

VOL. 17 NÚM. 1 ENERO - ABRIL 2022 • ISSN: 2346-4712 • e-ISSN: 2665-3303

GÓNDOLA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS





## UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

### **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**

Volumen 17-Número 1  
enero - abril de 2022

Revista cuatrimestral  
Facultad de Ciencias y Educación  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia

e-ISSN 2346-4712  
ISSN 2665-3303

### **Editora en Jefe**

Olga Lucía Castiblanco

### **Dirección editorial**

Grupo de Investigación:  
*Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)*

### **Apoyo gestion OJS**

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

### **Corrección de estilo**

Olga Lucía Castiblanco

### **Diseño y diagramación**

Diego Fabian Vizcaino

### **Impresión**

Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.

### **Fotografía portada**

Crédito: Diego Vizcaino



**Revista Góndola, Enseñanza y  
Aprendizaje de las Ciencias**

## **EQUIPO EDITORIAL**

Ph.D. a Lucía Castiblanco Abril  
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,  
Colombia*  
*Editora en jefe*  
Ph.D. Diego Fábian Vizcaíno  
*Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia*  
*Editor de contenidos*

MSc. Wilmar Francisco Ramos  
Lic. Sandra Mendez  
Lic. David Sanabria  
MSc. Liz Ledier Aldana  
Lic. Xavier Salinas  
*Equipo Técnico Editorial*

## **COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL**

Ph.D. Agustín Adúriz Bravo  
*Universidad de Buenos Aires, Argentina*

Ph.D. Alvaro Chrispino  
*Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca, Brasil*

Ph.D. Antonio García Carmona  
*Universidad de Sevilla, España*

Ph.D. Deise Miranda Vianna  
*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*

Ph.D. Eder Pires de Camargo  
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita  
Filho, Ilha Solteira, Brasil*

Ph.D. Eduardo Fleury Mortimer  
*Universidade Federal de Minas Gerais, Belo  
Horizonte, Brasil*

Ph.D. Edwin Germán García Arteaga  
*Universidad del Valle, Colombia*

Ph.D. Eugenia Etkina  
*Rutgers University, EE. UU.*

Ph.D. Jorge Enrique Fiallo Leal  
*Universidad Industrial de Santander, Colombia*

Ph.D. Nicoletta Lanciano  
*Sapienza Università di Roma, Italia*

Ph.D. Roberto Nardi  
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita  
Filho, Bauro, Brasil*

Ph.D. Silvia Stipcich  
*Universidad Nacional del Centro de la Provincia de  
Buenos Aires, Argentina*

## **COMITÉ EVALUADOR**

Dr. Ana Paula Speck Feijo  
*Universidade Federal de Rio Grande (FURG), Brasil*

Mg. Claudia Patricia Romero Arias  
*Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.*

Mg. Dannia Rojas  
*Institución Educativa Las Villas, Colombia.*

Dra. Mercè Izquierdo Aymerich  
*Universitat Autònoma de Barcelona, España*

Dr. Edwin Mosquera Lozano  
*Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.*

Dr. Javier Aguirregabiria Barturen  
*Universidad de Deusto. España.*

Dra. Fábio Ramos da Silva  
*Instituto Federal do Paraná, Campus de Foz de  
Iguaçu, Brasil*

MSc. Felipe Cadavid Giraldo  
*Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.*

Mg. Gloria Patricia Ramirez  
*Secretaria de Educación, Bogotá, Colombia.*

Dr. João Paulo de Menezes  
*Universidade de Brasília, Brasil.*

Mg. Jorge Enrique Cano Molina  
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,  
Bogotá, Colombia*

PhD. José María Marcos-Merino  
*Universidad de Extremadura, España.*

Dr. Ligia Nathalya Garzon Tovar  
*Universidad Nacional de Colombia.*

Mg. Luciana Caixeta Barboza  
*Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM),  
Brasil*

Dra. Maria Beatriz Ferreira Leite  
*PUC-Campinas, Brasil*

Mg. Maria Helena Ochoa  
*Secretaria de Educación, Bogotá, Colombia*

PhD. Marisol SantaCruz  
*Universidad del Valle. Cali, Colomba*

PhD. Mayara de Carvalho Santos  
*Instituto Butantan: Sao Paulo, São Paulo, Brasil*

Mg. Quelen Espindola  
*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia  
do Estado do Ceará, Brasil*

PhD. Thiago Silveira  
*Universidad Federal Rural de Pernambuco, Brasil*

PhD. Walter F. Castro G  
*Universidad de Antioquia (UdeA), Colombia*

Mgs. Zaida Mabel Angel Cuervo  
*Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.s*



# Contenido

## EDITORIAL

- Reflexiones sobre algunas problemáticas de la formación de profesores de ciencias naturales 5  
Reflections on some problems in the sciences teachers training  
reflexões sobre alguns problemas na formação de professores de ciências  
*Olga Lucía Castiblanco Abril*

## HISTORIAS DE VIDA

- Interview with dr. Ole Skovsmose 8  
Entrevista con dr. Ole Skovsmose  
Entrevista com dr. Ole Skovsmose  
*Olga Lucía Castiblanco Abril*

## ARTÍCULOS

- Ciência e literatura: análise de um poema de gedeão para o ensino de Física à luz da 14  
interdisciplinaridade e da teoria bakhtiniana  
Science and literature: analysis of a poem by gedeão for physics teaching from interdisciplinarity and  
the bakhtinian theory  
Ciencia y literatura: análisis de un poema de gedeão para la enseñanza de la física a la luz de la  
interdisciplinarietà y la teoría bakhtiniana  
*Maria Da Conceição De Almeida Barbosa Lima y Giselle Faur De Castro Catarino\**

- Impacto de los nuevos entornos educativos virtuales derivados de La covid-19 en el dominio afectivo 30  
de los futuros docentes para el aprendizaje de las ciencias  
Impact of the new virtual educational environments derived from covid-19 on the affective domain of  
future teachers for science learning  
Impacto dos novos ambientes educacionais virtuais derivados da covid-19 no domínio afetivo dos  
futuros professores para a aprendizagem de ciências  
*Miriam Andrea Hernández-Barco, Elena Bravo Lucas, José María Marcos-Merino y Florentina  
Cañada Cañada*

- Concepção de professores dos anos iniciais sobre a natureza da ciência e atividades experimentais 45  
Conception of elementary school teachers about the nature of science and experimental activities  
Concepción de los docentes de educación primaria sobre la naturaleza de la ciencia y las actividades  
experimentales  
*Geovana Luiza Kliemann, Maria Madalena Dullius e Italo Gabriel Neide*

- Linguagem metafórica nos discursos de divulgação em ciência e tecnologia em youtube: o caso do 59  
canal manual do mundo  
Metaphorical language in science and technology discourse on youtube channels: the case of the  
world manual channel  
Discursos del lenguaje metafórico en ciencia y tecnología en el canal de youtube: el caso de canal  
manual del mundo  
*Hellen Luyza Fernandes Cardoso Y Saulo César Seiffert Santos*

- A importância do modelo de monocamada lipídica da membrana Plasmática de archaea para o 74  
ensino de biologia celular no Brasil  
The importance of a lipid monolayer model of archaeal membrane to cell biology courses in Brazil  
La importancia del modelo de monocapa lipídica de la membrana plasmática de archaea para la  
enseñanza de la biología celular en Brasil  
*Andrey Do Nascimento Vieira , Alice Sampaio Barreto Da Rocha Y Manuel Gustavo Leitão Ribeiro*



# Contenido

|  |     |
|--|-----|
| Steam en educación primaria, ¿es posible?<br>Steam in primary education, it is possible?<br>Steam no ensino primário, é possível?<br><i>Francisco Javier Robles-Moral, María Del Mar Mendoza-Martinez, e Ignacio Vélez-Garcerán</i>  | 90  |
| Concepciones de ciencia y su enseñanza en docentes rurales no licenciados en el área bajo el modelo escuela nueva<br>Conceptions of science and its teaching in non-licensed rural teachers in the area under the escuela nueva model<br>Concepções de ciência e seu ensino em docentes rurais não formados na área sob o modelo escola nova<br><i>Richar Gregorio Blanquicet Macea, Fredy Adrián Ramírez Narváez, y Natalia Ramírez Agudelo</i> | 105 |
| Aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales de $2 \times 2$ con apoyo del software ardora<br>Learning systems of linear equations $2 \times 2$ using the software ardora<br>Aprendizagem de sistemas de equação linear $2 \times 2$ baseado no software ardora<br><i>Ana Yaquelinne Palacios Granados, José Francisco Villalpando Becerra, y Rafael Pantoja Rangel</i>  | 122 |
| Sentidos da docência: um estudo de caso junto ao pibid e licenciandos/ as em física<br>Meaning of teaching: a case study close to pibid and pre-service physics teachers<br>Sentidos de la docencia: un estudio de caso con pibid y estudiantes de licenciatura en física<br><i>Franciele Gonçalves De Oliveira, y Fernanda Keila Marinho Da Silva</i>   | 138 |
| Diversificação de estratégias didáticas para ativar e manter o interesse em aulas de química<br>Diversification of teaching strategies to activate and maintain interest in chemistry classes<br>Diversificação de estratégias didáticas para ativar e manter o interesse em aulas de química<br><i>Jesus Cardoso Brabo, y Elzeni Oliveira Da Silva</i>  | 153 |
| La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico<br>The strategy of writing to learn: the case of chemical equilibrium<br>A estratégia de escrever para aprender: o caso do equilíbrio químico<br><i>Lucy Margoth Ortiz Cáceres, y Boris Fernando Candela Rodriguez</i>   | 168 |
| Modelagem matemática como instrumento pedagógico no ensino médio integrado em administração<br>Mathematical modeling as a pedagogical tool in administration integrated high school<br>Modelaje matemático como instrumento pedagógico en la escuela integrada de administración<br><i>Flavio Fernandes, y Vitor José Petry</i>  | 184 |
| Reseña, libro: manual para docentes y estudiantes bisoños, avezados, o procrastinadores: leer, escribir e investigar con apoyo de las tic<br><i>Olga Lucía Castiblanco Abril</i>   | 201 |
| Guía para autores.   | 205 |



## EDITORIAL

### REFLEXIONES SOBRE ALGUNAS PROBLEMÁTICAS DE LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS NATURALES

### REFLECTIONS ON SOME PROBLEMS IN THE SCIENCES TEACHERS TRAINING

### REFLEXÕES SOBRE ALGUNS PROBLEMAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

**Olga Lucía Castiblanco Abril\***

El principal objetivo de participar en un proceso educativo es crecer como personas y como sociedad. En este sentido, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales se deberían planear buscando contribuir al desarrollo del estudiante, lo que llevaría a disminuir la problemática de que en muchos casos el aprendizaje de las Ciencias Naturales consiste en memorizar leyes y ecuaciones. No se está diciendo que este mal este ejercicio en sí mismo, la problemática radica cuando el aprendizaje se reduce a dicha actividad.

Tal como lo ha mostrado ampliamente la comunidad mundial de investigadores del área de la enseñanza en las últimas décadas; la profesión de enseñar Ciencias Naturales, es mucho más compleja que transmitir conocimientos sintetizados. Sin embargo, como sociedad no hemos logrado transformar la realidad educativa que mayoritariamente, al menos en nuestro país, continúa centrada en la transmisión de contenidos. ¿Qué será lo que nos está faltando? Al parecer no sería falta de conocimiento, tampoco falta de intenciones de los profesores ya que muchos manifiestan el deseo de transformar las realidades educativas al mismo tiempo que encuentran argumentos o justificaciones para no poder hacerlo. Seguramente hace falta más voluntad política de diversos actores del sistema educativo, pero también harán falta diversas transformaciones culturales tanto al interior de las instituciones educativas como de la sociedad misma.

Viajando hacia el interior del sistema educativo, mas específicamente, hace falta que los profesores de Ciencias Naturales, especialmente los de física tengan mayor identidad profesional. Esta realidad pone un desafío a las instituciones formadoras de profesores, sobre como reformar la educación que se les ofrece para que se comprendan el rol del profesor de ciencias como motor de transformación social. Frente a esta idea se encuentra una gran diversidad de perspectivas sobre lo que significa “ser un buen maestro”, para algunos grupos se trata de un profesional que hace que sus estudiantes se aprendan “muy bien” los contenidos, para otros se trata de que tenga dominio de grupo, que sea

\* Licenciada en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá-1996), Magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá-2004), Doctora en Educación para la Ciencia de la Universidad del Estado de São Paulo (Brasil-2013). Docente investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [olcastiblancoa@udistrital.edu.co](mailto:olcastiblancoa@udistrital.edu.co) - <https://orcid.org/0000-0002-8069-0704>

innovador para transmitir los conocimientos, le ofrezca buen trato a los estudiantes, contribuya al crecimiento de sus estudiantes, o todas las anteriores. Pero ciertamente, llevar estas perspectivas a la práctica formativa del profesorado, es actualmente todo un desafío.

Desde mi perspectiva, al profesor de física se le debe educar como un profesional, que construye conocimiento específico y ejecuta labores que ningún otro profesional podría desarrollar, ni aún cuando fuese un renombrado científico de la física. El profesor debe identificarse con la función que cumple en la sociedad, que es básicamente ayudar a construir sociedad. ¿Cómo hacer que este profesional de la enseñanza comprenda que ante todo va a trabajar con seres humanos? ¿Que eso lo hace portador de cultura, detonador de transformaciones en las personas, posibilitador del desarrollo de pensamiento crítico y reflexivo de los sujetos y la sociedad? ¿Cómo hacer para que tome conciencia de que su conducta, sus hábitos y sus discursos inciden directamente en la física que enseña?, ¿en el modo como la enseña?, ¿en los fines que se propone?

Una posible respuesta es, haciendo que se ponga efectivamente en el lugar de diversos estudiantes que viven diferentes realidades y que ven al profesor desde una gran variedad de posibilidades, todo en torno al desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, en donde claramente se debe hablar de física, pero no desde el discurso científico establecido, sino desde los discursos contruidos por el profesor, lo cual implica educarlo para la construcción de su propio discurso de la física en ámbitos educativos. Es a esto a lo que hemos llamado la Dimensión Sociocultural de la Didáctica de la Física en formación de profesores. De acuerdo con (Castiblanco, 2013), en la Dimensión Sociocultural se busca educar al profesor para re-conocer el significado de la Enseñanza de la Física en diversidad de contextos, situaciones y niveles educativos. Para ello se acude a conocimientos provenientes de las ciencias sociales y humanas, y se articulan con el conocimiento de la física, orientando la construcción de un discurso propio en torno a la Enseñanza de la Física.

### **Referencia:**

O Castiblanco. “ *Uma estruturação para o ensino da didática da física na formação inicial de professores: contribuições da pesquisa na área*” Bauru: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"; 2013.



## INTERVIEW WITH DR. OLE SKOVSMOSE\*



Por: Olga Lucía Castiblanco Abril\*\*



Foto. Archivo personal Dr. Ole Skovsmose.

**Dr. Ole Skovsmose (OSk):** Professor emeritus at the Department of Culture and Learning at Aalborg University, Denmark. He develops his research from the perspective of critical mathematics education. He studies the political dimension of mathematical knowledge, and analyses the mechanisms of power as related to bringing mathematics in action. His work contributes to developing central concepts of critical mathematics education (landscapes of investigation, mathematics in action, close-ups of students and the ghetto) without forgetting the permanent relationship with its practical possibilities. He has published several books, including *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*, translated into Spanish, *Dialogue and Learning in Mathematics Education* (together with Helle Alrø),

*Traveling Through Education, In Doubt, Critique as Uncertainty, Students' Foregrounds, and Connecting Humans With Equations* (together with Ole Ravn).

### **Olga Castiblanco (OC)**

Doctor of Science Education, and Professor of the Physics Teaching Department in the Faculty of Science and Education, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

**OC:** Dr. Skovsmose, thank you very much for accepting our invitation to this interview for the open access journal *Góndola, Learning, and Teaching Science* of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas in Bogotá, Colombia.

\* Profesor Voluntario Universidade Estadual Paulista Rio Claro SP Brazil. osk@hum.aau.dk <https://orcid.org/0000-0002-1528-796X>

\*\* Licenciada en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá-1996), Magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá-2004), Doctora en Educación para la Ciencia de la Universidad del Estado de São Paulo (Brasil-2013). Docente investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. olcastiblancoa@udistrital.edu.co - <https://orcid.org/0000-0002-8069-0704>



Reading your work, we find your contributions of great value for re-thinking mathematics teaching. Firstly, we would like to know how or why you decided to study the philosophy of mathematics. Many people think that philosophy and mathematics are not related, even among those who work in natural science. But we consider that the critical mathematics education to which you refer leads us to think that doing mathematics is an act *of* humans and *for* humans, with all that this implies, and therefore goes beyond formulating calculations or applying formulas. Is this perspective related to the dimensions that you have characterised for the philosophy of mathematics, from the ontological, epistemic, social, and ethical aspects?

**OSk:** When I was young, I had no intention of becoming a researcher. It was not my ambition. I came from a working class family. My father was a tailor, employed at a workshop for a low salary, and that was it. However, I wanted to become a teacher. I liked working with children, and I was very dedicated to being a coach for young people, my age, playing handball. After I left school, I worked for a couple of years in a land surveyor company before I entered teacher training college. It was not a university study, and at the college we studied all kinds of topics, like religion, mathematics, Danish, everything you need in order to teach. At the college, however, I became interested in philosophy. I read all kinds of philosophy, even if I didn't really understand what I was reading. Anyway, I felt that philosophical topics were important to me. At the college, I was good at mathematics. I was good, but at the level of teaching basic mathematics. Anyway, I got ambitious and wanted to enter university after finishing my teacher training. I was a bit old to do that, but I wanted to go to university. As I had not gone to a gymnasium – which, in Denmark, is a type of school that gives you general access to university – I needed to enter university via my teacher training. As I had specialised in mathematics, I was only allowed to enter university to study this topic, and so I did.

I studied mathematics and was very happy with this. In the evenings, I was teaching mathematics in a school for adults that wanted to do some further study. I was always teaching during university. After three years at the university, a new regulation was implemented that allowed me to also study philosophy. I liked all the topics in philosophy, but I concentrated on the philosophy of mathematics and on the philosophy of logic. During the last years of my university course, I was teaching at a teacher training college. I was dedicated to teaching, and when I finished my course, I wanted to try to get onto a PhD course in mathematics education. During my studies, I had no intention of becoming a mathematician, nor a philosopher. I wanted to become a mathematics educator.

**OC:** It is interesting because it is born as a natural process from genuine interest to achieving adequate results in teaching philosophy and mathematics. I imagine that your students are happy to find a teacher who handles mathematics from a more human perspective, so it's less mechanistic, and links with philosophy. This shows that it is possible to think of mathematics as knowledge made *by* humans and *for* humans. Is this perspective related to the dimensions that it has characterised for the philosophy of mathematics, from the ontological, epistemic, social and ethical aspects?

**OSk:** Yes, I have written the book *Connecting Humans to Equations: A Reinterpretation of the Philosophy of Mathematics* together with my colleague, Ole Ravn, who was previously one of my doctoral students. The book was published in 2019, and here we present a four-dimensional philosophy of mathematics.

First, the two classic dimensions: the ontological and the epistemological, which have been addressed since ancient times. Then we also found it important to include a sociological

dimension. Several researchers have explored this dimension, particularly during the last 30 years. However, during his lectures in the late 1930s in Cambridge, Wittgenstein formulated the idea that mathematics is a social construction, and that mathematical rules can be compared to grammatical rules. Turing was present during these lectures and challenged Wittgenstein's ideas. This challenge was important for Wittgenstein, and forced him to elaborate his conception of mathematics further.

Then comes the ethical dimension of a philosophy of mathematics. This dimension addresses the mathematical formation of society. One can do something through mathematics. I see mathematics as a powerful tool with which one can create wonders, but also horrors, to use a formulation by D'Ambrosio. Mathematics is not a harmless and innocent business, as has sometimes been indicated, for instance, by Hardy in *A Mathematician's Apology*. It is powerful, and you can use it to create many things, or design things, or change things, etc. But what you create is not necessarily wonderful just because it is based on mathematics.

Any kind of action is in need of deep and critical reflection, and this includes mathematics-based action. This is a very important point in formulating an ethical dimension of a philosophy of mathematics. It is important for articulating a critical conception of mathematics. Such a conception forms an integral part of critical mathematics education.

**OC:** This is very interesting; it is about making sense of the use of mathematics in your life. I find these ideas very novel for teachers, because this is a different perspective on the reason why it is important to learn mathematics. This is not just to say "mathematics is everywhere and is used for everything", but to reflect on what are we going to use mathematics for and why. Currently many teachers want to innovate in their teaching, but often do not know how to act, beyond integrating

"attractive tools" into the class. It seems to me that these four dimensions favour the construction of new imaginaries about the teaching of mathematics.

**OSk:** They could do, yes. However, you can look at it differently depending on who you are talking with. You may want to talk with teachers at school, but also with researchers at university. If we talk with university professors, who are presenting mathematics according to tradition, we might observe that they focus on mathematics. All their teaching efforts concentrate on mathematics. They concentrate on making their university students master mathematics. All tests are about something in mathematics, but never about reflections on mathematics. When we talk with university professors about the philosophy of mathematics, we might point out the importance of the ethical dimension.

I think it is important that mathematicians know that they are doing something very powerful, and that mathematics has an impact, or may have an impact, on society through what it might bring us to act out. The idea that mathematics has no utilitarian value, as highlighted by Hardy in *A Mathematician's Apology*, need to be challenged. Hardy argues that mathematics is a purely mental exercise without any practical use. He illustrates his point by referring to the theory of relativity and to number theory. According to Hardy, Einstein's theory of relativity was purely theoretical. It was pure and beautiful mathematics, but had no significant applications. As we now know, Hardy was completely wrong. And he was also wrong with respect to abstract number theory, which has now got important applications in cryptography, and consequently in war technology. In fact, mathematics brought into action might have all kinds of social impacts. It might bring about wonders as well as horrors. It is important that this complexity is addressed in all forms of university education in mathematics. In fact, it is important that it is addressed in any kind of mathematics

education.

**OC:** Yes, I agree. Could you tell us a little about what you define as the banality of mathematics?

**OSk:** The concept of the “banality of mathematical expertise” was created in steps. For many years, I was providing a doctorate course at Alborg University. For some time, I did it alongside Ole Ravn. The students came from different technological disciplines: it could be mathematics, physics, engineering, architecture, medicine. This diversity led us to engage in various reflections. In all the different study programmes, mathematics plays important roles. However, reflections on these roles do not make up any part of the study programmes. The focus in technical disciplines is to be able to *do things by means of mathematics*, rather than to be able to *reflect on what one is doing*. This phenomenon, I refer to as the “banality of mathematical expertise”.

By using this expression, I make an analogy with the notion of the “banality of evil” that was coined by Hannah Arendt. It was coined in her report on the trial of Adolf Eichmann taking place in Jerusalem. During the trial, Eichmann did not appear to be a fanatic Nazi roaring against the Jewish people. Rather, he appeared to be an insignificant administrator. He claimed that he did what he had done because he was obedient and was ordered to do so. He did things, but apparently without reflecting on what he was doing. Doing atrocities without reflecting on what one is doing is what Arendt refers to as the “banality of evil”.

A similar phenomenon occurs with respect to mathematics when people concentrate on doing mathematics without reflecting on what they are doing. This is what I refer to as the “banality of mathematical expertise”. This is, for me, a huge and general problem in mathematical departments the world around. Naturally, there are exceptions. However, in many mathematical departments the study programmes concentrate on mathematics and fail to engage students in reflecting on the

possible impact of mathematics – both wonders and horrors.

**OC:** Oh yeah, I think all of us remember a teacher at the university who filled the board with many formulas, and one was amazed at the professor's knowledge and elegance in talking about mathematics, but nobody understood anything.

**OSk:** Yes, but even if you understood, you might think you were doing mathematics. However, you would not be grasping the possible roles of mathematics. I remember a course that I once followed at the Copenhagen University. It was on topology applied in economy. I was curious to come to know how topology could be applied in economy, but the teacher went to the board and wrote a lot of mathematics in a careful way. In the end he did not relate it to economics. In the next lesson, he continued writing a lot of mathematics in a careful way, and did not talk about economy. But I wanted to know what topology has to do with the conceptualisation of the consumer. I wanted to enter into a discussion of mathematics and economy, and to see how the topics were related. I asked, but the teacher did not understand the question. Then I said: OK, this course is not for me, I can read about topology myself.

**OC:** Dr. Skovsmose, your first published work on critical mathematics education was in 1994. We would like to know what ideas have evolved in your conception of this topic nowadays.

**OSk:** Yes, my conception of critical mathematics education has changed since I published *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education* in 1994. It was the first book I wrote in English. My mother tongue is Danish, and my first articles and books were in Danish. In fact, I had no ambition of working with an international perspective. I was not thinking that way. In the beginning, I did not think of myself as a researcher in mathematics education, but as a reformer of mathematics

education. I tried to contribute to a reform of mathematics education in Denmark. Then, some of my colleagues suggested that I publish something in English. I wrote an article in English which got a positive reaction from researchers outside of Denmark. Then I decided to continue, and the result became *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. I stayed a year in Cambridge – from 1990 to 1991 – drafting the book. Then it took me three more years to revise and improve the manuscript, before it could get published.

This book is based on my work in Denmark and on experiences in neighbouring countries. In a way, it presents a Scandinavian version of critical mathematics education. Because of this book, however, I was invited to become the supervisor for a group of black and Indian students belonging to the first generation of PhD students graduating in South Africa after the apartheid regime had come to an end. I felt very honoured to be invited to become a supervisor for this group. As supervisor, of course, I learned a lot. I remember the first time I came to South Africa – it was just after the academic boycott had ended – they invited me to give lectures around the country. I had prepared myself the best I could in advance, but when I came to interact with people, I realised that I needed to rethink and to revise everything that I had prepared. I needed to think quite differently about mathematics education and about what it could mean to engage in critical mathematics education.

Later on, I visited Brazil, where I live today. I find that the Brazilian context is very different from the Danish context, but also from the South African. This inspired me to develop new ideas about what critical mathematics education could mean. I learn many things every time I study authors from different countries. I learn many things every time I give lectures and interact with people. I always hope to inspire people, and at the same time, I get very inspired by listening to their comments, suggestions, and questions. For more

than 10 years, I have been supervising PhD students here in Brazil. This is a continuous inspiration for developing critical mathematics education further.

**OC:** I agree – in educational matters, culture, context, and people are decisive. Great care must definitely be taken with the way in which one address and organise mathematics education. I have a question: Have you encountered the “banality of mathematical expertise” in different countries?

**OSk:** In this regard, I want to highlight that the school context makes a difference, and this means that the conditions for developing or changing mathematics education must be adapted to the socio-political context. The educational community in Brazil now, for example, is going through a difficult time. It seems more common that teachers get denounced if they move beyond the stipulated curriculum. It might be problematic for a teacher to be innovative and to be involved in critical mathematics education. This was not the case previously. It was not the case in South Africa after the apartheid regime had come to an end, and when I was working there. It was not the case in Denmark. However, the socio-political situations are always changing, and so are the conditions of being involved in critical mathematics education.

At the university level, there are a lot of interactions between departments around the world. For example, mathematics departments in Brazil might be inspired by what is happening in the USA, or in France, or in Italy. The perspective of critical mathematics education might come to make sense in different universities around the world: in India, Czechoslovakia, Russia, Nigeria, Mexico, in many places. When I give lectures about the concerns of critical mathematics education and about the “banality of mathematics expertise”, university students and teachers often recognise that this relates to what they are experiencing in their departments.

**OC:** All right, Dr. Skovsmose. We are very grateful for this opportunity to talk about your work and contribute to giving greater visibility to it, since it is a topic of interest to our society.

**OSk:** Thank you very much for the invitation. It was a pleasure to talk with you.

## BIBLIOGRAPHY

- Skovsmose, O. (2021). A philosophy of critical mathematics education. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, (37).
- Skovsmose, O. (2021). Mathematics and crises. *Educational Studies in Mathematics*. Published online: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10037-0>.
- Skovsmose, O. (2020). Mathematics and ethics. *Qualitative Research Journal*, 8(18), 479-503. Special Edition: Philosophy of Mathematics.
- Skovsmose, O. (2020). Banality of Mathematical Expertise. *ZDM Mathematics Education*, 52(6), 1187-1197.
- Skovsmose, O. (2019). Crisis, critique and mathematics. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, (35).
- Ravn, O. and Skovsmose, O. (2019). *Connecting humans to equations: A reinterpretation of the philosophy of mathematics*. Cham: Springer.
- Skovsmose, O. (2016). What could critical mathematics education mean for different groups of students? *For the Learning of Mathematics*, 36(1), 2-7.
- Skovsmose, O. (2014). *Foregrounds: Opaque stories about learning*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Skovsmose, O. (2014). *Critique as uncertainty*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Skovsmose, O. (2011). *An invitation to critical mathematics education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Skovsmose, O. (2009). *In doubt: About language, mathematics, knowledge and life-worlds*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Skovsmose, O. (2005). *Travelling through education: Uncertainty, mathematics, responsibility*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Alrø, H. and Skovsmose, O. (2004). *Dialogue and learning in mathematics education: Intention, reflection, critique*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Skovsmose, O. (1994). *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.





## CIÊNCIA E LITERATURA: ANÁLISE DE UM POEMA DE GEDEÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA À LUZ DA INTERDISCIPLINARIDADE E DA TEORIA BAKHTINIANA

### SCIENCE AND LITERATURE: ANALYSIS OF A POEM BY GEDEÃO FOR PHYSICS TEACHING FROM INTERDISCIPLINARITY AND THE BAKHTINIAN THEORY

## CIENCIA Y LITERATURA: ANÁLISIS DE UN POEMA DE GEDEÃO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA A LA LUZ DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD Y LA TEORÍA BAKHTINIANA

Maria da Conceição de Almeida Barbosa Lima\* , Giselle Faur de Castro Catarino\*\* 

Cómo citar este artículo: Barbosa Lima, M. C. A. Catarino, G. F. C. (2022). Ciência e Literatura: análise de um poema de Gedeão para o Ensino de Física à luz da Interdisciplinaridade e da Teoria Bakhtiniana. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 14-29. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18244>

### Resumo

Apresentamos neste artigo uma proposta didática para o ensino de Física, tendo como foco a união entre Ciência e Arte, mais especificamente Física e Literatura. Para isso, trabalhamos o Poema para Galileo de António Gedeão em uma disciplina da licenciatura em Física de uma Universidade pública do Rio de Janeiro e realizamos a Análise de Discurso, baseada na perspectiva dialógica bakhtiniana, dos dados coletados via registro escrito dos licenciandos. Baseamo-nos nos conceitos de autor, herói, ouvinte, cronotopo e gênero de discurso de Mikhail Bakhtin para analisar as atividades didáticas que envolveram o poema. Como considerações, apontamos que a apresentação da Física de maneira interdisciplinar com a Literatura, ou com a Arte de maneira geral, possibilita a compreensão da Física como parte da cultura e revela possíveis abordagens com foco na Interdisciplinaridade e na História da Ciência, promovendo a humanização da Ciência e incentivo à reflexão crítica e contínua sobre sua natureza.

**Palabras Clave:** : Interdisciplinaridade. Literatura. Física. Linguagem. Dialogismo.

### Abstract

In this article, we present a didactical proposal for Physics teaching focused on the union between Science and Art, specifically, between Physics and Literature. To do that, we used Galileo's poem, written by António Gedeão, in an undergraduate

Recibido: 9 de julio de 2021; aprobado: 3 de febrero de 2022

\* Doutora em Educação. Professora Titular do Instituto de Física Armando Dias Tavares da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Email: mcablma@uol.com.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1290-0060>

\*\* Doutora em Educação. Professora Adjunta do Instituto de Física Armando Dias Tavares da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Email: giselle.catarino@uerj.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0490-140X>

Physics course in a public University in Rio de Janeiro. We used Bakhtinian Discourse Analysis to study data collected through the students' written reports. To analyze the didactic activities from the poem, we take concepts as author, hero, listener, chronotype, and gender from Mikhail Bakhtin. With this study, we consider that presenting Physics in an interdisciplinary way, with Literature or Art, in general, allows understanding Physics as a part of the culture, and reveals possible approaches that focus on Interdisciplinarity and the History of Science. It promotes the humanization of science and encourages continuous critical reflection about its nature.

**Keywords:** Interdisciplinarity. Literature. Physics. Language. Dialogism.

## Resumen

En este artículo presentamos una propuesta didáctica para la enseñanza de la Física, centrada en la unión entre Ciencia y Arte, concretamente entre Física y Literatura. Para ello, trabajamos en el "Poema para Galileo" de António Gedeão en una materia de la Licenciatura en Física de una Universidad pública de Río de Janeiro, y, realizamos un Análisis de Discurso, basado en la perspectiva dialógica bakhtiniana, a partir de datos recolectados en registros escritos de los estudiantes. Usamos los conceptos de autor, héroe, oyente, cronotopo y género de discurso de Mikhail Bakhtin para analizar las actividades didácticas que involucraron el poema. Como consideraciones finales, señalamos que la presentación de la Física de manera interdisciplinar con la Literatura, o con el Arte en general, posibilita la comprensión de la Física como parte de la cultura y revela posibles enfoques centrados en la Interdisciplinaria y en la Historia de la Ciencia, promoviendo la humanización de la Ciencia y el desarrollo de la reflexión crítica y continua sobre su naturaleza.

**Palavras chave:** Interdisciplinaria. Literatura. Física. Lenguaje. Dialogismo.

## 1. Introdução

O tema Ciência e Arte vem há tempos sendo discutido no sentido de aproximar essas áreas aparentemente desconexas. Ao mesmo tempo, há resultados de pesquisa que indicam ausência de trabalhos na área de Ensino de Física e de Educação, de maneira geral, com foco no desenvolvimento de atividades que tratem da relação entre Física e de Arte (SILVA, 2019; SILVA, REIS, REGO, 2019). C. P. SNOW em 1959 já apontava para a dissociação entre as duas culturas, ciências naturais e os demais campos do conhecimento, enfatizando a distinção e o caráter antagônico, mas, ao mesmo tempo, a necessidade de combater essa divisão.

Hoje, temos, com o manifesto "CiênciaArte™", elaborado por ROOT-BERNSTEIN *et al* (2011 apud ARAÚJO-JORGE *et al.*), a ideia de que só a Arte ou só a Ciência não explicam o mundo. Torna-se, portanto, fundamental agregar as duas áreas do saber.

As atividades integradoras de ciência e arte assumem o pressuposto de que a associação da arte à educação científica possibilitará aos educadores, e aos seus futuros alunos, desenvolver novas intuições e compreensões através da incorporação do processo artístico a outros processos investigativos, bem como construir um discurso interno e público sobre a relação entre arte, ciência, atividades humanas, e tópicos relacionados a atividades multidisciplinares e multiculturais. (Sawada, Ferreira e

De Araújo-Jorge, 2017, p. 172).

REIS, GUERRA, BRAGA (2006), ao questionarem se é possível aproximar esses campos aparentemente distintos, revelam que aproximações entre eles são maiores do que imaginamos. Para eles, as concepções artísticas e científicas são coerentes e levam a interpretações semelhantes no que diz respeito ao funcionamento do universo. “Artistas e cientistas (ou filósofos naturais) percebem o mundo da mesma forma, apenas representam-no com linguagens diferentes” (p. 72). Para exemplificar, apontam ainda grandes nomes que trataram dos dois campos: Brunelleschi, Pisanello, Leonardo, Dürer e até mesmo Galileu.

Uma das possibilidades para aproximar Ciência e Arte que se apresenta na literatura é a perspectiva interdisciplinar (BERNARDES, MACHADO, 2019) para propostas de ensino e pesquisa. Segundo CARNEIRO et al (2018), a discussão sobre interdisciplinaridade vem sendo debatida há algum tempo na área da Educação, gerando reflexões para o Ensino de Ciências.

Sabemos que conceituar a interdisciplinaridade é uma tarefa complexa, uma vez que o próprio sentido da palavra é vago e impreciso, estando ainda por ser inventado (POMBO 1993). Ao analisar a palavra interdisciplinaridade, ASSUMPÇÃO (2013) apresenta o léxico de seus elementos constitutivos:

O termo interdisciplinaridade se compõe de um prefixo – inter – e de um sufixo – dade – que, ao se justaporem ao substantivo – disciplina – nos levam à seguinte possibilidade interpretativa, onde: inter, prefixo latino, que significa posição ou ação intermediária, reciprocidade, interação. Por sua vez, dade (ou idade), sufixo latino, guarda a propriedade de substantivar alguns adjetivos, atribuindo-lhes o sentido de ação ou resultado de ação, qualidade, estado, ou, ainda, modo de ser (Assumpção, 2013, p. 29 e 30).

Outro que chamamos a conversa é ZANETIC que afirma:

(...) é minha convicção de que a física deve participar da formação cultural do cidadão contemporâneo, independente das eventuais diferenças de interesses individuais e das variadas motivações acadêmicas e/ ou profissionais. Meu objetivo cen-

tral é atingir aqueles alunos que, no formato tradicional do ensino, não se sentem motivados ao estudo da física (Zanetic, 2006, p.41).

De acordo com ZANETIC, "uma forma alternativa de ensino, a ponte entre física e literatura pode contribuir para amenizar a crise de leitura na contemporaneidade, cuja solução não pode ficar restrita aos professores de português (2006, p.39)". Entendendo ser importante tratar da aproximação entre Ciência e Arte no ensino de física e, em especial, na formação inicial de professores de física, elegemos a literatura, com o “Poema para Galileu” de Rômulo de Carvalho, nome civil de Antônio Gedeão, para criar essa ponte em uma disciplina do curso de licenciatura em física de uma universidade pública do Rio de Janeiro.

Nosso principal objetivo é discutir possíveis caminhos para ensinar e aprender física, de maneira interdisciplinar, especialmente para alunos universitários, futuros professores de física, de forma que possamos unir a Ciência à Arte, mais especificamente à Literatura, já que não cabe somente aos professores de português a tarefa do incentivo à leitura, que anda se rarefazendo. Para alcançar esse objetivo, escolhemos trabalhar com um poema especial que é interdisciplinar, pois de acordo com FAZENDA (2014):

A pesquisa interdisciplinar somente torna-se possível onde várias disciplinas se reúnem a partir de um mesmo objeto, porém, é necessário criar-se uma situação problema no sentido de Freire (1981), onde a ideia de projeto nasça da consciência comum, da fé dos investigadores no reconhecimento da complexidade do mesmo e na disponibilidade destes em redefinir o projeto a cada dúvida ou a cada resposta encontrada. (Fazenda, 2014, p.13, grifos nossos)

Ratificando as ideias da autora, em nosso objeto de estudo, o Poema para Galileu, encontramos: a História da Ciência, com a História da vida de Galileu e menção à Inquisição e o julgamento do cientista, aspecto que será enfatizado nessa pesquisa; a Geografia, quando Gedeão descreve Florença; a Física e a Língua Portuguesa, em que pese estar apresentada na forma escrita e falada em Portugal. A reunião destas várias áreas de



conhecimento nos leva a reconhecer o Poema para Galileu como um objeto interdisciplinar. Defendemos, portanto, a efetividade de propostas pedagógicas que estimulem a relação entre Ciência e Arte, alcançando uma melhor compreensão dos conhecimentos científicos e sua relação com a Cultura. Entendemos ainda que esse diálogo interdisciplinar é fundamental para ampliar a formação científica e cultural dos licenciandos. Afinal não se pode negar que é por meio de narrativas que as mais diferentes culturas constroem conhecimento sobre o mundo, como afirma MACHADO (2010).

## 2. Física e Literatura

Após 30 anos da publicação da tese com o tema Física e Cultura, Zanetic continua sendo um incentivador da aproximação entre Ciência e Arte, especialmente Física e Literatura. Segundo o autor, há questões epistemológicas que precisam ser pensadas. Um obstáculo epistemológico (BACHELARD, 1996) transforma-se em obstáculo pedagógico “quando atentamos para a forma dominante de exposição dos conteúdos científicos nos textos didáticos” (ZANETIC, 2006, p. 59). A física, como é apresentada, possui uma função seletiva, com foco na resolução de exercícios repetitivos (MOREIRA, 2018), no lugar de possibilitar uma reflexão profunda sobre os temas e a busca por tomadas de decisões. É preciso buscar novas metas educacionais que ultrapassem a seleção e memorização de conteúdo, buscando dar sentido ao que é ensinado para alcançar a aprendizagem.

Zanetic revela a necessidade de abordar o ensino de Física entendendo essa Ciência como parte da nossa Cultura:

Cultura, quando pensada “academicamente” ou com finalidades educacionais, é quase sempre evocação de alguma obra literária, alguma grande sinfonia ou pintura famosa; cultura erudita enfim. Tal cultura traz à mente um quadro de Picasso, uma sinfonia de Beethoven, um livro de Dostoevsky, enquanto a cultura popular faz pensar em capoeira, num samba de Noel ou um tango de Gardel.

Difícilmente, porém, cultura se liga ao teorema de Gödel ou às equações de Maxwell. (Zanetic, 1989, p. 96).

É assim que Zanetic acredita que a Física é fundamental, quando bem trabalhada no ensino, para o desenvolvimento do pensamento e discurso racionais e para o desenvolvimento do pensamento imaginário. Aponta ainda, baseado em BRONOWSKI (1998), que tanto a Ciência quanto a Literatura fornecem conhecimento universal.

LIMA, RICARDO (2015) realizaram uma revisão com objetivo de investigar como as relações entre física e literatura aparecem na produção científica da área, buscando compreender a aprendizagem a partir da contribuição da literatura para esse ensino.

Segundo os autores, são várias as possibilidades de relação entre a física e a literatura, enquanto processos de criação e imaginação. Tais relações “podem ser verificadas em várias facetas, como na pintura, no teatro, na letra de uma música, ou em um poema, indicando variáveis culturais importantes para o ensino de física” (LIMA, RICARDO, 2015, p. 590). Os autores entendem que, apesar da existência da produção voltada para o papel da leitura no ensino de ciências,

há uma lacuna existente nos estudos que tratam da importância da relação entre física e literatura, principalmente sobre estudos teóricos que investiguem e promovam formas de inserir a literatura e seus recursos no ensino de física, constituindo uma fonte promissora para novas investigações (Lima e Ricardo, 2015, p. 601).

Revelam ainda que é fundamental levar a leitura para o ensino de ciências a partir da mediação do professor cujo papel é primordial na identificação das leituras realizadas pelos estudantes.

Nesse sentido, é necessário compreender as diversas dimensões que envolvem a relação entre física e literatura, como a especificidade da linguagem e sua constituição histórica e social, identificando que:

A literatura e a física habitam o mesmo ambiente cultural. Não só a física influencia a literatura como vice-versa. Não no sentido de uma

causalidade direta, mas sim no de um quadro interpretativo comum, de uma língua comum, de imagens e metáforas comuns. Porque a física vive de metáforas poderosas (Mecke, 2004, p. 04 apud Lima e Ricardo, 2015, p. 580).

Não é difícil encontrar conceitos e termos específicos da física em textos de literatura. O próprio Bakhtin, nosso referencial de análise, se apropria de termos específicos em sua teoria:

Um produto ideológico faz parte de uma realidade (natural ou social) como todo corpo físico, instrumento de produção ou produto de consumo; mas, ao contrário destes ele também reflete e refrata uma outra realidade, que lhe é exterior. Tudo que é ideológico possui um significado e remete a algo situado fora de si mesmo. Em outros termos, tudo que é ideológico é um signo. [...] E toda imagem artístico-simbólica ocasionada por um objeto físico particular já é um produto ideológico. Converte-se, assim, em signo o objeto físico, o qual, sem deixar de fazer parte da realidade material, passa a refletir e a refratar, numa certa medida, uma outra realidade. (Bakhtin, 2006, p. 31. Grifo nosso).

Ainda segundo o autor, "As palavras são tecidas a partir de uma multidão de fios ideológicos e servem de trama a todas as relações sociais em todos os domínios" (BAKHTIN, 2006, p. 42). Assim, há uma relação profunda entre diversas áreas de conhecimento que constituem as formas de ser e estar no mundo, socialmente e sempre em transformação, influenciando-se mutuamente. É por isso que defendemos, apoiados em Bakhtin, que o discurso não é apenas comunicação, mas encontro social que gera reflexão e refração do que somos e do que percebemos da realidade, fisicamente, enquanto corpos físicos, e ideologicamente.

### 3. Diferença entre Poesia, Poema e Poema Didático

Temos consciência que o Poema escolhido se enquadra no que se chama poesia didática.

Para nós da área de física é importante, quando se trabalha em "seara alheia", procurar aprender sobre a área ou assunto em que desejamos nos apoiar. É este o caso deste trabalho uma vez que nos propomos a mexer com um documento cujo

título apresenta a palavra Poema, ou seja, não é ideia nossa chamá-lo assim. Portanto, decidimos buscar se existe ou não diferença entre Poesia e Poema.

Recorrendo ao trabalho de TAMBELLI (2016, s/p) ficamos sabendo que existe diferença: "poesia é o processo de criação/construção do poema, e todas as fases nele existentes."

Tambelli considera quatro fases para a criação de um poema:

1º Armazenamento de sentimentos, vivências, pensamentos, ideias e conceitos, aprendizados n'alma; 2º Captação de uma energia física que paira no ar e está presente em todas as coisas, nos seres humanos, nos seres vivos, na vivência humana, suas criações e suas relações sociais, e que vive em constante movimento e nos leva, às vezes ou muitas vezes, a um estado de alteração, de sensibilidade outra, que nos toca profundamente e nos chama à criação poética; 3º Surge o momento da inspiração, onde a Poesia começa a tomar corpo, a se desenhar em palavras na tela ou no papel. É a fase inicial do processo de criação/construção do texto poético, onde, por vezes surgem versos e mais versos ou textos poéticos em prosa, no imediato da captação deste "estado de Poesia"; 4º Transforma-se gradativamente a Poesia em poema. Aqui o poeta passa da fase de inspiração para a fase de transpiração, onde o poema vai sendo transformado e tomando forma mais definitiva.

Podemos continuar concordando com Tambelli e como ele afirmar que: Poema é a manifestação concreta da Poesia. Mas nós não escolhemos um Poema qualquer, escolhemos um poema didático. Acredita-se ter sido Hesíodo, grego que viveu em torno de 700 aC, o fundador da poesia didática. Também a utilizaram Lucrécio, com o *De Rerum Natura*, Ovídio e Vergílio.

FERNANDES (2013) comenta em seu texto:

(...) A chamada "épica didática", então, infundida assim numa dignidade comparável à da épica "propriamente" dita, bem quadraria ao universo da poesia augustana, como já provava Vergílio, e como Ovídio mesmo, em seus *Fastos*, haveria de reconhecer. O caso é que, no ciclo didático deste último formado pela *Ars Amatoria*<sup>1</sup>, os *Remedia Amoris* e os *Medicamina Faciei Femineae*<sup>2</sup>, a recuperação do

1 Amante da Arte.

2 Medicamentos para a face feminina.

modelo didático de Lucrécio e Vergílio não se dá unicamente pelo ajuste da retórica elegíaca ao discurso épico-didático “oficial”, mas ainda por meio de uma transposição deste último mediante a paródia. (Fernandes, 2013, p. 253).

Então, afirmamos que a poesia didática é aquela que tem como objetivo primeiro ensinar alguma coisa aos leitores.

O poema que escolhemos chama-se Poema para Galileu<sup>3</sup> e, neste caso, a vida de Galileu é o objeto a ser ensinado aos leitores. Entendemos que o título já é potencialmente interdisciplinar uma vez que reúne poesia e física/filosofia, partindo da ideia de que a palavra Galileu remete a uma área de conhecimento específica. Segundo Bakhtin,

Na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis etc. A palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. (Bakhtin, 2006, p. 98/99).

Teria sido simples realizar uma interpretação de texto, explicitando a cada estrofe do poema o que existe de cada uma das áreas que desejamos mostrar, que vai além do que registramos aqui: a Geografia diz presente no texto, sem dúvida a língua portuguesa, como não poderia deixar de ser deve ser discutida, principalmente porque o poema é escrito em português de Portugal e muitas palavras soam estranhas aos estudantes brasileiros, mas trabalharemos com fragmentos do poema devido ao espaço de que dispomos.

Já tendo cumprido as etapas necessárias de esclarecer as características de nosso objeto, o Poema, agora partimos para apresentar os tópicos de nosso referencial teórico que usaremos neste trabalho.

#### 4. Gênero de Discurso

O arcabouço teórico-reflexivo da teoria de Mikhail Bakhtin, ou teoria bakhtiniana (BRAIT, 2005), aparece em questões da linguagem em diversas áreas, como Linguística e Literatura e em campos transdisciplinares como educação,

história, psicologia, entre outras (CATARINO, 2017). Vamos aprofundar aqui a análise do conceito gênero de discurso.

Para compreender o conceito de Gênero Discursivo é fundamental entender a noção de Enunciado, entendida como unidade de comunicação verbal e significação. O enunciado se constitui na menor parte do discurso e existem tantos quantos são as atividades humanas e, a um enunciado sempre se espera uma resposta, ativa ou passiva, provocando assim um diálogo. Todo enunciado possui um fim dando início a outro enunciado. Além disso, cada enunciado não é o primeiro e único. Ele já foi dito, em outra situação, outro tempo por outra pessoa, sendo assim o enunciado não é do sujeito falante apenas, ele encerra em si várias vozes.

De acordo com SOBRAL (2014) a concepção de gêneros textuais constitui a contraparte prática da concepção dialógica da linguagem. Nas palavras do autor:

O discurso, espaço da linguagem em uso, é endereçado por um locutor a um interlocutor, apresentando um tom avaliativo e remetendo a uma compreensão responsiva ativa, segundo o gênero no qual se insere e mediante a mobilização da materialidade textual. (...) o gênero é um dispositivo enunciativo que, grosso modo, une um texto a uma avaliação social mediante a instauração de um discurso e, portanto, mediante o desenvolvimento de um projeto enunciativo. (Sobral, 2014, p. 19).

Cada campo constrói seus tipos relativamente estáveis de enunciados, os quais são denominados gêneros do discurso. O enunciado reflete assim as condições específicas e as finalidades de cada uma das esferas por meio de três aspectos: o conteúdo temático; o estilo verbal, ligado à seleção dos recursos da língua; e, sobretudo, a construção composicional. Segundo GOULART (2008), o último aspecto estaria mais relacionado à formação de gêneros do discurso.

Os gêneros de discurso são tipos relativamente estáveis de enunciados que se constituem nas esferas da atividade humana. Bakhtin atenta para a diferença essencial entre gêneros discursivos primários (simples) e secundários (complexos).

<sup>3</sup> O poema completo encontra-se em Obra Completa de António Gedeão (ver referências).

Enquanto os gêneros discursivos primários se constituem a partir do cotidiano, os secundários surgem nas condições de convívio cultural mais complexo, desenvolvido e organizado.

Cabe notar que entendemos, portanto, que Poemas se caracterizam como um Gênero de Discurso. Como estamos tratando de um texto poético é mister falarmos da importância dada por Bakhtin à entonação, papel do ouvinte e/ou do leitor. Como revela Bakhtin, as mesmas palavras podem significar coisas muito diferentes dependendo da entonação individual com que são enunciadas em um contexto específico: “a entonação é o som que o valor faz” (CLARK, HOLQUIST, 1998, p. 37). Para o próprio Bakhtin, a entonação expressiva é um traço que constitui o enunciado: “Um dos meios de expressão da relação emocionalmente valorativa do falante com o objeto da sua fala é a entonação expressiva que soa nitidamente na execução oral” (BAKHTIN, 2011, p. 290). Cada ato de fala sempre cria algo que nunca existiu antes, algo absolutamente novo e não repetitivo que se revela nessa entonação, sensível a todas as vibrações sociais e afetivas que envolvem o falante. É preciso enfatizar ainda que o conceito de gênero envolve uma construção espaço-temporal, levando-nos a compreender o conceito de cronotopo que estabelece conexões espaço-temporais dos gêneros. O conceito de cronotopo se firmou como categoria que define não apenas o continuum espaço-tempo, mas a semiose de diferentes sistemas de signos que enfrentam a difícil tarefa de representar a continuidade da experiência por meio de signos discretos da cultura, como afirma MACHADO (2010, p. 204). Podemos dizer que marca a necessidade de pensarmos o gênero como uma construção espaço-temporal. Além disso, a teoria do cronotopo nos ajuda a entender as conexões de relações temporais e espaciais dos gêneros uma vez que a cultura é uma unidade aberta, em constantes transformações.

Esse conceito revela que há sempre um lugar onde “a história se desenrola, onde o tempo passa, se vive e se mede em função das características desse

lugar”. (AMORIM, 2004, p. 223). Dessa maneira, a relação entre cronotopo e a literatura e a arte é fundamental e deve ser levada em consideração em qualquer análise a ser realizada.

Para Bakhtin, o texto escrito tem o mesmo valor que a comunicação oral, guardando em si todas as características discutidas pelo filósofo e procurando conhecer todos os recantos que o autor nos ofereceu para explorar. Nesse sentido, Bubnova, Baronas e Tonelli afirmam:

Bakhtin não trata a oralidade como domínio à parte da escrita, e não faz uma drástica divisão entre a cultura oral e a escrita (...) o mundo pensado por ele, tanto o da voz quanto o da letra, aparece unificado pela produção dinâmica dos sentidos (...). (Bubnova, Baronas e Tonelli, 2011, p.269).

TEZZA (2006) busca uma definição para poesia e encontra-a em Bakhtin:

A exigência fundamental do estilo poético é a responsabilidade constante e direta do poeta pela linguagem de toda a obra como sua própria linguagem, a completa solidariedade com cada elemento, tom e nuance. Ele satisfaz a uma única linguagem e a uma única consciência linguística. (Bakhtin, 1988. p.94).

As figuras preponderantes em uma poesia são: seu autor, quem a escreve; o herói, sobre quem se escreve e o ouvinte, aquele que será modificado ao ouvi-la ou lê-la. Passemos, agora, para a metodologia do trabalho.

## 5. Metodologia

Nossa metodologia é de ênfase qualitativa (BOGDAN, BIKLEN, 1994) e pressupõe o enfoque interpretativo de um processo de investigação de um fenômeno social com complexa interação entre pesquisador e o objeto pesquisado.

Os dados foram coletados em uma disciplina sobre Linguagem e Ensino de Física do curso de licenciatura em Física, de uma universidade pública do Rio de Janeiro. Como é habitual, as turmas dos cursos de Física são reduzidas e, por este fato, o poema em questão foi aplicado a toda turma que contou com cinco estudantes que cursavam, à época, o 6º período do curso. Nessa fase, os licenciandos já haviam passado por disciplinas

da área de educação, de física e, especificamente, algumas de ensino de física, conhecidas como disciplinas integradoras, termo cunhado por CARVALHO, VIANNA (1988), que unem saberes específicos das áreas de educação e de Física. A disciplina nomeada Linguagem e Ensino de Física é uma disciplina eletiva no curso, ou seja, os alunos podem optar por cursá-la. Entendemos assim que os alunos inscritos tinham objetivos de aprofundar seus conhecimentos no campo da Linguagem, sendo a atividade proposta adequada e encadeada com as discussões que envolviam conceitos como: argumentação, dialogismo, literatura, entre outros. A atividade foi realizada ao longo de duas semanas (oito aulas) e envolveu quatro etapas: os cinco estudantes foram apresentados ao poema; fizeram a leitura individual; receberam um questionário sugestivo para sua interpretação, tendo entregado suas respostas escritas – dados para essa pesquisa – à professora da turma; e, ao final, seguiu-se um debate sobre os resultados da atividade, sem alteração do já escrito.

As perguntas orientadoras para interpretação foram:

1. Quem é o autor?
2. Quem é o personagem?
3. É possível identificar o contexto no qual o personagem estava imerso? Como?
4. Em que época se passa o poema?
5. Você entendeu todas as palavras?
6. Com relação à linguagem, como você caracterizaria o poema? O que tem de diferente?
7. Quais são os tópicos de Física presentes no poema?
8. Como você daria uma aula usando esse poema?

A análise das respostas seguiu a Análise de Discurso baseada na perspectiva dialógica do discurso de Bakhtin, envolvendo a preocupação em desvendar e compreender profundamente o objeto analisado a partir dos conceitos de Bakhtin apontados e de sua visão de constituição do sujeito inserido social e historicamente. Tal perspectiva permite um novo e interessante olhar para Análise do Discurso,

entendendo, é claro, que Bakhtin não propôs uma teoria da Análise do Discurso como a conhecemos hoje (BRAIT, 2006).

## 6. Apresentação do Poema

Apresentemos o poema através de seus fragmentos, respondendo às seguintes perguntas:

1. Quem é o autor?
2. Qual era o contexto no qual o personagem estava imerso?
3. O que falar sobre o gênero de discurso e a entonação empregada no poema, quando ele é lido?
4. Quanto ao cronotopo, que podemos dizer?
5. Quais são os tópicos de Física presentes no Poema?

A primeira pergunta de Volochinov/Bakhtin é: quem é o autor?

(...) O poeta, afinal, seleciona palavras não do dicionário, mas do contexto da vida onde as palavras foram embebidas e se pregnaram de julgamentos de valor. Assim, ele seleciona os julgamentos de valor associados com as palavras e faz isso, além do mais, do ponto de vista dos próprios portadores desses julgamentos de valor. (s/d, p. 15).

1. Estou olhando o teu retrato, meu velho pisa-no,
2. aquele teu retrato que toda a gente conhece,
3. em que a tua bela cabeça desabrocha e floresce
4. sobre um modesto cabeção de pano.
5. Aquele retrato da Galeria dos Ofícios da tua velha Florença.
6. (Não, não, Galileo! Eu não disse Santo Ofício.
7. Disse Galeria dos Ofícios.)
8. Aquele retrato da Galeria dos Ofícios da requintada Florença.

*Apresentamos... António Gedeão: o autor*

António Gedeão, pseudônimo de Rômulo Vasco da Gama de Carvalho, escrevia desde novo, mas nunca fez com que suas poesias fossem conhecidas (NUNES, 2006). Era professor de Química e Física em Portugal e era conhecido também por seus textos de divulgação científica, nos quais usava seu

nome de batismo. Com 50 anos de idade, surgiu para o mundo da literatura quando participou de um concurso literário ao qual se inscreveu com o nome de António Gedeão. Por que este pseudônimo ninguém sabe ao certo e ainda, de acordo com Nunes, "Nas suas memórias apresenta para o segundo uma explicação: a de que o adotou do nome de um aluno que tinha esse apelido, o achou curioso" (2006, p. 19).

O estilo do poeta é engendrado do estilo de sua fala interior, o qual não se submete a controle, e sua fala interior é ela mesma o produto de sua vida social inteira. O estilo é o homem, dizem; mas poderíamos dizer o estilo é pelo menos duas pessoas ou, mais precisamente, uma pessoa mais seu grupo social na forma do seu representante autorizado, o ouvinte - o participante constante na fala interior e exterior de uma pessoa. (Volochinov/Bakhtin, s/d, p. 23).

Quem é o herói?

Essa pergunta deve ser respondida por quem deseja realizar uma análise do discurso seguindo os conceitos bakhtinianos. O herói neste caso é Galileu Galilei que tem grande parte de sua vida retratada através do poema.

Para aqueles com pouca intimidade com Galileu Galilei apresentamo-lo: Galileu nasceu em Pisa no ano de 1564 e morreu em Florença no ano de 1642. Foi um físico, matemático, astrônomo

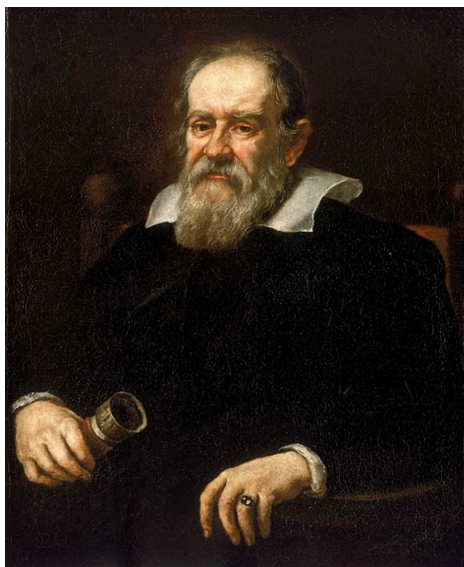


Figura 1. Portrait of Galileo Galilei, 1636.jpg

Fuente: Ficheiro:Justus Sustermans.

e filósofo italiano. Galileu é considerado um dos fundadores do método experimental e é conhecido como Pai da ciência moderna, tendo contribuído, principalmente, com o estudo do movimento dos corpos e a teoria da cinemática.

De acordo com Volochinov/Bakhtin:

Pode-se dizer que o poeta trabalha constantemente em conjugação com a simpatia, com a concordância ou discordância de seus ouvintes. Além disso, a avaliação opera também em relação ao objeto do enunciado - o herói. A simples seleção de um epíteto ou uma metáfora já é um ato de avaliação ativo orientado em duas direções - em direção do ouvinte e em direção do herói. Ouvinte e herói são participantes constantes do evento criativo, o qual não deixa de ser nem por um instante um evento de comunicação viva envolvendo todos os três (s/d, p.15).

Entre o verso 9 e o 33 do poema, Gedeão discorre sobre construções existentes em Florença, sobre o rio Arno, sobre uma relíquia guardada no museu (um dedo da mão direita de Galileu guardada em um relicário), remete-se a mudança de condição que teve Galileu do séc. XVI para o séc. XX, de um quase renegado para agora um homem confiável e ilustre, quase digno de entrar para o calendário. Ora, com isso identificamos três tempos e três espaços: o do autor no séc. XX em Portugal; o do herói no séc. XVI em Florença; e o do ouvinte, que será o quando e o onde será o poema lido ou ouvido. Com isso, usando os conceitos bakhtinianos, estamos identificando três cronotopos, sendo que de um deles nada podemos falar.

A concepção de tempo traz consigo uma concepção de homem e, assim, a cada nova temporalidade, corresponde um novo homem. Parte, portanto, do tempo para identificar o ponto em que este se articula com o espaço e forma com ele uma unidade (Amorim, 2006, p. 103).

Mas é entre os versos 19 e 28 que começa a apresentação da Física. Gedeão agradece a inteligência que Galileu lhe deu, já que o senso comum sempre responde muito bem às nossas primeiras ideias, como por exemplo, quanto mais pesados são os corpos, mais depressa cairão.

Do verso 29 ao verso 32, é mostrado através do poema o princípio da queda dos corpos, ou

seja, os corpos caem com a mesma velocidade, independente da massa que possuam: a Ciência vai CONTRA o senso comum (BACHELARD, 1996).

19 Eu queria agradecer-te, Galileo,  
 20 a inteligência das coisas que me deste.  
 21 Eu,  
 22 e quantos milhões de homens como eu  
 23 a quem tu esclareceste,  
 24 ia jurar- que disparete, Galileo!  
 25 - e jurava a pés juntos e apostava a cabeça  
 26 sem a menor hesitação-  
 27 que os corpos caem tanto mais depressa  
 28 quanto mais pesados são.  
 29 Pois não é evidente, Galileo?  
 30 Quem acredita que um penedo caia  
 31 com a mesma rapidez que um botão de camisa  
 ou que um seixo da praia?  
 32 Esta era a inteligência que Deus nos deu.

No próximo fragmento, que vai do verso 33 ao verso 62, o Julgamento da Inquisição surge, trazendo as relações de poder que permeavam a sociedade da época. As figuras clericais são bem definidas, como homens cultos, bem-vestidos, severos, donos da verdade absoluta, enquanto Galileu, diante deles, parecia embaraçado e comprometido, mordiscando os lábios, cheio de piedade daqueles que compunham o seu Tribunal: "Concordavas com tudo que diziam, jurando que nunca mais irias repetir nem para si mesmo aquelas heresias que andavas espalhando. Mas, mesmo assim, a queda dos graves continuou sua saga através dos tempos".

67 Por isso eram teus olhos misericordiosos,  
 68 por isso era teu coração cheio de piedade,  
 69 piedade pelos homens que não precisam de sofrer, homens ditosos  
 70 a quem Deus dispensou de buscar a verdade.  
 71 Por isso estoicamente, mansamente,  
 72 resististe a todas as torturas,  
 73 a todas as angústias, a todos os contratempos,  
 74 enquanto eles, do alto incessível das suas alturas,  
 75 foram caindo,  
 76 caindo,  
 77 caindo,  
 78 caindo,  
 79 caindo sempre,  
 80 e sempre,

81 ininterruptamente,  
 82 na razão directa do quadrado dos tempos.

Ainda no fragmento acima, podemos sugerir a entonação de quem lê os versos de Gedeão. Os lê de forma calma, sentida, mansa até o verso 73. A partir de então, a entonação deve passar a ser de uma repetição que se inicia vagarosa e vai se tornando forte e rápida, como se o próprio leitor estivesse caindo, rolando, rolando sempre através dos tempos.

O Poema termina mostrando um dos mais fundamentais princípios esclarecidos por Galileu e que, até hoje, em pleno séc. XXI, confunde nossos estudantes no início de seus estudos. Afinal, os corpos caem sempre, independentemente de suas massas, ao mesmo tempo.

## 7. Análise dos dados e resultados

Antes de apresentarmos as análises, convém ressaltar que, com relação às oito perguntas feitas aos alunos, esperávamos que elas guiassem a leitura e abrissem caminhos para interpretação. Entretanto, a maioria dos alunos limitou-se a respondê-las, não aprofundando suas ideias. Em parte, percebemos dificuldades dos alunos com a leitura do texto tendo em vista, principalmente, o gênero de discurso apresentado, o Poema. Além disso, os licenciandos informaram que não estavam acostumados ao português de Portugal e algumas palavras foram estranhas, demonstrando pouca leitura. Podemos inferir que eles estão presos ou habituados a culturas mais próximas, a gêneros populares e/ou cotidianos. Esse texto pode ser encarado como um gênero secundário, complexo. Por fim, é preciso ressaltar que a graduação em Física, mesmo a licenciatura, tem suas disciplinas apresentadas extremamente matematizadas e sem exigências de outras leituras, exceto a leitura de livros didáticos. Ao chegar nas disciplinas integradoras, enfrentam uma nova realidade onde é preciso falar, argumentar e, principalmente, ler, tanto artigos específicos da área de Ensino de Física quanto de outros gêneros. Podemos dizer que as

disciplinas integradoras revelam especificidades que precisam ser levadas em consideração, como a falta de acesso da maior parte dos estudantes a uma variedade de leitura e atividades culturais diversas.

Passemos então à exposição dos dados e análises. Quanto à primeira pergunta, não houve qualquer problema, todos afirmaram ser António Gedeão.

Na pergunta de número dois, apenas dois (E1 e E2) dos cinco sujeitos identificaram Galileu, sendo as demais respostas as que se seguem<sup>4</sup>:

Uma pessoa devota por conta do trecho “Esta era a inteligência que Deus nos deu”, onde transparece a crença do personagem em um Deus católico. (E3)

Um estudioso (E4)

O eu lírico é algum cidadão que escreveu para Galileu Galilei, assumindo como foi errado o que a igreja fez com ele e conta que Galileu estava certo a respeito de suas observações (E5)

Com relação à terceira pergunta, obtivemos as seguintes respostas:

Dá prá (sic) identificar que ele estava sendo julgado e perseguido. (E1)

O autor escreve para Galileu que já está morto, falando de situações vividas por Galileu. (E2)

Sim, por uma razão similar aquela apresentada na resposta do item anterior. O trecho “Um friso de homens doutos, hirtos, de toga e capela” evidencia uma ligação forte a igreja por parte do personagem. Além disso, em outros trechos é possível perceber um sentimento intenso de culpa, portanto, o personagem pertence a uma sociedade ainda muito religiosa e vive em uma época posterior aquela do julgamento de Galileu. (E3)

Entidade religiosa. Parecia admirar Galileu apesar de dizer que o mesmo cometia heresia. (E4)

O eu lírico não, porém o Galileu da para compreender, por exemplo, é possível verificar que o contexto em que Galileu estava era religioso devido a algumas frases, tais como: “não, Galileu! Eu não disse santo ofício disse Galeria dos ofícios”

“aquelas abomináveis heresias que ensinavas e escrevias para eterna perdição da tua alma. (E5).

Quando perguntamos, na quarta questão, em que época se passava o poema, obtivemos as seguintes respostas:

Inquisição romana. (E1)

No presente do autor se referindo ao passado falando dos feitos de Galileu como descrição da lua e do sol e experimentos como o do plano inclinado. (E2)

O poema retrata momentos da época da Santa Inquisição, mais precisamente, entre os séculos XVI e XVII. (E3)

Do século XVII ou XVIII. (E4)

O Galileu encontra-se no fim da idade média e começo do renascimento. (E5)

Nestas respostas podemos perceber a presença de episódios característicos do conceito bakhtiniano de cronotopo, já apresentado.

Na quinta pergunta, desejamos saber se os licenciandos haviam entendido todas as palavras existentes no poema e, caso tivessem tido alguma dúvida, em quais palavras elas estavam.

Escabelo, um friso de homens doutos, hirtos, de toga e de capelo. (E1)

Um poema com uma linguagem de fácil compreensão e com algumas menções físicas. (E2)

Não. Pisano, melancolia, disparate, penedo, seixo, escabelo, doutos, hirtos, ralhar, aturdidas, grávidas (não entendi o sentido, mas sei o significado), reverendíssimas, heresias, empertigados, ditosos, estoicamente. (E3)

Cabeção de pano, galeria dos ofícios, loggia, piazza dela signoria, horas pardas (E4)

Quase todos, salve as exceções: escabelo.... e estoicamente. (E5)

Percebe-se, nessas respostas, a necessidade de aprofundar não só conceitos de Física, como também possibilitar a ampliação de conhecimentos gerais, contribuindo para uma formação mais ampla e crítica dos sujeitos envolvidos.

Com relação à sexta pergunta, desejávamos saber como os estudantes categorizariam o poema em

<sup>4</sup> As respostas aqui transcritas estão seguindo a ortografia utilizada por cada estudante.



relação à linguagem e o que havia nele de diferente. A esta questão E1 E2 e E5 não ofereceram resposta.

Não sei bem o que seria caracterizar o poema. De diferente, o poema apresenta uma linguagem bastante formal, com muito uso da segunda pessoa do singular e gerúndios, incomum no dia-a-dia atual. (E3)

As palavras e signos utilizados no poema são de difícil compreensão, isso mostra um pouco da identidade do eu lírico e da época em que o mesmo vive. A forma de combinar os signos para criar sentido e significado, entregam parte da identidade do próprio autor e tudo isso está associado a linguagem do poema. (E4)

Vale ressaltar que entendemos ser a Linguagem fundamental para a formação de futuros professores de Física, entendendo que ela envolve tanto o funcionamento da leitura em aulas de física, quanto a leitura do mundo, que não deve ser responsabilidade de apenas de um(a) professor(a). Podemos entender ainda que a prática da leitura e discussão levam às interações discursivas em sala de aula (MORTIMER, SCOTT, 2002) e à capacidade de Argumentação (SASSERON, MACHADO, 2017), gerando impacto no discurso dos futuros professores. NASCIMENTO, SANTOS, NIGRI (2006) revelam que tais interações em sala de aula estão associadas à alfabetização científica e tecnológica.

As respostas obtidas para a sétima e a oitava perguntas foram:

Queda-livre (E1)

O tempo ao quadrado, queda dos corpos, observação dos satélites e das estrelas (E2)

O movimento dos corpos celestes. Rotação e translação. Queda livre x inércia: A força peso. (E3)

Cinemática newtoniana (E4)

Queda livre e astronomia (E5)

Daria o poema para eles lerem, e descobrirem o conteúdo presente no poema. Após identificar o conteúdo, fazer uma pesquisa sobre a relação de Galileu com os conteúdos abordados. Como Galileu estudou e observou tal assunto (por

exemplo: plano inclinado). (E1)

Usaria o poema para dar uma aula sobre Galileu. Podendo ser esta dada ao decorrer da história da cosmologia. Como é bastante grande a parte direcionada a Galileu, seria um ótimo momento de diferenciação do restante da aula, dando uma dinâmica diferente. (E2)

Faria uma primeira leitura do poema junto aos alunos, pedindo-os para identificar traços à época histórica no qual se passa. Depois, contaria brevemente sobre a inquisição e o julgamento de Galileu. Dado o contexto, explicaria a eles o significado da terceira estrofe do poema, já iniciando um comentário sobre o papel da massa na queda livre. Então poderia partir daí para contar um pouco sobre gravidade. Então explicaria a última estrofe, comentando sobre o heliocentrismo e o movimento dos corpos celestes e tentaria passar aos alunos a ideia de que a mesma gravidade que nos mantém “presos” ao chão, mantém também os corpos celestes “presos” em suas órbitas. (E3)

Sim (E4)

Esse poema poderia ser usado para apresentar Galileu à turma e junto a isso discutir como a ciência é construída junto a sociedade e que a mesma não é um produto isolado (E5)

Notamos que, apesar de não ter havido discussões sobre propostas de aplicação em sala de aula, os licenciandos se mostraram criativos e motivados em uma curta resposta ao questionário. Assim, entendemos que o poema revelou possibilidades de ser a figura de Galileu um fio condutor para planejamento envolvendo temas de Física – queda dos corpos e cosmologia – e o uso de leitura e discussão para as propostas didáticas.

Sobre Galileu, THUILLIER (1994) revela que:

Galileu Galilei (1564 – 1642) é uma das principais figuras do panteão científico do Ocidente. Não só deu importantes contribuições à astronomia e à física, como é considerado um dos fundadores do método experimental. Esta ideia é muito difundida e tem fundamento; de fato, o próprio Galileu de-

screve as experiências que teria realizado. Alguns historiadores das ciências, contudo, lhe fazem restrições. Segundo dizem, as experiências de Galileu desempenharam um papel secundário em suas pesquisas. Eles chegam mesmo a sugerir que era impossível, com recursos técnicos da época, fazer experiências eficazes. Outros historiadores, ao contrário, estimam que a reputação de Galileu nesse domínio tem todo mérito. Para prová-lo, repetiram suas experiências e estudaram seus manuscritos inéditos. Terá Galileu verdadeiramente recorrido ao método experimental? (p. 115).

Há, no trecho apresentado, uma controvérsia científica importante para discussão sobre os processos de construção do conhecimento científico. Um dos experimentos históricos mais debatidos é citado por um dos sujeitos de nossa pesquisa, E1: o plano inclinado.

Ao mesmo tempo em que o Poema traz Galileu como figura fundamental que possibilita uma ligação entre a física e a literatura, temos como possibilidade a discussão sobre a natureza da ciência e os processos envolvidos em sua construção. O próprio Galileu nos fornece a descrição dessa experiência (THUILLIER, 1994), gerando discussões acerca do tema que pode ser levado para sala de aula, conforme sugere E1. Há, portanto, contribuições do uso do poema que revela possíveis abordagens com foco na Interdisciplinaridade e História da Ciência, podendo gerar promoção de uma humanização dos conteúdos científicos discutidos em sala de aula e incentivo à reflexão crítica e contínua sobre a ciência e sobre sua natureza.

Nesse ponto, é fundamental perceber a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar com foco na História e Filosofia da Ciência (HFC), perspectiva que se revela capaz de contribuir com mudanças necessárias e desejáveis no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, uma vez que possibilita trazer:

elementos para que alunos e professores possam pensar a ciência. Colocar em xeque visões que estão bem estabelecidas no senso comum. Conhecer outros pontos de vista acerca de um tema, sobre o qual já se tem alguma opinião,

pode nos fazer mudar ou buscar argumentos para defendê-la (Braga, Guerra e Reis, 2012, pg. 212). Esse entendimento possibilita uma abordagem que compreenda a Ciência e sua linguagem a partir de sua historicidade, levando em conta os sujeitos e o contexto social que a permeia (GALBIATTI, CAMARGO, 2021). Tal proposta permite o conhecimento das relações e das interações sociais, e do próprio ser humano e sua inserção na história e na cultura (BAKHTIN, 2011).

Entendemos ainda que esse é um dos possíveis caminhos que podem conduzir à coerência entre concepções e práticas de licenciandos que venham a potencializar, a partir da interdisciplinaridade, a formação de futuros alunos críticos e reflexivos que sejam capazes de dar significado aos conhecimentos construídos, assumindo de forma autônoma decisões sobre problemas que relacionem a matéria estudada à vida.

## 8. Considerações Finais

Consideramos que o Poema para Galileu se apresenta como uma possibilidade didática para trabalhar uma das figuras mais ilustres da Física e um dos princípios mais fundamentais da Ciência. Sua interdisciplinaridade está presente, invocando diversas áreas de conhecimento e possibilitando um trabalho interdisciplinar, de acordo com os objetivos didáticos, entre eles oferecer caminhos e materiais didáticos aos futuros professores, e possibilidades metodológicas, como uso de poema e sua análise interdisciplinar, para além de metodologias mais tradicionais oferecidas em outras disciplinas do curso de licenciatura.

Afinal, como afirma Bakhtin na citação que fizemos no início deste texto:

Na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis etc. A palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. (Bakhtin, 2006, p. 98/99).

No caso do poema as palavras eleitas por Gedeão estão plenas de conceitos, sejam eles históricos,

geográficos, linguísticos e/ou físicos o que nos possibilita seu emprego como um texto didático. Ou ainda, como nos fala FREITAS (2013) citando BAKHTIN/VOLOCHINOV (1988, p.32):

(...) a palavra penetra literalmente em todas as relações entre, nas relações de colaboração, nas de base ideológicas, nos encontros fortuitos da vida cotidiana, nas relações de caráter político etc.(...) A palavra é capaz de registrar as fases transitórias mais íntimas, mais efêmeras das mudanças sociais (Freitas, 2013, p. 72).

Acreditamos ainda que, para uma proposta de enfoque interdisciplinar com perspectiva de Física como cultura, no nosso caso uma abordagem interdisciplinar entre Física e Literatura a partir de um poema didático, faz-se necessário o envolvimento de diversos atores que possibilitem a promoção do conhecimento como construção humana e contextualizada. Tal enfoque contribui para que os futuros professores sejam capazes de atuar “com competência e criatividade, em colaboração com outros e em cenários complexos e mutantes” (STIPCICH, 2017, p. 5). Freitas recorre também a Bakhtin e destaca que “a obra de arte é viva e significativa do ponto de vista cognitivo, social, político, econômico e religioso num mundo também vivo e significativo” (BAKHTIN, 1988, apud FREITAS, 2013, p. 79)

A pesquisa desenvolvida acompanhou os pressupostos das disciplinas integradoras da Universidade em questão que buscam promover a reflexão acerca da necessidade de ligar a Ciência à Literatura e a outras formas de conhecimento a fim de que possamos compreender a Física como parte da Cultura (ZANETIC, 2006). Concordando com Sánchez Mora, “não se trata, crasso erro de muitos cientistas, de dar ao leitor toda a informação, para transformá-lo em um expert. Mas, recriar corretamente o conhecimento científico, a fim de que o leitor possa incorporá-lo na sua cultura; isso implica que o divulgador esteja consciente de quais vazios são preenchíveis pelo leitor e quais não são” (SÁNCHEZ MORA, 2003, p. 105).

Esperamos que este trabalho tenha desdobramentos não só com esse Poema, mas com outros, e que

possamos sensibilizar nossos futuros professores a trabalharem de forma interdisciplinar com outros professores, principalmente de outras áreas, como de Literatura, História e Artes.

## 9. Referencias

- AMORIM, M. Cronotopo e exotopia IN: BRAIT, B. (Org.) **Bakhtin: outros conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2006.
- AMORIM, M. **O pesquisador e seu outro: Bakhtin nas Ciências Humanas**. São Paulo: Musa Editora, 2004.
- ARAÚJO-JORGE, T. C. de et al. Ciênciarte no instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiência na construção de um conceito interdisciplinar **Ciência e Cultura**, v.70, n.2, São Paulo, 2018.
- ASSUMPÇÃO, I. Interdisciplinaridade: uma tentativa de compreensão do fenômeno. IN: FAZENDA, I. (Org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. 13. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2013.
- BACCHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal** 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 12ª Ed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BAKHTIN, M. **Questões de literatura e estética** (A teoria do romance). São Paulo: Hucitec/Unesp, 1988.
- BERNARDES, S. T.; MACHADO, K. G. Ciência e arte: a produção interdisciplinar do conhecimento no Triângulo Mineiro. **Periódico Horizontes**. V.37, 2019.
- BRAIT, B. (Org) **Bakhtin: dialogismo e construção do sentido**. 2a Ed. Campinas, SP. Editora da UNICAMP, 2005.
- BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. A física experimental numa perspectiva histórico-filosófica. IN: PEDUZZI, L. MARTINS, A.; FERREIRA, J (Org.) - **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. EDUFERN, 2012.
- BRONOWSKI, J. **Arte e conhecimento: ver, imaginar, criar**. Lisboa: Edições 70, 1983. Tiragem especial Livraria Martins Fontes Editora.
- BUBNOVA, T.; BARONAS, R. L.; TONELLI, F. Voz, sentido e diálogo em Bakhtin. **Bakhtiniana: Rev. Estud. Discurso** [online], v.6, n.1, pp.268-280, 2011.
- CAREGNATO, R. A; MUTTI. Pesquisa qualitativa: análise

- de discurso versus análise de conteúdo. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, Out-Dez; 15(4): 679-84, 2006.
- CARNEIRO, G. A.; FERREIRA, C. R.; PANSERA, F. C., BEDUSCHI, R. S. Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências. **Góndola, Enseñ Aprend Cienc**, 13(1), 73-85, 2018. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.11961>
- CARVALHO, A. M.; VIANNA, D. A quem cabe a Licenciatura? **Ciência e Cultura (SBPC)**. V.40 n. 2, pp.143-163, 1988.
- CATARINO, G. F. de C. Encontros e diálogos: novos sentidos para o ensino de física a partir do dialogismo e do ato responsável bakhtinianos. IN: CARUSO, F. (Org.). Roberto, o amigo: **Roberto Moreira e a história e filosofia da Ciência**. 1ed.São Paulo: Livraria da Física, 2017.
- CLARK, K.; HOLQUIST, M. **Mikhail Bakhtin**. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- FAZENDA, I. Interdisciplinaridade: didática e prática de ensino. Texto complementar ao apresentado nos Anais do ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO - ENDIPE, 2014.
- FERNANDES M. V. A poesia didática elegíaca e a poesia elegíaca didática dos medicamina de ovídio, e ovídio, produtos para a beleza feminina: tradução poética clássica. **Revista Brasileira de Estudos Clássicos** v.25, n.1/2. Belo Horizonte, 2012.
- FRANK, J. As vozes de Mikhail Bakhtin IN: **Pelo prisma russo: Ensaios sobre literatura e cultura**. São Paulo: Edusp, 1992.
- FREITAS, M. T. (org) **Educação, arte e vida em Bakhtin**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.
- GALBIATTI, D. A.; CAMARGO, E. P. O conhecimento em Vigotski: uma contribuição à compreensão do referencial histórico-cultural. **Góndola, Enseñ Aprend Cienc**. n.16, v.1, pp.128-139, 2021. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.15931>
- GEDEÃO, A. **Linhas de Força em Obra Completa**, Lisboa: Relógio D' Água. Disponível em: <http://www.infoescola.com/biografias/galileu-galilei> Acesso em 24/09/2020.
- GOULART, C. Em busca de balizadores para a análise de interações discursivas em sala de aula com base em Bakhtin. **Revista de Educação Pública**, v.18, n.36, 2008.
- JAPIASSU, H. **O sonho Transdisciplinar e as razões da Filosofia** Rio de Janeiro: Imago, 2006.
- LIMA, L. G.; RICARDO, E. C. Física e Literatura: uma revisão bibliográfica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.32, n.3, pp.577-617, 2015.
- MACHADO, I. A questão espaço-temporal em Bakhtin: cronotopia e exotopia. IN: PAULA, L.; STAFUZZA, G. **Círculo de Bakhtin: teoria inclassificável**. São Paulo: Mercado das Letras, 2010.
- MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências** v.7, n.3, pp.283-306, 2002.
- NASCIMENTO, S.; SANTOS, R.; NIGRI, E. Alfabetização Científica e Tecnológica com os Objetos Técnicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.23, n.1, 2006.
- NUNES, N. Apontamentos para um estudo da assinatura do poeta António Gedeão IN: CARVALHO, R. **António é o meu nome**. Lisboa: Biblioteca Nacional, 2006.
- POMBO, O. Interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. IN: POMBO, O; GUIMARÃES, H.; LEVY, T. **Educação Hoje: A Interdisciplinaridade – Reflexão e Experiência**. Lisboa: Texto Editora, 1993.
- REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**, v.13, pp.71-87, 2006.
- SASSERON, L. H.; MACHADO, V.B. **Alfabetização científica na prática inovando a forma de ensinar física**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.
- SÁNCHEZ MORA, A. M. **A divulgação da Ciência como Literatura**. Rio de Janeiro. Ed: UFRJ. 2003.
- SAWADA, A. C.; FERREIRA, F. R.; ARAÚJO-JORGE, T. C. de. CienciArte ou Ciência e Arte? Refletindo sobre uma conexão essencial. **Revista Educação, Artes e Inclusão**. V.13, n.3, 2017.
- SILVA, A. D.; REIS, J. C.; REGO, S. C. R. Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.36, n.2, pp.366-382, 2019.
- SILVA, M. D. Física, Arte e Ensino: uma revisão

- bibliográfica na Revista Brasileira de Ensino de Física. XXIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. Atas [...] Salvador, 2019.
- SOLER, A. Uma proposta bakhtiniana de estudo dos gêneros discursivos IN: BRAIT, B. & MAGALHÃES, A. (org.) **Dialogismo teoria e(m) prática**, São Paulo: Terracota, 2014.
- STIPCICH, S. La interfaz “formación de docentes - ejercicio de la docencia”. Editorial - **Góndola, Enseñ Aprend Cienc**. Vol. 12, No. 2, jul-dic, p. 5-6, 2017. DOI: 10.14483/23464712.12279.
- TAMBELLI, A. **O que é Poesia e o que é Poema?** Parte 1. Disponível em: <https://www.recantodasletras.com.br/teorialiteraria/4140005> Acesso em 24 de setembro de 2020
- TEZZA, C. Poesia IN: BRAIT, B.(org.) **Bakhtin outros conceitos chave**. São Paulo: Contexto, 2006.
- THUILLIER, P. **De Arquimedes a Einstein - A face oculta da invenção científica**, Coleção Ciência e Cultura, Jorge Zahar Editor, 1994.
- VOLOCHINOV, V. N./BAKHTIN, M. M. **O discurso na vida e o discurso na arte. Sobre poética sociológica**. Trad. do inglês: FARACO, C. e TEZZA, C. Para fins didáticos. Disponível em: [https://www.academia.edu/19347967/Discurso\\_Na\\_Vida\\_Discurso\\_Na\\_Arte](https://www.academia.edu/19347967/Discurso_Na_Vida_Discurso_Na_Arte) Último acesso em: 07/03/2021
- ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas, **Pró-Posições**, v.17 n.1(49) jan./abr. 2006





## IMPACTO DE LOS NUEVOS ENTORNOS EDUCATIVOS VIRTUALES DERIVADOS DE LA COVID-19 EN EL DOMINIO AFECTIVO DE LOS FUTUROS DOCENTES PARA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

### IMPACT OF THE NEW VIRTUAL EDUCATIONAL ENVIRONMENTS DERIVED FROM COVID-19 ON THE AFFECTIVE DOMAIN OF FUTURE TEACHERS FOR SCIENCE LEARNING

### IMPACTO DOS NOVOS AMBIENTES EDUCACIONAIS VIRTUAIS DERIVADOS DA COVID-19 NO DOMÍNIO AFETIVO DOS FUTUROS PROFESSORES PARA A APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Miriam Andrea Hernández-Barco\* , Elena Bravo Lucas\*\*   
José María Marcos-Merino\*\*\* , Florentina Cañada Cañada\*\*\*\*

Cómo citar este artículo: Hernández, M., Bravo, E., Marcos, J.M., Cañada, F. (2022). Impacto de los nuevos entornos educativos virtuales derivados de la COVID-19 en el dominio afectivo de los futuros docentes hacia el aprendizaje de las ciencias. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 30-44. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18591>

#### Resumen

La aparición de la pandemia COVID-19 y las medidas de confinamiento impuestas para limitar su propagación obligaron a que la docencia, en todos los niveles educativos, pasara a ser virtual. De este modo, el avance de la pandemia ha puesto de manifiesto la importancia de que la comunidad educativa esté preparada, tanto cognitiva como afectivamente, para flexibilizar la educación. Esto es aún más relevante para el caso de los docentes en formación, dado que la virtualización de las enseñanzas es un proceso cada vez más común. En este trabajo se analiza cómo ha afectado la virtualización de las asignaturas científicas durante el confinamiento, a las emociones y la percepción de autoeficacia de una muestra de 330 maestros en formación, así como las principales causas atribuidas para dichas emociones. De acuerdo con los resultados, los participantes sintieron mayoritariamente emociones negativas (preocupación, incertidumbre, frustración, nerviosismo...), derivadas del docente y de la metodología implementada por este; así como una baja autoeficacia hacia la enseñanza de las ciencias. En base a estos resultados se incluyen una serie de implicaciones educativas para una mejor experiencia emocional en el alumnado durante la enseñanza virtual de las ciencias.

Recibido: 17 de septiembre de 2021; aprobado: 14 de enero de 2022

- \* Master en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, España. Email: mhdelbarco@unex.es – ORCID 0000-0002-3196-0421
- \*\* Master en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, España. Email: ebravo@unex.es – ORCID 0000-0002-0208-2199
- \*\*\* Doctor en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, España Email: jmmarcos@unex.es – ORCID 0000-0003-0773-2899
- \*\*\*\* Doctora en ciencias. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, España Email: flori@unex.es – ORCID 0000-0001-5544-0423

**Palabras Clave:** : ICOVID-19. Enseñanza virtual. Formación de maestros. Emociones. Alfabetización científica.

### **Abstract**

The COVID-19 pandemic and the lockdown rules imposed to limit its spread forced to become virtual teaching at all educational levels. The pandemic's progress has highlighted the importance of the educative community be ready cognitively and affectively to make more flexible education. This is even more relevant for the teachers in training, as the virtualization of teaching is an increasingly common process. We analyse how the virtualization of science subjects, during the lockdown, affects the emotions and self-efficacy of a sample of 330 pre-service teachers. As well, the principal causes attributed to these emotions. The participants felt mostly, negative emotions (worry, uncertainty, frustration, nervousness) derived from the teacher and its implemented methodology; also, a low self-efficacy towards science teaching. Based on these results, we include several educational implications for a better emotional experience for students during science e-learning.

**Keywords:** COVID-19. E-learning. Pre-service teachers. Emotions. Scientific literacy.

### **Resumo**

O surgimento da pandemia COVID-19 e as medidas de confinamento impostas para limitar sua disseminação obrigaram o ensino, em todos os níveis de ensino, a se tornar virtual. Desta forma, o avanço da pandemia evidenciou a importância de a comunidade educacional estar preparada, tanto cognitiva quanto afetivamente, para flexibilizar a educação. Isso é ainda mais relevante no caso de professores em formação, uma vez que a virtualização do ensino é um processo cada vez mais comum. Este artigo analisa como a virtualização de disciplinas científicas durante o confinamento afetou as emoções e a percepção de auto eficácia de uma amostra de 330 professores em formação, bem como as principais causas atribuídas a essas emoções. De acordo com os resultados, os participantes sentiram maioritariamente emoções negativas (preocupação, incerteza, frustração, nervosismo), derivadas do professor e da metodologia por ele implementada; bem como uma baixa auto eficácia para o ensino de ciências. Com base nesses resultados, uma série de implicações educacionais são incluídas para uma melhor experiência emocional dos alunos durante o ensino virtual de ciências.

**Palavras chave:** COVID-19. Ensino virtual. Formação de professores. Emoções. Alfabetização científica.

## 1. Introducción

La pandemia mundial causada por la COVID-19 que estamos viviendo en la actualidad ha cambiado y cuestionado muchas situaciones de nuestra vida cotidiana. Esta nueva realidad requiere de ciudadanos preparados, conscientes y críticos que sean capaces de tomar decisiones y enfrentarse adecuadamente a diferentes cuestiones socio-científicas (CASTIBLANCO, 2019; COUNCIL, 1996; GIL, VILCHES, 2004; MARTÍNEZ, PARGA, 2013; TORRES, SOLBES, 2014), como el uso de la mascarilla, el mantenimiento de la distancia social, el funcionamiento de las vacunas, la necesidad de las cuarentenas en caso de haber estado en contacto con personas infectadas o los movimientos negacionistas, entre otros. Ante estas circunstancias, contar con ciudadanos con habilidades de pensamiento crítico y cuyos conocimientos científicos sean adecuados es aún más notable. El papel del profesorado resulta clave para el desarrollo de estos aspectos (CASTIBLANCO, 2019). No obstante, actualmente la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se encuentra en un momento crítico en las distintas etapas educativas: interés decreciente del alumnado hacia la ciencia (MELLADO et al., 2014), emociones más negativas en comparación con otras áreas del currículo (BRAVO et al., 2019) y carencias científicas notables en los informes TIMSS y PISA en cuanto a contenidos, razonamiento y aplicación de las ciencias en la vida diaria. Estos aspectos se agudizan durante la Educación Secundaria, y también en la formación inicial de maestros, etapa en la que debemos continuar indagando desde la didáctica de las ciencias (VIZCAÍNO, 2013). La influencia de estos factores afectivos (emociones, actitudes, valores, intereses...) es muy relevante y tiene que ser tomada en cuenta por la investigación educativa, dado que dichos actores afectivos son un elemento clave de la competencia científica (ADÚRIZ, 2018).

Factores como las experiencias previas vividas por los alumnos en la enseñanza de las ciencias son determinantes para la motivación hacia

el aprendizaje de las ciencias y el fomento de las vocaciones científicas, destacando dos factores clave: los profesores y las metodologías didácticas utilizadas por estos (VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS, 2015). En este sentido, algunos estudios previos destacan los beneficios emocionales y actitudinales de las metodologías activas en la enseñanza de las ciencias (HERNÁNDEZ-BARCO et al., 2020; HERNÁNDEZ-BARCO et al., 2021b; JEONG et al., 2019; MARCOS-MERINO et al., 2019; MARCOS-MERINO et al., 2020; ZAMORA-POLO et al., 2019). Por esta razón, el cambio de modalidad de la enseñanza, que pasó de ser presencial a virtual en todas las etapas educativas durante el confinamiento, pudo influir en la concepción de los estudiantes hacia la ciencia. Esta nueva situación empujó precipitadamente a los docentes a introducirse de lleno en la virtualización de sus enseñanzas. En algunos casos, esta adaptación repentina realizada sin una visión estratégica sobre la transformación digital de la educación (AREA-MOREIRA et al., 2021) ha supuesto enormes esfuerzos a realizar por las diferentes partes interesadas mientras que, por otro lado, ha fomentado un cambio metodológico en la docencia universitaria. La virtualización de la enseñanza fue llevada a cabo, en algunos casos, a través de metodologías activas como el *flipped classroom*, donde los docentes crean lecciones en video que los alumnos pueden ver de forma asíncrona, dejando las sesiones con el docente para la resolución de dudas, problemas y trabajos. JEONG et al. (2016) han realizado investigaciones con maestros en formación empleando esta metodología en situaciones anteriores a la pandemia, concluyendo que su implementación aumenta la motivación en el aprendizaje de las ciencias y les ayuda a comprender mejor los contenidos científicos.

Sin embargo, otros autores ponen el punto de mira en la denominada brecha digital (DONITSA-SCHMIDT, RAMOT, 2020), la cual ha hecho aún mayor la diferencia que ya existía anteriormente



en función de los recursos socioeconómicos o la población urbana o rural del alumnado. En este sentido ESPINO-DÍAZ et al. (2020) han destacado tres brechas existentes para conseguir una enseñanza virtual de calidad: (1) el acceso a internet y poseer dispositivos con los que conectarse, (2) el tiempo de uso y su calidad y (3) las habilidades docentes, la disponibilidad de recursos y adaptación de plataformas online que apoyen la enseñanza. Todos los factores anteriormente mencionados pueden llegar a afectar al alumnado a nivel afectivo (ESPINOSA et al., 2020), por lo que es necesario conocer lo que dice la literatura sobre estas cuestiones. El estudio de los elementos afectivos en la enseñanza es primordial dados los importantes vínculos que existen entre el dominio emocional y el dominio cognitivo: considerar las emociones de los estudiantes es fundamental para su aprendizaje (MELLADO et al., 2014). Por ello, en primer lugar, se realiza una breve revisión sobre las emociones y la autoeficacia en la enseñanza de las ciencias con los maestros en formación. Posteriormente, se describen los aspectos metodológicos y los resultados sobre dichos aspectos afectivos de una muestra de maestros en formación durante el aprendizaje virtual en los meses de pandemia. Estos resultados se enmarcan dentro de un proyecto nacional de investigación (Gobierno de España, referencia PID2020-115214RB-I00) de la Universidad de Extremadura.

## 2. Marco de Referencia o Marco teórico

### 2.1. Emociones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias con futuros maestros

El estudio de las emociones se inicia con DARWIN (1872), que fue el primer autor interesado en su estudio biológico con la obra “La expresión de las emociones en hombres y animales”. Sin embargo, y desde entonces, el estudio de las emociones ha sido tratado de forma independiente a la dimensión cognitiva. De este modo se han realizado, por un lado, investigaciones relacionadas con la cognición (aspectos relacionados con la memoria,

el aprendizaje o la atención), y otras centradas en la parte emocional, la experiencia sentimental y las respuestas motoras y fisiológicas asociadas (BELMONTE, 2007). Actualmente es innegable la asociación existente entre dimensión afectiva y dimensión cognitiva (y, por tanto, entre emociones y aprendizaje): el aula y los procesos de enseñanza están cargados de afectividad (GARRITZ, 2010). Multitud de funciones cognitivas como la memorización, el razonamiento, la atención o la resolución de problemas están íntimamente ligadas a las emociones que sienten los alumnos en el aula (PHELPS, 2006). Asimismo, otras decisiones que los alumnos toman en el ámbito académico, como las estrategias de aprendizaje o la gestión del tiempo están condicionadas por las emociones que sienten (PEKRUN, 2014).

La taxonomía habitualmente empleada en la investigación en el aula clasifica las emociones en positivas (que generan efectos placenteros en los estudiantes) y negativas (que producen malestar) (CHIN et al., 2017; JEONG et al., 2019; RETANA-ALVARADO et al., 2019). En esta investigación se han seleccionado diferentes emociones académicas positivas (alegría, confianza, curiosidad, diversión, entusiasmo, tranquilidad, satisfacción y sorpresa) y negativas (aburrimiento, apatía, frustración, incertidumbre, inseguridad, nerviosismo, miedo, preocupación y rechazo), seleccionadas entre las sentidas por muestras de maestros en formación hacia el aprendizaje de las ciencias (MELLADO et al., 2014; PEKRUN, 2014).

La disociación que se ha realizado tradicionalmente entre el dominio cognitivo y afectivo ha generado en numerosas ocasiones malas experiencias en los estudiantes durante el aprendizaje de las ciencias (TOMAS et al., 2016), que ha llevado a que a día de hoy los estudiantes estén experimentando un alejamiento de los estudios relacionados con las ciencias (VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSEROMAS, 2015). Es indispensable que los docentes sean conscientes del valor que tienen en el aula los factores afectivos y puedan ofrecer experiencias emocionales que favorezcan el aprendizaje:

bajos niveles de implicación del profesorado y metodologías altamente transmisivas y expositivas están relacionadas con emociones más negativas hacia la ciencia. Por otro lado, es necesario considerar no solo las emociones de los alumnos, sino también las de los docentes, dado que se ha comprobado que las emociones experimentadas por estos hacia la enseñanza de sus asignaturas se transmiten a sus alumnos: aquellos docentes que sienten más emociones positivas durante sus clases de ciencias favorecen que sus alumnos también sientan emociones positivas hacia la ciencia (FRENZEL et al., 2009). Esta transmisión de emociones profesor-alumno, junto con la influencia de las emociones en la cognición y en el comportamiento de los estudiantes, justifican considerar las emociones en la formación inicial del profesorado en ciencias. Además de con las emociones, esto también ocurre con la percepción de autoeficacia, siendo este un predictor de la conducta que tendrán en el aula como docentes (BORRACHERO et al., 2013).

## **2.2. Autoeficacia hacia la enseñanza-aprendizaje de ciencias en la formación de maestros**

Una cuestión altamente relacionada tanto con la metodología empleada por el docente como con las propias emociones es la autoeficacia. Referido a las creencias que tiene la persona sobre sus propias capacidades para organizar y llevar a cabo una tarea, influye enormemente sobre la manera de sentir, pensar y actuar (BANDURA, 1997). La percepción de autoeficacia permite controlar las situaciones y tiene un gran impacto sobre la toma de decisiones. Por tanto, es una variable que tiene especial relevancia en la profesión docente (ECCLES, WIGFIELD, 2002). La percepción de autoeficacia que tenga un docente está condicionada por el dominio que tenga del tema que va a enseñar y de su conocimiento sobre la materia. Es imposible que un docente consiga enseñar algo que desconoce (MELLADO et al., 2014). Además, también depende de su conocimiento didáctico del contenido: los maestros deben conocer el contenido y saber

enseñarlo (GARGALLO, BARGALLÓ, 2011). Aquellos docentes que se sientan mejor preparados se sentirán más cómodos en clase, experimentarán emociones positivas más intensas durante la enseñanza y estarán más dispuestos a arriesgar en la metodología, alejándose de los tradicionales libros de texto (BORRACHERO et al., 2013). Por ello, la autoeficacia es un predictor del éxito académico (PUTWAIN et al., 2013).

La autoeficacia está condicionada por las emociones de los alumnos (PEKRUN, 2014). Con los maestros en formación, existen algunos indicios que apuntan que aquellos que poseen una mayor percepción de autoeficacia hacia la enseñanza de las materias científicas son aquellos que experimentan más emociones positivas durante su aprendizaje (HERNÁNDEZ-BARCO et al., 2021A). Sin embargo, es una circunstancia que, dada la influencia en su futura acción docente, debe ser explorada con más profundidad.

## **3. Metodología de investigación**

Se trata de un estudio descriptivo en el que se ha empleado un muestreo intencional o de conveniencia, seleccionando a aquellos alumnos que durante el confinamiento (segundo semestre del curso 2019/2020) cursaron las asignaturas científicas “Didáctica de la materia y la energía” (2º curso) y “Didáctica del medio físico y los seres vivos” (3º curso) del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura. La muestra está formada por 330 maestros en formación inicial, estudiantes del 3º y 4º curso del Grado en Educación Primaria en las Facultades de Educación (Badajoz) y de Formación del Profesorado (Cáceres), y está constituida por un 68,8 % de mujeres y un 31,2 % de hombres, de los cuales un 70 % ha cursado previamente un bachillerato de Ciencias Sociales y un 23 % un bachillerato de Ciencia y Tecnología. El instrumento empleado ha sido un cuestionario anónimo de elaboración propia que contiene preguntas relativas a las emociones experimentadas durante la enseñanza virtual de las asignaturas de ciencias y sus causas; y sobre su percepción de autoeficacia hacia la enseñanza y el aprendizaje

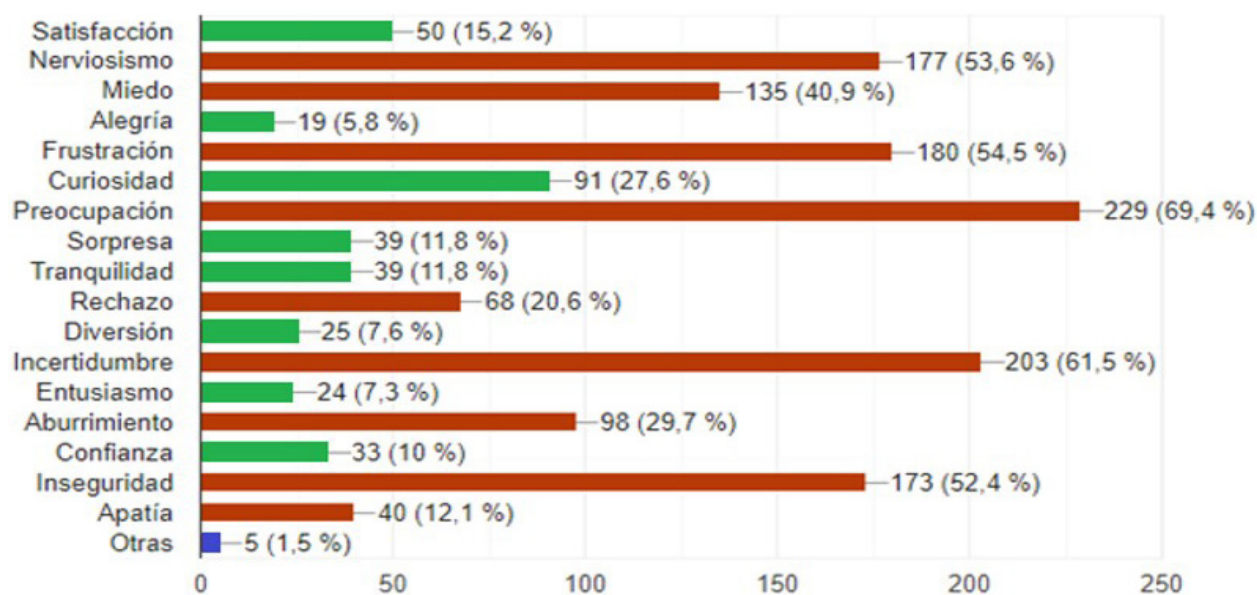
de las ciencias tras este proceso. Estas preguntas se han extraído de cuestionarios previamente validados que analizan estos aspectos afectivos en la enseñanza de las ciencias (HERNÁNDEZ-BARCO et al., 2020; MELLADO et al., 2014; OCHOA DE ALDA et al., 2019). Los datos extraídos de estas preguntas se han analizado cuantitativamente empleando los programas SPSS v. 25 y JASP v. 0.13. Dado que los datos se ajustan a una distribución normal ( $p$ -valor  $> 0,05$ , test de normalidad Kolmogorov-Smirnov), se ha empleado el test t-Student para comparar medias y la correlación de Pearson. Los gráficos incluidos se han realizado con Microsoft Excel y JASP v. 0.13. Asimismo, el cuestionario incluye una pregunta abierta en la que los participantes tienen que reflexionar sobre cómo se han sentido durante este proceso. Esta pregunta ha sido analizada cualitativamente, empleando para ello categorías basadas en análisis de contenido y categorías empleadas en trabajos previos sobre las causas de las emociones en el aprendizaje de las ciencias (MELLADO et al., 2014). El tiempo medio empleado por los participantes para completar el test fue de unos 15 minutos.

#### 4. Resultados y discusión

A continuación, se describen los resultados obtenidos para las diferentes partes del cuestionario. En primer lugar, con respecto a las emociones sentidas durante la enseñanza virtual de las asignaturas científicas y, en segundo lugar, se muestran los resultados obtenidos con relación a su percepción de autoeficacia docente.

##### 4.1 Emociones sentidas durante la enseñanza virtual de las ciencias en el confinamiento y sus causas

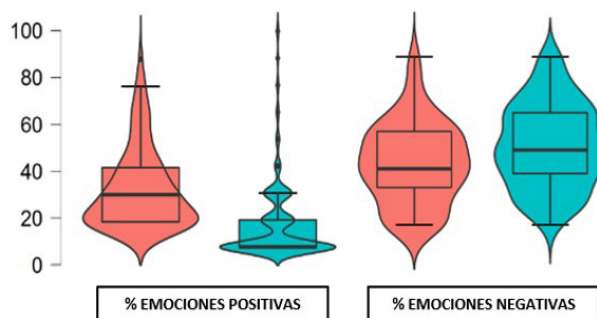
Los futuros maestros participantes sintieron con más frecuencia emociones negativas durante la enseñanza virtual de las asignaturas de didáctica de las ciencias en el confinamiento. De media, cada participante experimentó un 44,07 % de las emociones negativas y un 11,81 % de las emociones positivas ( $\pm 25,32$  % y 17,99 %, respectivamente). El análisis individual de las emociones (Figura 1) revela que las emociones más habitualmente experimentadas fueron la preocupación (69,4 %), la incertidumbre (61,5 %), la frustración (54,5 %), el nerviosismo (53,6 %) y la inseguridad (52,4 %).



**Figura 1.** Emociones positivas (verde) y negativas (naranja) sentidas por los futuros maestros durante el confinamiento con la enseñanza virtual de las asignaturas científicas. Para cada emoción se indica el número de estudiantes que manifiesta haberla sentido y, entre paréntesis, el porcentaje respecto al total de la muestra.

También resaltan otras emociones negativas (como el miedo o el aburrimiento), que, aunque están presentes en porcentajes inferiores al 50 %, todavía son más frecuentes que las emociones positivas más habitualmente sentidas por estos estudiantes universitarios. Dentro de este grupo destacan la curiosidad (27,6 %) y la satisfacción (15,2 %).

El análisis del porcentaje de emociones positivas y negativas experimentadas por los participantes revela algunas diferencias en función de su género, su formación previa en bachillerato y la asignatura de didáctica de las ciencias cursada durante el confinamiento. En relación a las emociones positivas, solo se encuentran diferencias en función del bachillerato: aquellos participantes que cursaron un bachillerato científico-tecnológico sintieron, durante la virtualización de la enseñanza de las ciencias, más emociones positivas (un 16,25 %) que aquellos que cursaron un bachillerato de humanidades o ciencias sociales (un 10,50 %) ( $p$ -valor=0,013, test t-Student). Respecto al porcentaje de emociones negativas sentidas, se observan diferencias en función de las tres variables analizadas: i) las futuras maestras sintieron más emociones negativas (un 47,95 %) que sus compañeros varones (un 35,51 %) ( $p$ -valor<0,001, test t-Student), ii) los participantes que cursaron un bachillerato de humanidades o ciencias sociales sintieron más emociones negativas (un 47,08 %) que aquellos que cursaron un bachillerato de ciencias (un 36,68 %) ( $p$ -valor<0,001, test t-Student) y iii) los futuros maestros que cursaron la asignatura “Didáctica de la materia y la energía” (física y química) (un 47,63 %) experimentaron más emociones negativas que aquellos que estaban cursando la asignatura “Didáctica del medio físico y los seres vivos” (biología y geología) (un 40,93 %) ( $p$ -valor=0,021, test t-Student). La influencia de la formación científica previa en las diferencias encontradas en las emociones, tanto positivas como negativas, queda reflejada en las diferentes distribuciones de las emociones en función de la modalidad de bachillerato cursada



**Figura 2.** Diagramas de caja y violín que representan el porcentaje de emociones positivas y negativas sentidas por los participantes durante la virtualización de la enseñanza de las ciencias, en función de la modalidad de bachillerato cursada (científico-tecnológico en rojo, humanidades y ciencias sociales en azul). La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana, los límites inferiores y superiores corresponden a los percentiles 25 y 75, y la terminación inferior y superior de las líneas verticales a los percentiles 5 y 95. La curva del violín representa la densidad de puntos por los participantes (Figura 2).

Con relación a las causas que atribuyen a las emociones, los participantes consideran que las emociones negativas son ocasionadas por el docente o la metodología implementada por este durante la virtualización de la enseñanza de su materia. De este modo, las causas más comunes de emociones negativas fueron la metodología empujada por el docente y la excesiva carga de trabajos a realizar durante el cuatrimestre (52,4 %), la actitud del profesorado (42,4 %), la resolución de dudas o problemas que surgían durante la enseñanza de la asignatura (42,1 %) y algunas características propias de la virtualización de la enseñanza como: i) el trabajo en solitario, ii) la ausencia de clases teóricas presenciales y iii) la ausencia de actividades presenciales de enfoque práctico, características de la enseñanza de las ciencias como las prácticas de laboratorio y las salidas al medio natural (38,8 %). Estas causas quedan reflejadas en las reflexiones de los participantes:

*“El aprendizaje hubiera sido satisfactorio si el profesor nos hubiese prestado más atención”*

*“Creo que hubo falta de actitud por parte del profesor para adaptar las clases virtuales”*

*“La virtualización de las asignaturas fue muy lenta y además tenía una carga excesiva para el alumnado en cuanto a trabajos a realizar”*

*“Comprendo que durante el confinamiento nos encontrábamos en una situación nueva y algo desconcertante, pero creo que los profesores se han esforzado poco por darnos clases online. Además, la carga de trabajos fue excesiva”*

*“Se ha puesto mucho empeño por parte de algunos profesores, pero tratar de compensar las clases teóricas con trabajos no es la solución”*

*“Debido al confinamiento no se han podido realizar todas las prácticas científicas que estaban propuestas, lo que no nos ha permitido conocer y acercarnos al mundo de la ciencia mediante experiencias de laboratorio, salidas al campo...”*

Muchos participantes no atribuyen, sin embargo, las emociones negativas a la virtualización de la enseñanza en sí, sino que las relacionan más bien con la celeridad con que esta se tuvo que diseñar e implementar durante el confinamiento:

*“Desde mi punto de vista la enseñanza virtual tal como la vivimos en el confinamiento no es representativa del potencial que puede tener”*

Los propios contenidos de las asignaturas, especialmente los contenidos de física y química también originaron emociones negativas en los participantes (33,9 %), al igual que la evaluación final de las asignaturas (31,5 %):

*“Con Didáctica del medio físico y los seres vivos acabé con muy buenas sensaciones, todo lo contrario que con Didáctica de la materia y la energía”*

*“Estábamos realmente asustados por cuál podría ser el resultado final de la evaluación de la asignatura”*

*“Habría sido mejor evaluar por proyectos que con un examen final virtual. No se puede pretender que a todo el mundo le funcione la conexión a internet, habiendo alumnos procedentes de pueblos en los que hay una mala conexión inalámbrica”*

En relación con las emociones positivas, estas tienen un origen intrínseco. Los participantes consideran que las causas más comunes de dichas emociones

fueron su propia actitud ante la asignatura (43,3 %) y su trabajo autónomo (35,8 %). Otras causas habitualmente atribuidas para las emociones positivas son los procedimientos de evaluación continua de las asignaturas implementados durante el confinamiento (para un 34,2 %). Estas causas quedan recogidas en las reflexiones:

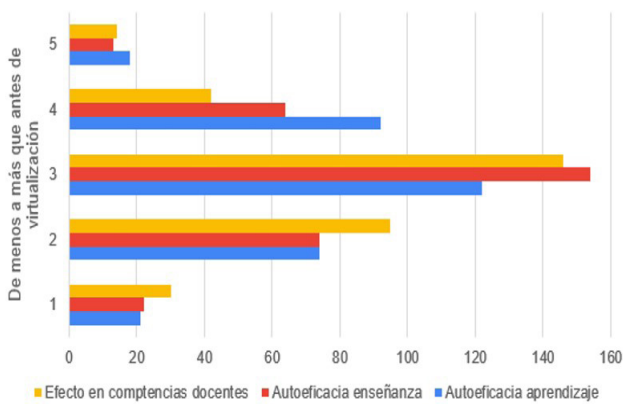
*“Es mejor organizarnos nosotros de forma autónoma teniendo siempre al profesor como un buen guía al que acudir como fue mi caso”*

*“Pienso que a través de la realización de trabajos se ha podido aprender mucho más que con clases expositivas”*

#### **4.2 Efecto de la enseñanza virtual en la autoeficacia hacia la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: influencia del contenido y la metodología y su relación con las emociones**

La virtualización de la enseñanza de las ciencias durante el confinamiento tuvo, para los futuros maestros participantes, un efecto negativo en sus competencias docentes y en su percepción su capacidad para enseñar ciencias (Figura 3). Los resultados reflejan que un 37,9 % de los participantes declara tener menos competencias como docentes que antes de la virtualización de la enseñanza de las ciencias, mientras que solo un 16,9 % afirma haber ampliado sus competencias docentes tras este proceso. Respecto a su autoeficacia hacia la enseñanza de las ciencias, un 29,9 % de los participantes se siente menos capacitado para enseñar ciencias que antes de la virtualización, frente al 23,3 % que declara sentirse más capacitado.

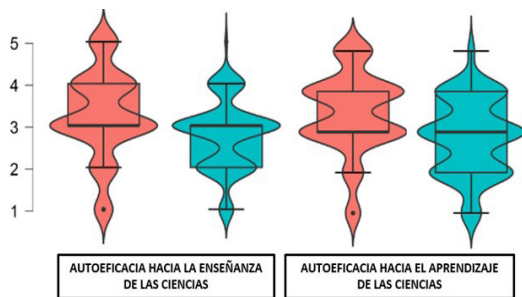
Este impacto en la autoeficacia hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias depende de la formación previa de los futuros maestros. Aquellos participantes que cursaron un bachillerato no científico tienen una menor percepción de autoeficacia, tanto hacia la enseñanza de las ciencias (media de 2,78) como hacia su aprendizaje (media de 2,87), que sus compañeros que cursaron un bachillerato científico (medias de 3,28 y 3,49 respectivamente) ( $p$ -valor < 0,001 con



**Figura 3.** Efecto de la enseñanza virtual de las asignaturas científicas durante el confinamiento en las competencias docentes (amarillo), la autoeficacia hacia la enseñanza de las ciencias (rojo) y la autoeficacia hacia el aprendizaje de las ciencias (azul) de los participantes. Se representa el número de participantes en el eje de abscisas y sus respuestas en el eje de ordenadas (de 1, menos que antes de la virtualización, a 5, más que antes de la virtualización).

el test t-Student en ambos casos) (Figura 4). No se observan diferencias en función del género o de la asignatura cursada.

El efecto de la enseñanza virtual en la percepción de autoeficacia hacia la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros también varía en función de la metodología a implementar y del contenido



**Figura 4.** Diagramas de caja y violín que representan la percepción de autoeficacia hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, tras la virtualización de la enseñanza de las ciencias del confinamiento, en función de la modalidad de bachillerato cursada por los futuros maestros (científico-tecnológico en rojo, humanidades y ciencias sociales en azul). La recta horizontal dentro de cada caja representa la mediana, los límites inferiores y superiores corresponden a los percentiles 25 y 75, y la terminación inferior y superior de las líneas verticales a los percentiles 5 y 95. La curva del violín representa la densidad de puntos.

a enseñar (Tabla 1). La actividad para la que los participantes se sienten más capacitados como docentes de ciencias tras el confinamiento es la clase expositiva tradicional, seguida de las metodologías activas y las salidas al medio natural. Mientras, no se sienten capacitados para implementar prácticas de laboratorio. Respecto a los contenidos, los participantes se sienten más capacitados para enseñar biología y se sienten poco capacitados para impartir contenidos físico-químicos.

Tabla 1. Metodologías docentes y contenidos para los que los participantes se declaran más y menos capacitados como docentes tras la virtualización de las asignaturas científicas durante el confinamiento. En sombreado de destacan aquellas actividades y materias con porcentajes superiores a un tercio de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el análisis inferencial revela que la percepción de autoeficacia hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, tras la virtualización de la enseñanza durante el confinamiento, está relacionada con las emociones sentidas por los participantes durante este proceso (Tabla 2). Los análisis de correlación realizados revelan que aquellos participantes que sintieron más emociones positivas y menos emociones negativas son aquellos que se sienten más capacitados tanto para enseñar como para aprender ciencias (Pearson,  $p$ -valor < 0,001), así como aquellos que piensan que la experiencia de virtualización ha afectado menos a sus competencias como docentes de ciencias (Pearson,  $p$ -valor < 0,01). Las diferentes variables de autoeficacia y las emociones positivas y negativas están, a su vez, relacionadas entre sí: i) aquellos estudiantes que, tras el confinamiento, tienen más autoeficacia hacia la enseñanza de las ciencias son aquellos que tienen una mayor autoeficacia hacia su aprendizaje y aquellos que creen que la virtualización ha afectado menos a sus competencias docentes (Pearson,  $p$ -valor < 0,001), y ii) aquellos participantes que han sentido más emociones positivas durante el proceso de

**Tabla 1.** Metodologías docentes y contenidos para los que los participantes se declaran más y menos capacitados como docentes tras la virtualización de las asignaturas científicas durante el confinamiento. En sombreado de destacan aquellas actividades y materias con porcentajes superiores a un tercio de los estudiantes.

| Tipo de metodología didáctica               | Más capacitado | Menos capacitado | Tipo de contenido | Más capacitado | Menos capacitado |
|---|----------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|
| Clase expositiva                            | 37,3 %         | 13,3 %           | Física            | 12,1 %         | 37,3 %           |
| Clase virtual                               | 13,9 %         | 12,7 %           | Química           | 9,1 %          | 43,9 %           |
| Salida al medio natural                     | 18,8 %         | 7,6 %            | Biología          | 63 %           | 7 %              |
| Práctica de laboratorio                     | 4,8 %          | 51,1 %           | Geología          | 15,8 %         | 11,8 %           |
| Metodologías activas (ABP, gamificación...) | 25,5 %         | 14,8 %           |                   |                |                  |

**Fuente:** Elaboración propia.

virtualización son aquellos que han sentido menos emociones negativas (Pearson,  $p$ -valor $<0,001$ ).

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre las diferentes variables analizadas en esta investigación: porcentaje de emociones positivas y negativas sentidas por los participantes durante la enseñanza virtual de las ciencias, su percepción de autoeficacia hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias tras dicho proceso de virtualización y el efecto de este proceso en sus competencias docentes (Correlación de Pearson, \*\*\* $p$ -valor $<0,001$ , \*\* $p$ -valor $<0,01$ ).

#### 4.3 Discusión

Las medidas excepcionales establecidas durante el confinamiento y el cierre de escuelas (tanto de Educación Primaria como Secundaria), supusieron un cambio drástico en la docencia, que inicialmente se impuso como temporal. Sin embargo, y desde entonces, nuevas variantes y brotes siguen provocando cierres y aislamientos que ponen en relieve la necesidad de flexibilizar la enseñanza (JORDAN et al., 2021). Los futuros maestros, en sus cuestionarios, manifiestan sentir preocupación, incertidumbre e inseguridad durante el aprendizaje

de las ciencias en la situación de confinamiento y expresan la necesidad de que se atienda y modifique la evaluación, un miedo que ya ha sido manifestado previamente en otras investigaciones relacionadas con la enseñanza virtual (DUNG, 2020). Nuestros resultados concuerdan con anteriores investigaciones realizadas con futuros maestros durante el aprendizaje de las ciencias, en los que éstos describen altas frecuencias de emociones negativas (DÁVILA-ACEDO et al., 2015), destacando especialmente emociones negativas hacia las asignaturas relacionadas con la física y la química (BRÍGIDO et al., 2013; HERNÁNDEZ-BARCO et al., 2021a). Considerar esto tiene especial relevancia, ya que las emociones de los futuros maestros hacia las ciencias condicionan las que sentirán a la hora de enseñar ciencias a sus futuros alumnos (FRENZEL et al., 2009; POON et al., 2019), y además, están relacionadas con las que sintieron como alumnos de Educación Secundaria (OCHOA DE ALDA et al., 2019). Los futuros maestros deben provocar, de manera general, emociones positivas durante la enseñanza de las ciencias en el aula, acercándolas al alumnado y generando vocaciones científicas,

**Tabla 2.** Coeficientes de correlación entre las diferentes variables analizadas en esta investigación: porcentaje de emociones positivas y negativas sentidas por los participantes durante la enseñanza virtual de las ciencias, su percepción de autoeficacia hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias tras dicho proceso de virtualización y el efecto de este proceso en sus competencias docentes (Correlación de Pearson, \*\*\* $p$ -valor $<0,001$ , \*\* $p$ -valor $<0,01$ ).

|                              | (1)       | (2)       | (3)      | (4)       | (5) |
|------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----|
| (1) Autoeficacia aprendizaje | 1         |           |          |           |     |
| (2) Autoeficacia enseñanza   | 0,645***  | 1         |          |           |     |
| (3) Efecto comp. docente     | 0,223***  | 0,313***  | 1        |           |     |
| (4) Emociones positivas      | -0,361*** | -0,262*** | -0,161** | 1         |     |
| (5) Emociones negativas      | 0,351***  | 0,309***  | 0,150**  | -0,430*** | 1   |

**Fuente:** Elaboración propia.

para poder formar una ciudadanía preparada para hacer frente a controversias socio-científicas como la que estamos viviendo con la actual pandemia (ADÚRIZ, 2018; LAUGKSCH, 2000; MARTÍNEZ, PARGA, 2013; TORRES, SOLBES, 2014; VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS, 2015). Por tanto, es necesario tener en cuenta estas emociones negativas e intervenir sobre ellas desde la formación inicial.

Tras el confinamiento, se han detectado numerosos desórdenes emocionales en los jóvenes, de los que aún no se conocen los efectos. Algunas investigaciones muestran que la mayoría de los estudiantes universitarios presentan dificultad para dormir, unido a sentimientos depresivos, pesimistas y desesperanza (ROXANA et al., 2020). En nuestra investigación, los futuros maestros aluden a la sensación de soledad o aislamiento generados como consecuencia del estudio individual por no poder asistir a clase. En este sentido, algunos investigadores sugieren que este sentimiento puede disminuir con una comunicación eficaz entre el docente y el alumnado (ALVARADO, 2014). Los resultados de las investigaciones de ROXANA et al., (2020) realizadas con una población de estudiantes universitarios destaca que el 65% de sus estudiantes encuestados indicó tener problemas de concentración, mientras que el 48% presentó ataques de ansiedad y sentimientos de inseguridad. Es necesario que los docentes presten apoyo y consideren estas emociones generadas en los entornos virtuales. Dentro de la relación de comunicación entre el docente y el estudiante, es fundamental la transmisión de emociones docente-alumnos, lo que permitirá que los alumnos se mantengan motivados durante el aprendizaje virtual (ALVARADO, 2014). Algunas metodologías híbridas, como *flipped classroom*, han demostrado cómo los futuros maestros aprenden mejor los contenidos científicos y además mejoran sus actitudes y emociones hacia el aprendizaje de las ciencias (JEONG et al., 2016). Sin embargo, esas investigaciones fueron realizadas en contextos pre-pandemia. Las

investigaciones de NIÑO-CARRASCO et al. (2021) sugieren que los estudiantes universitarios que han asistido a una enseñanza remota derivada de la emergencia sanitaria viven experiencias diferentes a las que viven los estudiantes universitarios con una enseñanza en línea programadas, existiendo diferencias en la valoración general de la experiencia, en el diseño de actividades y en la evaluación.

Con respecto a la percepción de autoeficacia, es fundamental mejorar esta dimensión en los futuros maestros porque tiene una influencia decisiva en su aprendizaje de las ciencias (TAKUNYACI, 2021). Nuestros resultados sugieren que es preciso mejorar sus propias capacidades para enseñar ciencias, especialmente, prácticas de laboratorio (metodología hacia la que se sienten menos capacitados). Además, deben mejorar su competencia para la enseñanza de la física y la química (las conocidas como “ciencias duras”). Esto es preciso ya que un maestro con una baja confianza en sus propias capacidades y con altas intensidades de emociones negativas implementará mayoritariamente actividades expositivas basadas en el libro de texto, convirtiendo su asignatura en tediosa, difícil de comprender para sus estudiantes y menos motivante (AALDEREN-SMEETS, MOLEN, 2015; WU et al., 2019; YIN et al., 2017). Es posible mejorar la dimensión afectiva de los futuros maestros hacia las ciencias a través de prácticas en el laboratorio (DÁVILA-ACEDO et al., 2015; MARCOS-MERINO et al., 2019; MARCOS-MERINO et al., 2020).

Algunos resultados alentadores sugieren que la enseñanza virtual es efectiva y que las instituciones están trabajando para desarrollar recursos que mejoren la interactividad y enganche a los estudiantes (ROBYN-JENIA, 2020). Sin embargo, a pesar de los numerosos beneficios que tiene el aprendizaje en línea (se puede formar a multitud de personas al mismo tiempo, promueve habilidades y competencias particulares de lo virtual, está adaptado a las nuevas formas de vida del mundo contemporáneo, facilita el aprendizaje



a lo largo de toda la vida...), existen algunas limitaciones (miedo a la evaluación, tiempo excesivo frente a las pantallas, falta de desarrollo de habilidades sociales...), que deben abordarse para conseguir que los estudiantes lo perciban como una experiencia satisfactoria (DUNG, 2020; POSEY et al., 2010). Además, aún es necesario que exista una correcta organización, una formación tecnológica por parte de los docentes implicados en la enseñanza y corregir algunos problemas de seguridad cibernética (ROBYN-JENIA, 2020). Sin duda, nos encontramos frente a un paradigma inusual e inesperado, que debe abordarse facilitando la transición hacia modelos de educación virtual, corrigiendo las flaquezas detectadas y fomentando las potencialidades pedagógicas de los entornos virtuales (ARAQUE et al., 2018; GARCÍA-DE-PAZ, SANTANA, 2021). Esto es necesario para que la enseñanza virtual de las ciencias, cada vez más presente, sea una experiencia motivante y efectiva.

### 5. Consideraciones finales

Los entornos virtuales de enseñanza son cada vez espacios más comunes en los cuales desarrollar la labor educativa. La aparición de la pandemia COVID-19 ha acelerado enormemente este proceso, pero una vez desaparezca la actual emergencia sanitaria, la virtualización de la enseñanza seguirá probablemente aumentando a lo largo del siglo XXI. Los docentes deben prepararse para este proceso, adquiriendo competencias y habilidades relativas a las TIC y a las metodologías activas que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje en la enseñanza virtual. La formación inicial del profesorado debe tener un papel clave en este proceso formativo, en el que no se pueden obviar los aspectos afectivos. Teniendo en cuenta nuestros resultados, para evitar que la virtualización de la enseñanza genere altas frecuencias de emociones negativas se deben considerar algunos aspectos como: i) evitar una excesiva carga de trabajo autónomo del alumno, ii) optimizar los mecanismos para la resolución de

dudas y problemas y iii) incluir enfoques activos con los que sustituir actividades presenciales bien valoradas por el alumno en la enseñanza de las ciencias como prácticas de laboratorio y salidas al medio natural. Para fomentar emociones positivas durante la virtualización de la enseñanza de las ciencias se recomienda:

- Dar más protagonismo al alumnado, acortando los periodos de exposición de contenidos por parte del docente e incrementando los periodos de trabajos de los alumnos, actuando el docente como guía de las distintas actividades y problemas planteados.
- Evitar sobrecargar al alumnado con trabajos y tareas, promoviendo el trabajo en equipo y la interacción entre los alumnos.
- Mejorar la comunicación profesor-alumno, fomentando y garantizando la resolución de los problemas y las dudas que le surjan a los alumnos durante la impartición de las materias y durante sus periodos estudio.
- Incluir actividades motivantes basadas en enfoques prácticos activos (como la indagación, el aprendizaje basado en problemas o proyectos, el aprendizaje-servicio...), adaptando aquellas actividades más atractivas que normalmente se realizan de manera presencial como prácticas de laboratorio y salidas al medio natural.
- Garantizar una evaluación final justa, asegurando que esta no se vea afectada por problemas de conexión de los alumnos, así como incluir las diferentes tareas realizadas durante la impartición de la materia en la evaluación continua.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación PID2020-115214RB-I00 (AEI/FEDER, EU), y la Ayuda a Grupos GR21047.

### Referencias

AALDEREN-SMEETS, S. I.; MOLEN, J. H. Improving

- primary teachers' attitudes toward science by attitude-focused professional development. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 52, n. 5, 710–734. 2015. <https://doi.org/10.1002/tea.21218>
- ADÚRIZ, A. Enseñanza de las ciencias naturales estructurada en torno a “competencias”: ¿qué hay de nuevo? **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 13, n. 1, 5-6. 2018. <https://doi.org/10.14483/23464712.12916>
- ALVARADO, M. A. Retroalimentación en educación en línea: una estrategia para la construcción del conocimiento. **RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v. 17, n. 2, 59–73. 2014. <https://doi.org/10.5944/ried.17.2.12678>
- ARAQUE, I.; MONTILLA, L.; MELEÁN, R.; ARRIETA, X. Entornos virtuales para el aprendizaje: una mirada desde la teoría de los campos conceptuales. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 13, n.1, 86–100. 2018. <https://doi.org/10.14483/23464712.11721>
- AREA-MOREIRA, M., *et al.* Análisis de las políticas de enseñanza universitaria en España en tiempos de Covid-19. La presencialidad adaptada. **Revista de Educación a Distancia (RED)**, v. 21, n. 65, 1–19. 2021. <https://doi.org/10.6018/red.450461>
- BANDURA, A. **Self-efficacy: The exercise of control**. Macmillan. Basingstoke, Reino Unido. 1997.
- BELMONTE, C. M. Emociones y cerebro. **Revista de La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 101, n. 1, 59–68. 2007.
- BORRACHERO, A., *et al.* Relationship between self-efficacy beliefs and emotions of future teachers of Physics in secondary education. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 14, n. 2, 1–11. 2013.
- BRAVO, E., *et al.* Emociones de los futuros maestros de Educación Infantil en las distintas áreas del currículo. **Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado**, v. 23, n. 4, 196-214. 2019
- BRÍGIDO, M., *et al.* The emotions about teaching and learning science: a study of prospective primary teachers in three spanish universities. **Journal of Baltic Science Education**, v. 12, n. 3, 299–311. 2013.
- CASTIBLANCO, O. L. El pensamiento crítico en la formación de profesores de ciencias naturales. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 14, n. 1, 5–6. 2019. <https://doi.org/10.14483/23464712.14117>
- CHIN, E. C. H., *et al.* The influence of negative affect on test anxiety and academic performance: An examination of the tripartite model of emotions. **Learning and Individual Differences**, v. 54, 1–8. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.01.002>
- COUNCIL, N. R. **National Science Education Standards**. National Academy Press. Washington D. C., Estados Unidos. 1996.
- DARWIN, C. **La expresión de las emociones**. Laetoli. Madrid, España. 1872
- DÁVILA-ACEDO, A., *et al.* Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. **Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias**, v. 12, n. 3, 550–564. 2015. <https://doi.org/10498/17609>
- DONITSA-SCHMIDT, S.; RAMOT, R. Opportunities and challenges: teacher education in Israel in the Covid-19 pandemic. **Journal of Education for Teaching**, v. 46, n. 4, 586–595. 2020. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1799708>
- DUNG, D. The advantages and disadvantages of virtual schools. **IOSR Journal of Research y Method in Education**, v. 10, n. 3, 45–48. 2020. <https://doi.org/10.9790/7388-1003054548>
- ECCLES, J. S.; WIGFIELD, A. Motivational Beliefs, Values, and Goals. **Annual Review of Psychology**, v. 53, 109–132. 2002
- ESPINO-DÍAZ, L., *et al.* Analyzing the impact of COVID-19 on education professionals. Toward a paradigm shift: ICT and neuroeducation as a binomial of action. **Sustainability**, v. 12, n. 14, 1–10. 2020. <https://doi.org/10.3390/su12145646>
- ESPINOSA, R., *et al.* Experiencia de emociones en la educación disruptiva provocada por el COVID-19. In: **Efectos sociales, económicos, emocionales y de la salud ocasionados por la pandemia del COVID19: Impactos en Instituciones de Educación Superior y en el proceso de enseñanza-aprendizaje**. Editorial Plaza y Valdés. Madrid, España. 2020
- FRENZEL, A. C., *et al.* Emotional transmission in the classroom: Exploring the relationship between teacher

- and student enjoyment. **Journal of Educational Psychology**, v. 101, n. 3, 705–716. 2009. <https://doi.org/10.1037/a0014695>
- GARCÍA-DE-PAZ, S.; SANTANA, P. La transición a entornos de educación virtual en un contexto de emergencia sanitaria: estudio de caso de un equipo docente en Formación Profesional Básica. **Revista de Educación a Distancia (RED)**, v. 21, n. 65, 1–24. 2021. <https://revistas.um.es/red/article/view/450791>
- GARGALLO, J. B.; BARGALLÓ, C. M. ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? implicaciones para su formación. **Revista de Educación**, v. 354, n. 1, 447–472. 2011.
- GARRITZ, A. La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 28, n. 3, 315–326. 2010.
- GIL, D.; VILCHES, A. Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. **Cultura y Educación**, v. 16, n. 3, 259–272. 2004.
- HERNÁNDEZ-BARCO, M. *et al.* Teaching Down to Earth—Service-Learning Methodology for Science Education and Sustainability at the University Level: A Practical Approach. **Sustainability**, v. 12, n. 2) 542. 2020
- HERNÁNDEZ-BARCO, M. *et al.* An exploratory study interrelating emotion, self-efficacy and multiple intelligence of prospective science teachers. **Frontiers in Education**, v. 6, 604791. 2021
- HERNÁNDEZ-BARCO, M. *et al.* Estudio comparativo de diferentes estrategias de aprendizaje basado en juegos: rendimiento emocional de maestros en formación durante el aprendizaje de las ciencias. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 2, e021012. 2021b.
- JEONG, J. S.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, D.; CAÑADA-CAÑADA, F. Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. **Journal of Science Education and Technology**, v. 25, n. 5, 747–758. 2016. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9630-8>
- JEONG, J. S., *et al.* Effects of active learning methodologies on the students' emotions, self-efficacy beliefs and learning outcomes in a science distance learning course. **Journal of Technology and Science Education**, v. 9, n.2, 217. 2019. <https://doi.org/10.3926/jotse.530>
- JORDAN, K., *et al.* Education during the COVID-19: crisis Opportunities and constraints of using EdTech in low-income countries. **Revista de Educación a Distancia (RED)**, v. 21, n. 65) 1–15. 2021. <https://doi.org/10.6018/red.453621>
- LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n.1, 71–94. 2000.
- MARCOS-MERINO, J. M.; ESTEBAN, R.; OCHOA DE ALDA, J. A. G. Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 16, n.1, 1602. 2019
- MARCOS-MERINO, J. M.; ESTEBAN, R.; OCHOA DE ALDA, J. A. G. Valor subjetivo y emociones hacia el uso de Química en una práctica activa interdisciplinar. **Educación Química**, v. 31, n.4, 101-111. 2020
- MARTÍNEZ, L. F.; PARGA, D. L. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 8, n. 1, 23–35. 2013. <https://doi.org/10.14483/23464712.5021>
- MELLADO, V., *et al.* Las emociones en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 3, 11–36. 2014.
- NIÑO-CARRASCO, S. A.; CASTELLANOS-RAMÍREZ, J. C.; PATRÓN-ESPINOSA, F. Contraste de experiencias de estudiantes universitarios en dos escenarios educativos: enseñanza en línea vs. Enseñanza remota de emergencia. **Revista de Educación a Distancia (RED)**, v. 21, n. 65. 1-24. 2021. <https://doi.org/10.6018/red.440731>
- OCHOA DE ALDA *et al.* Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 37, n. 2, 43-61. 2019
- PEKRUN, R. **Emotions and Learning**. Gonet Imprimeur. Ginebra, Suiza. 2014
- PHELPS, E. A. Emotion and Cognition: Insights from Studies of the Human Amygdala. **Annual Review of Psychology**, v. 57, n. 1, 27–53. 2006. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070234>
- POON, C. Y. S., *et al.* A well-slept teacher is a better teacher: A multi-respondent experience-sampling study

- on sleep, stress, and emotional transmission in the classroom. **PsyCh Journal**, v. 8, n. 3, 280–292. 2019. <https://doi.org/10.1002/pchj.282>
- POSEY, G., *et al.* The Advantages and Disadvantages of the virtual classroom and the Role of the Teacher. **Southwest Division Science Institute Conference**, 1–15. 2010. [http://www.swdsi.org/swdsi2010/sw2010\\_proceedings/papers/pa126.pdf](http://www.swdsi.org/swdsi2010/sw2010_proceedings/papers/pa126.pdf)
- PUTWAIN, D.; SANDER, P.; LARKIN, D. Academic self-efficacy in study-related skills and behaviours: Relations with learning-related emotions and academic success. **British Journal of Educational Psychology**, v. 83, n. 4, 633–650. 2013. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02084.x>
- RETANA-ALVARADO, D. A., *et al.* ¿Cómo cambian las emociones en docentes en formación inicial hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con un proyecto de indagación de aula? **Ápice. Revista de Educación Científica**, v. 3, n. 2, 55–69. 2019. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4629>
- ROBYN-JENIA, W. Effectiveness of Virtual Medical Teaching During the COVID-19 Crisis: Systematic Review. **JMIR Medical Education**, v. 6, n. 2, 1–16. 2020. <https://doi.org/10.2196/20963>
- ROXANA, M.; MIRAVAL, Z.; MANSILLA, P. Trastornos de las emociones a consecuencia del COVID-19 y el confinamiento en universitarios de las diferentes escuelas de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Perú. **Rev. Comun. Salud**, v. 10, n. 2, 343–354. 2020 [https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10\(2\).343-354](https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10(2).343-354). TRASTORNOS
- TAKUNYACI, M. Investigation of Mathematics Teachers' Self-Efficacy in Teaching Mathematics in the COVID-19 Pandemic Process. **Education Quarterly Reviews**, v. 4, n. 2) 396–407. 2021. <https://doi.org/10.31014/aior.1993.04.02.289>
- TOMAS, L.; RIGANO, D.; RITCHIE, S. M. Students' regulation of their emotions in a science classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 53, n. 2, 234–260. 2016. <https://doi.org/10.1002/tea.21304>
- TORRES, N. Y.; SOLBES, J. Aspectos convergentes del pensamiento crítico y las cuestiones sociocientíficas. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 9, n. 1, 54–61. 2014. <https://doi.org/10.14483/23464712.7312>
- VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. **Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias**, v. 12, n. 2, 264–277. 2015. <http://hdl.handle.net/10498/17251>
- VIZCAÍNO, D. F. La formación inicial de profesores como campo de estudio. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 8, n. 1, 2. 2013. <https://doi.org/10.14483/23464712.5018>
- WU, Y.-J.; KIEFER, S. M.; CHEN, Y.-H. Relationships between learning strategies and self-efficacy: A cross-cultural comparison between Taiwan and the United States using latent class analysis. **International Journal of School y Educational Psychology**, 1–13. 2019. <https://doi.org/10.1080/21683603.2019.1566104>
- YIN, H.; HUANG, S.; LEE, J. C. K. Choose your strategy wisely: Examining the relationships between emotional labor in teaching and teacher efficacy in Hong Kong primary schools. **Teaching and Teacher Education**, v. 66, 127–136. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.006>
- ZAMORA-POLO, F., *et al.* Nonscientific university students training in general science using an active-learning merged pedagogy: Gamification in a flipped classroom. **Education Sciences**, v. 9, n. 297, 1–18. 2019 <https://doi.org/10.3390/educsci9040297>





## CONCEPÇÃO DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

## CONCEPTION OF ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS ABOUT THE NATURE OF SCIENCE AND EXPERIMENTAL ACTIVITIES

## CONCEPCIÓN DE LOS DOCENTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

Geovana Luiza Kliemann\* , Maria Madalena Dullius\*\*   
Italo Gabriel Neide\*\*\* 

Cómo citar este artículo: Kliemann, G.L., Dullius, M.M, Neide, I.G. (2021). Concepção de professores dos anos iniciais sobre a natureza da ciência e atividades experimentais. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 45-58.

DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17388>

### Resumo

O presente texto orienta-se a apresentar um estudo desenvolvido a partir de um questionário respondido por 33 professores dos Anos Iniciais, de um município da região do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul. O referido questionário foi a ação inicial de um processo de formação continuada, com ênfase em atividades experimentais investigativas na área das Ciências Exatas. O foco do estudo, de cunho qualitativo é socializar e discutir sobre as concepções dos participantes sobre a natureza da ciência e atividades experimentais. A partir da análise às respostas ao questionário, é possível evidenciar uma visão não construtivista dos professores sobre ciências e que poucas vezes atividades experimentais são propostas em suas aulas, principalmente, devido à insegurança. Admitem sua limitação em relação a inserção de novas práticas de ensino nesta área, declaram nunca terem participado de uma formação direcionada ao ensino de Ciências e relatam preferência por participarem de formações em que se proponham atividades práticas, que possam ser levadas para sala de aula. Ademais, as atividades experimentais quando propostas, geralmente visam testar ou transmitir conhecimentos relacionados ao contexto biológico. Tais aspectos podem estar relacionados à compreensão equivocada dos participantes, quanto a natureza da ciência.

**Palavras chave:** Concepção. Natureza da Ciência. Atividades Experimentais. Formação Continuada de Professores. Professores dos Anos Iniciais.

Recibido: 18 de diciembre de 2020; aprobado: 11 de noviembre de 2021

\* Doutora em Ensino. Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Brasil. Email: geovanakliemann@universo.univates.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4331-1928>

\*\* Doutora em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Brasil. Email: madalena@univates.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0971-992X>

\*\*\* Doutor em Ciências. Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Brasil. Email: italo@univates.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0343-7294>

### **Abstract**

This text presents a study developed from a questionnaire answered by 33 teachers from the Elementary School, from a municipality in the Vale do Taquari region, Rio Grande do Sul. The questionnaire was the initial action of a process of continuing education, with an emphasis on experimental investigative activities in the area of Exact Sciences. The focus of the qualitative study is to socialize and discuss the participants' conceptions about the nature of science and experimental activities. Based on the analysis of the responses to the questionnaire, it is possible to show a non-constructivist view of teachers about science and that they rarely propose experimental activities in their classes, mainly due to insecurity. They admit their limitation in relation to the insertion of new teaching practices in this area, declare that they have never participated in a training course about science teaching, and report a preference for participating in training where practical activities are proposed, which can be taken to the classroom. Furthermore, the experimental activities when proposed, generally aim to test or transmit knowledge related to the biological context. Such aspects may be related to the participants' mistaken understanding of the nature of science.

**Keywords:** Conception. Nature of Science. Experimental Activities. Continuing Teacher Training. Elementary School Teachers.

### **Resumen**

Este texto tiene como objetivo presentar un estudio desarrollado a partir de un cuestionario respondido por 33 docentes de Educación Primaria, de un municipio de la región de Vale do Taquari, Rio Grande do Sul. El cuestionario fue la acción inicial de un proceso de formación continua, con énfasis en actividades de investigación experimental en el área de las Ciencias Exactas. El enfoque cualitativo del estudio es socializar y discutir las concepciones de los participantes sobre la naturaleza de la ciencia y las actividades experimentales. A partir del análisis de las respuestas al cuestionario, es posible evidenciar una visión no constructivista de los docentes sobre ciencias y que pocas veces se proponen actividades experimentales en sus clases, principalmente por inseguridad. Admiten su limitación en relación a la inserción de nuevas prácticas de enseñanza en esta área, declaran que nunca han participado en una formación dirigida a la enseñanza de las Ciencias y refieren una preferencia por participar en formaciones donde se proponen actividades prácticas, que pueden llevarse al aula. Además, cuando se proponen actividades experimentales, generalmente tienen por objetivo probar o transmitir conocimientos relacionados con el contexto biológico. Estos aspectos pueden estar relacionados con la comprensión equivocada de los participantes sobre la naturaleza de la ciencia.

**Palabras clave:** Concepción. Naturaleza de la Ciencia. Actividades Experimentales. Formación Continua del Profesorado. Docentes de Educación Primaria.

## 1. Introdução

Compreende-se ciência como uma construção humana, movida pela curiosidade de compreender fenômenos do dia a dia, ela evolui devido os desafios que o ser humano se depara e busca explicações. Nessa perspectiva a ciência tem papel fundamental para evolução da sociedade. No entanto, no contexto escolar, ela parece assustar alguns alunos e até mesmo professores. Isso, inicia-se já no Ensino Fundamental e se dissemina no Ensino Médio, quando são abordados temas mais específicos de Biologia, Física e Química. Para Pietrocola (2009 p. 132) “muito das fobias de Ciências nas escolas advém do fato de a criação ter sido substituída nas aulas pela memorização” ou pela “matematização mecânica” de determinados fenômenos da natureza. Contudo, o autor ressalta que “sem criação não há emoções e resta apenas o arcabouço formal das atividades de ensino” (PIETROCOLA, 2009 p. 132). Assim, se constitui um contexto negativo das ciências, que parece perpassar de geração para geração.

Logo, parte desses alunos, quando adultos, se tornam docentes e o ciclo tende a ter continuidade, limitando planejar e problematizar o ensino de Ciências de forma mais ampla, aliado por exemplo a atividades experimentais investigativas. Estas, que têm se mostrado uma metodologia eficiente, no sentido de permitir ao aluno ser mais protagonista, reelaborar suas hipóteses, trabalhar em grupo, discutir e testar possibilidades em busca da solução de problemas. Sendo uma alternativa para estreitar a relação entre a natureza da ciência e o ensino de ciências.

Para Rosa, Darroz, Minosso (2019), os Anos Iniciais assumem um papel significativo na vida escolar das pessoas. Nessa etapa, as crianças desejam descobrir coisas novas, são intensamente curiosas e criativas. Essas características, segundo os autores, precisam ser observadas e cultivadas pelo professor, para serem transpostas à sua prática. Pois, além de ensinar a ler e a escrever, é necessário desenvolver e instigar (ou manter) “o pensamento crítico, questionador e observador das

crianças, particularmente vinculado e favorecido pela ciência. Portanto, cabe ao professor orquestrar um conjunto de ações que contemple conteúdos e possibilite o desenvolvimento de formas de pensamento”, favorecendo a formação das crianças (ROSA, DARROZ E MINOSSO, 2019 p. 185).

Ademais, ultrapassar certas barreiras e ampliar perspectivas é um processo delicado que exige do professor múltiplas interpretações, conhecimento e flexibilidade para possibilitar ao aluno compreender a Ciência em seus diversos aspectos sociais, culturais, tecnológicos, religiosos e políticos. Ainda mais diante da insegurança do professor dos Anos Iniciais em relação aos conhecimentos em Ciências que denota a fragilidade de seu processo de formação nesta área, como apontado no estudo de Rosa, Perez, Drum (2007). Os autores chamam a atenção para o fato de que conteúdos como os de Física, por exemplo, não são abordados nos cursos de formação e os professores acabam recorrendo a conhecimentos advindos de seu processo formativo na educação básica para ministrar suas aulas. Os autores frisam que neste processo, a física por exemplo “foi entendida como ciência de difícil compreensão, como coisa de cientista, de “louco”. Durante o período de escolarização, “normalmente o professor teve contato com a disciplina de forma extremamente dolorosa, não significativa para sua formação, causando lhe uma impressão que permanecerá presente por toda a sua vida, inclusive em sua atuação docente” (ROSA, PEREZ, DRUM, 2007 p. 367).

No estudo de SILVEIRA, et al. (2015), os autores pesquisaram sobre o significado atribuído à ciência por estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Os resultados apontam que suas compreensões são decorrentes, principalmente, do que lhes é atribuído pela mídia, pelo ambiente familiar ou pelo próprio conteúdo previsto no currículo escolar, com ênfase na Biologia. Os alunos participantes supervalorizam a ciência, o conhecimento científico e os cientistas, relacionam a ciência ao ambiente laboratorial e ao uso de

instrumentos mais técnicos, como vidrarias. A partir destas constatações, o estudo destaca a importância do professor abordar temas relativos às ciências de uma maneira crítica e social, fazendo uso de estratégias metodológicas e recursos didáticos que possibilitem (re) significações sobre a percepção de ciência para além do que é apresentado pelos meios de comunicação ou pelos documentos oficiais (SILVEIRA, et al. 2015). Em contrapartida a necessidade de uma postura mais abrangente dos professores, há o despreparo na formação dos docentes, em especial dos polivalentes, que têm em sua formação foco principal na alfabetização e matemática, se torna um dos fatores que fortalece uma concepção incoerente da natureza da Ciência, todavia limita suas ações de ensino. Como exemplo, o estudo de Harres (1999) frisa que pesquisas relacionadas à Concepção sobre a Natureza de Ciência (CNC), apontam que processos formativos em geral não têm propiciado uma reflexão crítica sobre as concepções epistemológicas e as suas implicações didáticas. Há um certo fracasso da formação inicial em promover melhorias na compreensão da CNC e das concepções didáticas decorrentes.

Em 1998, Bastos afirmou que o tradicional ensino de ciências, proposto na maioria das escolas de todo o mundo estava centrado no resultado final da atividade científica e não no processo de construção dos conhecimentos e este cenário parece ainda persistir nos tempos atuais em muitos contextos. Isto, contribui para consolidação de que a ciência é constituída unicamente por “cientistas” o que limita o papel do aluno a receptor de informações. Pesquisadores como Ledermann (1992); Abell, Smith (1994) afirmam que uma compreensão adequada da natureza da ciência é fundamental para a formação dos estudantes em todo e qualquer nível de ensino, e as concepções dos professores afetam suas práticas de ensino e conseqüentemente as concepções dos estudantes. Logo, acredita-se que uma postura mais rígida do professor para o ensino de ciências, se consolidou em sua caminhada formativa e está imbricada ao

significado que este profissional atribui à natureza do conhecimento científico e isso dificulta flexibilizar a forma como ensina ciência. Com base nisso, o objetivo deste estudo é socializar e discutir as concepções de professores, quanto a natureza da ciência e das atividades experimentais, bem como, a forma que as propõem nos Anos Iniciais. Para ter subsídios para atingir o objetivo proposto, buscou-se analisar as respostas à um questionário, respondido por 33 professores dos Anos Iniciais, acerca das quais este artigo é problematizado. Os dados apresentados são resultados iniciais de uma pesquisa de doutorado, que tem como um dos objetivos promover o desenvolvimento da CNC bem como das práticas de ensino dos professores dos Anos Iniciais, ao vivenciarem um contexto formativo com ênfase em atividades experimentais investigativas para o ensino de Ciências Exatas. Neste sentido, este artigo permite refletir sobre alguns paradigmas vinculados à ciência, a partir dos quais foi possível projetar ações para sanar possíveis lacunas.

## 2. Marco teórico

Num período de aceleradas transformações e avanços tecnológicos torna-se cada vez mais importante ter conhecimento sobre as Ciências, por ser um instrumento valioso para viver na sociedade moderna, que permite mudanças na qualidade da interação entre o ser humano e o espaço em que vive (ZANCUL, 2011). Da mesma forma, “Estudos de especialistas e as proposições curriculares oficiais têm defendido e ressaltado a relevância de se ensinar Ciências nos primeiros anos escolares” (ZANCUL, 2011 p. 63). Logo, têm-se dois focos importantes para serem refletidos, “a compreensão de ciência e como ensiná-la”.

Na perspectiva de Pauletti (2018 p. 24), a ciência deve ser vista como “livre de rótulos, passível de refutações e apresentada como inacabada; em processo de construção, no sentido de contribuir com a formação do sujeito com ênfase no caráter”, abrangendo o enfoque “[...] social da ciência e suas interações multidisciplinares com aspectos



sociais, políticos, históricos, econômicos e éticos, diferentemente do modismo do ensino do cotidiano que reproduz uma concepção de ciência pura e neutra” (CHASSOT, 2014 p. 72).

Apesar da constatação do predomínio da concepção empirista - indutivista, que é centrada na observação e no método científico entre os professores, Harres (1999 p. 202) cita algumas conclusões da pesquisa de Hashweh (1996), sobre professores construtivistas. Estes, “ênfatizam o papel do aluno na construção de conhecimento para entender o mundo e concebem que a função da ciência é desenvolver teorias para o melhor entendimento deste mundo”, tais profissionais adotam com maior frequência “estratégias que visam à mudança conceitual”, além de compreenderem o “desenvolvimento do conhecimento no nível individual e na ciência como um processo dinâmico de mudança conceitual”.

No mesmo artigo, Harres (1999) propõe uma revisão acerca de estudos que investigaram as CNC, sob a ótica de professores que atuam no contexto educacional. O autor destaca, portanto, as seguintes conclusões:

- professores de ciências (independente do nível de atuação e do tipo de instrumento utilizado para investigá-los) possuem, em geral, CNC inadequadas, próximas a uma visão empirico-indutivista;
- minoritariamente, especialmente quando a pesquisa propicia, pode-se encontrar concepções próximas a uma visão mais contextualizada e menos absolutista da ciência, embora distinta para diferentes aspectos;
- estratégias para mudança de CNC inadequadas podem ter sucesso se dedicarem atenção especial à história da ciência ou à sua natureza;
- tendências homogenizadoras de formação podem explicar que variáveis acadêmicas e de experiência não se relacionam com o nível das CNC dos professores (HARRES, 1999 p. 201).

A partir das constatações apresentadas, corroboramos com Harres (1999) quanto a

necessidade de avançar na questão da relação entre as CNC dos professores e as suas posturas didáticas, pois as CNC dos professores podem influenciar de fato nas CNC dos estudantes e porque as concepções do professor exercem um papel importante no comportamento docente e no ambiente da sala de aula. Para Brickhouse (1989) a visão dos professores sobre o conhecimento científico, tem um papel fundamental, uma vez que serão as suas visões e não a visão de especialistas e filósofos que serão implementadas em sala de aula.

Ciente do importante papel do professor, Zeichner (2003 p. 38) reflete sobre possibilidades de implementar melhorias no ensino e na CNC dos professores. Na sua visão, “os professores só passarão a ensinar de modo mais democrático e centrado no aluno, se viverem uma reorientação conceitual fundamental sobre o seu papel e sobre a natureza do ensinar e o aprender”. Portanto, a proposição de formações continuadas pode contribuir no desenvolvimento destes aspectos. Estas, de acordo com Tobin e McRobbie (1997), quando acompanham a prática do professor em seu dia-a-dia, enriquecem com detalhes este processo, complementam estas investigações com procedimentos que descrevem, com maior profundidade e de maneira contextualizada, as concepções dos professores.

Essa reorientação sobre a CNC perpassa por diferentes interpretações e no decorrer do tempo passou por significativas mudanças, das quais se destaca: a concepção racionalista, a concepção empirista e a concepção construtivista. Dentre as quais a construtivista tem se mostrado até então pertinente ao contexto atual. Nesta, a ciência é vista como “uma construção de modelos explicativos para a realidade e não uma representação da própria realidade” (CHAUÍ, 2000 p. 321). O autor conceitua o objeto uma construção lógico-intelectual e uma construção experimental, não espera, portanto, apresentar uma verdade absoluta e sim uma verdade aproximada que pode ser corrigida, modificada e até substituída por outra

mais adequada.

Apesar das tentativas para definir Ciências, “não há um consenso geral sobre o que é a ciência ou ainda não há uma formulação ‘fechada’ para um conceito de ciências” (BRICCIA, 2016 p. 114).

Contudo, Borges ressalta que:

É importante que no ensino, em todos os níveis, seja compreendido o caráter construído dos conceitos da Física, da Química e das demais ciências, percebendo qualquer ciência como construção. Sendo o conhecimento científico uma construção da mente, possibilitada pela confrontação com a realidade, as concepções prévias dos estudantes não devem ser desconsideradas na educação escolar (BORGES, 2008 p. 221).

De acordo com Moreira e Ostermann (1993 p. 109), a produção do conhecimento científico, enfatizado por Borges (2008), deve ser entendido como “uma atividade, essencialmente, humana (com todas as implicações que isso possa ter) caracterizada por uma permanente interação entre pensar, sentir e fazer”.

Para Borges (1996 p. 68), as disciplinas que compõem a ciência “não devem ser desvinculadas da prática do ensino e da pesquisa e precisam ser trabalhadas dialogicamente, considerando as ideias prévias dos alunos como ponto de partida”. Nesse viés, as atividades investigativas de ensino, em especial as experimentais, se apresentam como uma possibilidade para conectar o professor a uma concepção de natureza científica mais flexível.

A pesquisa de Zancul (2011), aponta que a utilização de atividades experimentais, ainda são pouco desenvolvidas na escola e que precisam ser incentivadas. De acordo com Lorenzato (2010 p. 81) “a descoberta é fundamental no ensino, [...] quando o aluno consegue fazer descobertas, surge o gosto pela aprendizagem”, além disso, as atividades experimentais promovem as criações, que atuam tanto na área afetiva como cognitiva de quem as pratica. Para o referido autor, esse pode não ser o caminho mais veloz e fácil para o ensino, mas é o mais eficaz para a aprendizagem, pois “quando vivenciamos a descoberta estamos aprendendo a pensar” (LORENZATO, 2010 p. 82). Nessa perspectiva, Oliveira (2016), frisa a

importância dessa metodologia nos Anos Iniciais.

As aulas de ciências, para os primeiros anos do ensino fundamental, devem prever atividades problematizadoras para que os alunos possam sentir-se desafiados a procurar soluções, levantar hipóteses, discutir suas ideias com seus pares e professores e também registrar por escrito suas impressões sobre a experiência vivida. (OLIVEIRA, 2016 p. 63).

As atividades experimentais também perpassam por diferentes possibilidades de abordagem, entre elas, a demonstrativa, a verificativa e a investigativa. Esta última, significativa para problematizar o ensino das Ciências com viés construtivista.

Suart define atividades experimentais investigativas como:

Aquelas atividades nas quais os alunos não são meros espectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas. Pelo contrário, os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos; elaboram hipóteses; coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema (SUART, 2008 p. 27).

Nesse processo, os alunos são protagonistas, estimulados a explicar fenômenos usando suas próprias palavras. Ao professor, cabe contextualizar o tema, relacionando um fenômeno real a um experimento, vídeo ou animação, além de estimular e organizar a discussão de ideias dos alunos diante das diferentes respostas que irão surgir, além de mediar as discordâncias entre as previsões/hipóteses e os resultados alcançados a partir da atividade experimental realizada (SANTOS, SASAKI, 2015).

Diante das reflexões tecidas, corroboramos com Pietrocola (2001), ao destacar que o conhecimento na área científica é importante, pois a sociedade está alicerçada nos conhecimentos científicos e tecnológicos. Além disso, “o cotidiano de hoje oferece inúmeros desafios ao entendimento que podem ser melhor enfrentados com o domínio de conhecimento científico[...], ser alfabetizado científica e tecnicamente é uma necessidade do cidadão moderno” (p. 15). Tal aspecto também é

ênfatisado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017):

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade (BNCC, 2017 p. 558).

Ademais, apesar da importância do conhecimento científico, Pietrocola (2001 p. 16) aponta que “a ciência escolar parece muito distante deste ideal” e, portanto, cabe debruçar-se na busca por potencializar o ensino de Ciências desde o início da vida escolar. Certos de que há uma relação próxima entre atividades de ensino e concepção da natureza científica, considera-se que o professor ao ensinar por meio da metodologia investigativa, amplia a compreensão sobre a natureza da ciência e ao ter uma compreensão mais ampla sobre esse aspecto, o ensino construtivista tende a se tornar algo mais natural.

### 3. Metodologia de pesquisa

Tendo em vista o objetivo proposto, optou-se por uma pesquisa de cunho qualitativo, pois tem-se o intuito de interpretar os significados atribuídos pelos sujeitos às suas respostas em uma realidade socialmente construída, através da observação participativa, isto é, o pesquisador estar inserido no contexto de estudo. As principais características de uma pesquisa qualitativa, segundo Bogdan, Biklen (1994), são: ser descritiva, os pesquisadores terem interesse e atribuírem significado pelo processo e não apenas pelo resultado da pesquisa, os mesmos fazem uma análise de forma indutiva, a fonte de dados é o ambiente natural do pesquisador e este é instrumento chave para o desenvolvimento do trabalho.

Participaram deste estudo, um grupo de 33 professores dos Anos Iniciais, que atuam em 7 escolas distintas, de um município da região do Vale do Taquari, RS. Escolheu-se este nível de ensino, pois considera-se que experiências

construtivas devam ocorrer desde os primeiros anos de escolarização, para que os alunos desenvolvam a curiosidade e o gosto pelas ciências.

O instrumento de coleta de dados, para escrita desse artigo, foi um questionário com três perguntas abertas que demandaram dos professores respostas descritivas. Este, foi entregue impresso e foi respondido a punho, de forma individual e presencialmente. O intuito deste recurso foi compreender as concepções iniciais dos professores, acerca de ciência e atividades experimentais, bem como tentar uma aproximação a forma como desenvolvem seu ensino, e assim, nortear o planejamento de uma futura formação continuada, a este público, no intuito de problematizar algumas lacunas.

Na sequência, é apresentada a análise dos dados a partir de subsídios da análise textual discursiva, que prevê desafiar os pontos de vista do pesquisador a partir de perspectivas de outros sujeitos envolvidos na pesquisa, incluindo autores de produções anteriores sobre o mesmo tema (MORAES, GALIAZZI, 2013). Vale ressaltar que foram utilizadas aproximações simplificadas da análise textual discursiva, um conjunto mínimo de bases para estruturar e sustentar formalmente a análise dos resultados. De acordo com isso, esta análise está embasada nos registros escritos dos professores. O recurso, nuvem de palavras, foi utilizado para discutir o panorama geral entre as respostas, que representam suas ideias comuns e distintas. A partir de um olhar sensível a isto, acompanha uma discussão com base no referencial teórico estudado. Ademais, excertos das respostas são descritos entre aspas e em itálico sem identificação dos professores.

### 4. Resultados

A análise dos dados ficou centrada nas respostas dos professores às seguintes perguntas: O que você compreende por Ciências? O que você entende por atividades experimentais? Caso realize, quais atividades experimentais você costuma explorar com seus alunos? No decorrer da análise, descreve-



sobre a possibilidade de pesquisar na internet, para responder. De modo geral, apontam para uma visão não construtivista de ciência, indo de encontro à visão de Chauí (2000) discutida no referencial teórico. A ciência é considerada para maioria dos professores respondentes, como “o estudo de uma ou mais disciplinas ou áreas de conhecimento que estuda tudo ou quase tudo”. Alguns professores apresentam indícios de uma visão menos pragmática sobre ciência: “uma possibilidade de criar relações entre a vida, o mundo, a natureza”; “o estudo de fenômenos naturais, sociais e culturais através de observações, experimentos e análises”; “descobertas, comprovações e explicações”. Ainda assim, são concepções sutis, as quais espera-se que a formação pretendida, permita-os repensar e reelaborar, para que passem a considerar a ciência como um processo racional em constante construção, em que qualquer ser humano, movido pela curiosidade, busca compreender e explicar fenômenos, a partir de diferentes interações com o meio. Com isso, a ciência evolui, modifica constantemente as relações e as convicções, num movimento contínuo. Em relação à segunda pergunta, sobre a compreensão acerca de atividades experimentais,

o esquema da Imagem 2 nos dá uma visão geral das palavras que os professores associam a atividades experimentais, sendo que aquelas em maior destaque foram mais vezes mencionadas. De modo geral as atividades experimentais foram mencionadas por 20 professores como atividades práticas, outros 12 respondentes as relacionam ao ato de experimentar. De modo geral, as atividades experimentais são compreendidas como “atividades práticas, com uso de material concreto com finalidade de testar ou comprovar algo”. Essa resposta se aproxima a ideia central de muitos outros professores. Geralmente associam as atividades experimentais com a manipulação de material concreto, como uma possibilidade de comprovar uma teoria considerada cientificamente correta. Respostas como: “atividades que possibilitam o aluno trabalhar na prática o que aprende em teoria”; “atividades práticas, atividades para comprovar algo”; “Entendo como atividades práticas de experiência da qual já temos certeza do resultado e fizemos para a criança compreender melhor o conceito do objeto estudado”, reforçam a uma visão não construtivista. Corroborar-se com Rosa, Perez, Drum (2007) que as atividades experimentais não podem ser usadas apenas para testar ou transmitir conhecimentos,



Imagem 2. Palavras recorrentes à pergunta: O que você entende por atividades experimentais?

mas sim favorecer a observações, discussões e interações entre os sujeitos, estimulando a vontade por aprender. Na Figura 2, as palavras com maior destaque foram mencionadas mais vezes entre as respostas, em ordem decrescente as palavras “teste” e “testado” aparecem na terceira colocação, sendo citadas em 7 das respostas. Isso permite evidenciar a relação estabelecida pelos professores entre atividade experimental e o ato de testar algo, fator fortemente atrelado às atividades experimentais verificativas. Nessa classificação, os alunos geralmente têm participação manipulativa dos materiais para verificar a validade de alguma lei, ou os limites de validade de modelos. Essas atividades possibilitam o trabalho em grupo e o desenvolvimento da capacidade de efetuar generalizações de modo a tornar o ensino mais realista, evitando erros conceituais (ARAUJO, ABIB, 2003). A ciência explorada nessa semelhança é vista por Bassoli (2014 p. 585) como “infalível, dogmática, baseada em verdades absolutas, as quais os alunos deverão “desvelar” por meio do “Método Científico”. Nessa perspectiva há um modelo a ser seguido e sabe-se onde o aluno irá chegar, evita-se eventuais desvios no percurso, o que limita a imaginação e criação, e a ciência é vista como algo pronto e definitivo.

Já no trecho descrito “fizemos para a criança”, o professor indica para o ensino por meio de atividades experimentais demonstrativas. Nessa perspectiva, as atividades geralmente são conduzidas inicialmente pelos professores, e em alguns casos, os alunos repetem os procedimentos. Em estudo publicado, Gaspar, Monteiro (2005) consideram como atividade experimental de demonstração, aquelas que possibilitam apresentar fenômenos e conceitos, cuja explicação se fundamente na utilização de modelos físicos e priorize a abordagem qualitativa. Nessa perspectiva, são vinculados os equipamentos à explicação do professor e oportunizado aos alunos momentos para reflexão sobre os fenômenos apresentados, não se limitando à apresentação ilustrativa dos equipamentos. Esse tipo de atividade

pode ser classificado em aberta ou fechada sendo que a segunda priva as interações entre os alunos e entre eles e os objetos. Malheiros (2016 p. 110) frisa que há uso equivocado do termo “trabalho experimental” e “experiência”, muitas atividades são avaliadas como tal, sem na verdade, o serem. A confusão e a não separação clara entre os termos, pode estar levando diversos autores a analisar que qualquer experiência seja avaliada como trabalho experimental”.

Poucos professores apresentam respostas mais abertas quanto a compreensão das atividades experimentais: “são atividades que procuram encontrar novos caminhos ou reforçar novas ideias”; “são atividades que nos fazem compreender a partir da prática o conhecimento a ser desenvolvido”; “Atividade que permite o aluno interagir com o objeto de estudo”; “Uma atividade que você tenta fazer com seus alunos e não sabe se ela vai ou não dar certo”. Estes relatos indicam para a incerteza dos resultados, para a busca de conhecimento por meio da interação. Concepções estas, se aproximam ao ensino investigativo, “essa perspectiva de ensino proporciona ao aluno, além da aprendizagem de conceitos e procedimentos, o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas e a compreensão da natureza da ciência” (ZOMPERO, LABURU, 2011). Nesse sentido Rosa, Rosa, Pecatti enfatizam que “a utilização de um método rigoroso no laboratório didático vem sendo questionada por pesquisadores ao mostrarem que isso acaba por distorcer o real propósito da inclusão dessas atividades no processo ensino-aprendizagem” (2007 p. 266).

Entre as respostas dos professores, três deles mencionam palavras como: “hipóteses, conhecimentos prévios e conhecimentos trazidos”. Estes conceitos, fundamentais para o ensino investigativo, que tem entre outras finalidades, “o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (ZOMPERO, LABURU, 2011

p. 73). Os referidos autores enfatizam que em uma proposta investigativa “deve haver um problema para ser analisado, a emissão de hipóteses, um planejamento para a realização do processo investigativo, visando a obtenção de novas informações, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas” (ZOMPERO, LABURÚ, 2011 p. 74). Ainda em relação às hipóteses, Carvalho et al. (1998 p. 20) complementam que “a principal função das experiências é, com a ajuda do professor e a partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, ampliar o conhecimento do aluno sobre os fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo”.

As respostas à terceira pergunta disposta no questionário, (caso realize, quais atividades experimentais você costuma explorar com seus alunos?), indica para a pouca ênfase dada a essa estratégia de ensino. De modo superficial, os professores relataram quais atividades experimentais realizam, sem especificar como as problematizam. A maioria citou uma ou duas atividades que já propôs em sala de aula, como por exemplo: usar o computador; softwares; jogos de matemática; filtração da água; ditado; conversas sobre curiosidades; crescimento de plantas; cronometragem; receitas. Três deles afirmaram não realizar atividades experimentais e dois não responderam a essa questão, o que indica para não utilização dessa estratégia de ensino.

Diante da análise às respostas apresentadas é visível que o significado de atividades experimentais não é algo claro a esse público e reafirma-se à relevância de propor formações a este público alvo, de modo a ampliar o leque de possibilidades e abordagens destes professores para o ensino de ciências, visto que eventualmente ou não propõem atividades experimentais, com foco na Matemática, Física e Química. Essa carência, segundo um dos professores participantes, está vinculada “a insegurança em relação aos conteúdos e a própria forma de conduzir as atividades”, o que indica para a necessidade de continuidade

na formação desses professores. Quanto a insegurança, Lorenzato (2010) afirma que isso faz parte do contexto de quem quer arriscar fazer algo novo e para conseguir superar o medo é preciso além do conhecimento “ter atitude, gostar daquilo que faz, fazer com emoção” e lembrar que o “professor representa muitas vidas” (LORENZATO, 2010 p. 128).

Para auxiliar e fortalecer o professor, entende-se que é preciso ampliar e qualificar a oferta de formações voltadas ao ensino de ciências, visto que de modo geral os professores relataram nunca terem participado de uma formação com este foco, geralmente as formações são dialogadas e voltadas para alfabetização e matemática. Além disso, acredita-se na importância de a formação continuada ocorrer preferencialmente em ambiente de trabalho, com apoio ao professor desde o planejamento até o desenvolvimento das atividades, para que se sinta mais confiante para propor algo novo, de forma independente. Apesar da mudança gerar possíveis desconfortos, pois há inúmeros impasses que parecem bloquear o percurso do professor, ainda assim, a vontade de mudança existe por parte de alguns e, portanto, é preciso desafiá-los e auxiliá-los a inovar em sala de aula.

## 5. Considerações finais

Para inferir algumas considerações a este estudo, é retomado o objetivo traçado, que implica em socializar e interpretar as respostas dos 33 professores que responderam ao questionário prévio, acerca da natureza da ciência e das atividades experimentais. A partir da análise às respostas, foi possível identificar uma visão limitada por parte dos professores em relação a natureza do conhecimento científico e atividades experimentais.

Os professores apresentaram conhecimentos restritos acerca das diferentes formas de problematizar atividades experimentais, aqueles que propõem algum tipo de atividade experimental de ciências, ainda estão distantes de serem investigativas, seguindo um padrão de verificação

ou demonstração. Ficou evidente que o ensino de ciências segue focado no contexto biológico e pouco priorizado nos Anos Iniciais.

Quanto a Concepção sobre a Natureza de Ciência, apesar de haver entre as respostas termos que apontam para uma visão construtivista, a maioria dos professores têm uma perspectiva restrita sobre ciência. Esse tema, parece não ser refletido no contexto educacional e, portanto, os professores se mostraram inseguros para responder aos questionamentos e conseqüentemente seguem a reproduzir um ensino padronizado que limita a construção de conhecimentos por parte dos alunos. Ademais, alguns professores demonstram interesse por inovar suas práticas e aprender mais sobre essas temáticas, já outros parecem satisfeitos com suas ações e concepções.

Considera-se fundamental que os professores reflitam sobre o papel das ciências bem como repensem sobre formas de ensinar e aprender, visto que isso é um processo cíclico, geralmente complexo, atrelado às suas crenças que perpassam por gerações e limitam suas ações em sala de aula.

As reflexões tecidas neste estudo nos remetem a necessidade de possibilitar aos professores interessados, momentos de discussão teórica e realizar ações práticas sob perspectiva construtivista, bem como oportunidades de aprimorar seus conhecimentos físicos e químicos pouco explorados na formação inicial.

A partir dos dados apresentados, pretende-se propor um processo formativo para sanar algumas das lacunas apresentadas e, ao término deste, reaplicar este questionário com os professores para verificar os impactos da formação continuada proposta, visto que esta será problematizada por meio de atividades experimentais investigativas.

## 6. Referências

- ABELL, S.K.; SMITH, D.C. What is science? Preservice elementary teacher's conceptions of nature of science. **International Journal of Science Education**, Inglaterra, vol. 16, n. 4, pp. 475-487. 1994. <https://doi.org/10.1080/0950069940160407>.
- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, pp. 176-194. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, pp. 579-593. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0579.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- BASTOS, F. **História da ciência e ensino de biologia**: a pesquisa médica sobre a febre amarela. 212 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Traduzido por: ALVAREZ, M. J.; SANTOS, S. B.; BAPTISTA, T. M. Porto Editora, Porto: Portugal, 1994.
- BORGES, R. M. R. Repensando o Ensino de Ciências. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. EDIPUCRS. Porto Alegre: Brasil, 2008. pp. 209-230.
- BORGES, R. M. R. **Em debate**: cientificidade e educação em ciências. SE/CECIRS, Porto Alegre: Brasil, 1996.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_20dez\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf). Acesso em: 22 de ago. 2020.
- BRICCIA, V. Sobre a natureza da ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P de. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. Cengage Learning. São Paulo: Brasil, 2016. pp. 111-127.
- BRICKHOUSE, W. Teacher's beliefs about the nature of Science and their relationship to classroom practice. **Journal os Teacher Education**, v. 41, n. 3, pp. 53-62. 1989.
- CARVALHO, A. M. P de; *et al.* **Ciências no Ensino**



- Fundamental:** O conhecimento físico. 1. ed. Scipione. São Paulo: Brasil, 1998.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. 6. ed. Ijuí. Unijuí: Brasil, 2014.
- CHAUI, M. **Convite a Filosofia.** Ed. Ática, São Paulo: Brasil, 2000.
- GASPAR, A; MONTEIRO, I. C de C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, pp. 227-254. 2005.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, pp. 197-211. 1999. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/603/pdf>>. Acesso em 22 ago. 2020.
- LEDERMANN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 29, n. 4, pp. 331-359. 1992.
- LORENZATO, S. **Para aprender matemática.** Autores Associados, 3ª ed. 2010
- MALHEIRO, J. M. da S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Actio**, Curitiba, v. 1, n. 1, pp. 108-127. 2016.
- MORAES, R.; GALIAZZI, C. Metamorfoses Múltiplas: emergências incertas e inseguras no caminho da análise textual discursiva. MORAES, R.; GALIAZZI, C. **Análise textual discursiva.** 2ª ed. Ijuí. Unijuí: Brasil, 2013. pp. 163 - 192.
- MOREIRA, M.A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v. 10, n. 2, pp.108-117. 1993. Disponível em: <<https://goo.gl/ZWVJ5G>> Acesso em: 12 out. 2020.
- OLIVEIRA, C. M. A. de. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? In: CARVALHO, A. M. P de. (org.). **Ensino de Ciências por investigação:** condições para implementação em sala de aula. Cengage Learning. São Paulo: Brasil, 2016. pp. 63-75.
- PAULETTI, F. **A pesquisa como princípio educativo no ensino de ciências:** concepções e práticas em contextos brasileiros. 133p. Tese do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. PUCRS, Porto Alegre, 2018.
- PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. ed. da UFSC Florianópolis: Brasil, 2001. pp. 9-32.
- PIETROCOLA, M. Curiosidade e imaginação os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de Ciências:** unindo a pesquisa e a prática. Cengage Learning. São Paulo: Brasil, 2009. p. 119-134.
- ROSA, C. W. da; ROSA, A. B. da; PECATTI, C. Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Vigo, v. 6, n. 2, pp. 263-274. 2007.
- ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12 n. 3, pp. 357-368. 2007.
- ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M.; MINOSSO, F. B. Alfabetização científica e ensino de ciências nos anos iniciais: concepções e ações dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 12, n. 1, pp. 182-202, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/7530>>. Acesso em: 2 abr. 2021.
- SANTOS, R. J. dos, SASAKI, D. G. G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 3, pp. 1-9, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172015000300506&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172015000300506&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 12 out. 2020.
- SILVEIRA, L. B. B. et al. Percepções de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental sobre ciências naturais. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 10, n. 2, pp. 73-87, 2015. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2015.v10n2.a5.
- SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas.** 218 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e

Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TOBIN, K.; MCROBBIE, C.J. Beliefs about the nature of science and the enacted science curriculum. **Science & Education**, v. 1, n. 6, pp. 355-371. 1997.

ZANCUL, M. C. de S. Ensino de Ciências e a Experimentação: Algumas reflexões. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. de. (Orgs.). **Quanta ciência há no ensino de ciências**. EdUFSCar. São Carlos: Brasil, 2011. pp. 63-68.

ZEICHNER, K. M. Formando professores reflexivos para a educação centrada no aluno: possibilidades e contradições. In: BARBOSA, R. L. L. (Org.). **Formação de educadores: desafios e perspectivas**. Editora UNESP, São Paulo: Brasil, 2003. pp. 35-56. Disponível em: <<https://goo.gl/xAXCfe>>. Acesso em: 23-10-2020.

ZÔMPERO, A. F. LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.13, n.3, pp. 67-80. 2011.





## LINGUAGEM METAFÓRICA NOS DISCURSOS DE DIVULGAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM YOUTUBE: O CASO DO CANAL MANUAL DO MUNDO

## DISCURSOS DEL LENGUAJE METAFÓRICO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL CANAL DE YOUTUBE: EL CASO DE CANAL MANUAL DEL MUNDO

## METAPHORICAL LANGUAGE IN SCIENCE AND TECHNOLOGY DISCOURSE ON YOUTUBE CHANNELS: THE CASE OF THE WORLD MANUAL CHANNEL

Hellen Luyza Fernandes Cardoso\* , Saulo César Seiffert Santos\*\* 

Cómo citar este artículo: Cardoso, H. L. F. y Seiffert Santos, S. C. (2021). Linguagem metafórica nos discursos de divulgação em ciência e tecnologia em canal de YouTube: o caso do canal Manual do Mundo. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 59-73. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18124>

### Resumo

As analogias e outras formas metafóricas de comparação são capazes de contribuir para a explicação de vários conceitos considerados polissêmicos. Diversas mídias, como os canais da plataforma de compartilhamento de vídeos YouTube, podem aproximar as ideias abstratas para a assimilação, e ocorre uma divulgação científica. Nosso objetivo foi reconhecer as comparações metafóricas em vídeos, como recurso didático, para compreensão de conceitos científicos em tema de ciência e tecnologia em um canal educativo e entretenimento do YouTube. Conforme os resultados, existem construções verbais de símiles e metáforas apoiadas na imagem, que dão uma expressão diferenciada ao apresentador que não precisa falar todos os detalhes. Há momentos, também, em que ocorre uma expressão de comparações metafóricas verbais sem o recurso da imagem, com conteúdo. Em três vídeos comparados em uma playlist de grande acesso, percebemos, por um lado, que há uma presença do elemento estético-cômico - através de brincadeiras e uso da linguagem informal -, e, por outro lado, a apresentação de fenômenos científicos (saneamento do esgoto em um vídeo) e atividades técnicas em artefatos (fabricação da bolinha de gude e tijolo, em outros vídeos). Estas tornam-se marcas deste canal de Divulgação Científica. Notamos que a ideologia circula entre as esferas de visitantes do canal de audiência aparentemente escolar (aprender assuntos científicos e tecnológicos), por meio de comunicação escolhida (YouTube) em diálogo com os editores do canal (experiências pessoais).

**Palavras chave:** Ciência e Tecnologia. Tecnologia Educacional. Disseminação de informação. Educação Informal.

### Abstract

Analogies and other metaphorical forms of comparison can contribute to the explanation of various concepts considered polysemic. Various media, such as YouTube

Recibido: 9 de junio de 2021; aprobado: 29 de noviembre de 2021

\* Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Amazonas, Brasil. E-mail: hellen.lfc1801@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2202-7557>

\*\* Doutor em Educação em Ciências. Departamento de Biologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas, Brasil. E-mail: sauloseiffert@ufam.edu.br – ORCID <http://orcid.org/0000-0001-7890-1886>

video-sharing platform channels, can bring abstract ideas closer to scientific assimilation and dissemination. Our objective was to recognize the metaphorical comparisons in videos, as a didactic resource, for understanding scientific concepts in the field of science and technology in an educational and entertainment channel on YouTube. Results show the existence of verbal constructions of similes and metaphors based on the image. It gives different expressions to the presenter who does not need to talk about details. There are also moments in including expression in verbal metaphorical comparisons without images. In three videos compared in a playlist with wide access, we note, on the one hand, that there is the presence of the aesthetic-comic element -through games and the use of informal language- and, on the other hand, the presentation of scientific phenomena (sanitary sewer in a video) and technical activities in artifacts (marble and brick production, in other videos). These become trademarks of this Scientific Dissemination channel. We observe that the ideology circulates between the areas of the visitors of the apparent school audience channel (learning of scientific and technological subjects), through the chosen communication (YouTube) in dialogue with the editors of the channel (personal experiences).

**Keywords:** Science and Technology. Educational Technology. Dissemination of information. Informal Education.

### Resumen

Las analogías y otras formas metafóricas de comparación pueden contribuir a la explicación de varios conceptos considerados polisémicos. Varios medios, como los canales de la plataforma para compartir videos de YouTube, pueden acercar las ideas abstractas a la asimilación y la difusión científica. Nuestro objetivo fue reconocer las comparaciones metafóricas en videos, como recurso didáctico, para la comprensión de conceptos científicos en la materia de ciencia y tecnología en un canal educativo y de entretenimiento en YouTube. Según los resultados, existen construcciones verbales de símiles y metáforas sustentadas en la imagen, que le dan una expresión diferente al presentador que no necesita hablar de todos los detalles. También hay momentos en los que hay expresión de comparaciones metafóricas verbales sin el recurso de la imagen, con el contenido. En tres videos comparados en una lista de reproducción con amplio acceso, notamos, por un lado, que hay presencia del elemento estético-cómico -a través de juegos y el uso del lenguaje informal- y, por otro lado, la presentación de fenómenos científicos (alcantarillado sanitario en un video) y actividades técnicas en artefactos (elaboración del mármol y ladrillo, en otros videos). Estos se convierten en marcas de este canal de Difusión Científica. Observamos que la ideología circula entre los ámbitos de los visitantes del canal de audiencia aparentemente escolar (aprendizaje de materias científicas y tecnológicas), a través de la comunicación elegida (YouTube) en dialogismo con los editores del canal (vivencias personales).

**Palabras clave:** Ciencia y Tecnología. Tecnología Educacional. Diseminación de la información. Educación Informal.

## 1. Introdução

O uso da linguagem metafórica, como as analogias, no ensino e na divulgação científica podem servir como uma rica e potencial fonte de interação didática para a compreensão de conceitos considerados polissêmicos, uma vez que, normalmente, cria pontes entre as estruturas de totalidades e entidades, partindo da realidade ordinária para um processo de comparação racional.

Alguns cientistas utilizaram as analogias para introduzir suas teorias, como Mendeleev, que usou as cartas de baralho para explicar a organização da tabela periódica; Kekulé, por exemplo, compreendeu o fenômeno de ressonância do anel de benzeno a partir da visão de uma serpente que buscava morder sua própria cauda, realizando um movimento circular (HARISSON, TREAGUST, 2006; NERSESSIAN, 1992). Esses cientistas buscaram essas analogias no sentido de simplificar a explicação e aproximar a compreensão por meio da construção de objetos análogos. SEIFFERT-SANTOS (2020) apresenta três comparações metafóricas usuais entre outras formas possíveis: metáfora, símile e analogia.

Enquanto a metáfora é uma comparação implícita entre dois campos, o símile é uma comparação simples e explícita entre dois campos (chamada também de analogia simples). Já as analogias são comparações explícitas entre dois domínios, o domínio familiar ou conhecido (análogo ou veículo) e o domínio desconhecido (alvo). Para ilustrar, quando se diz “João é uma onça”, entende-se uma metáfora, pois não se aponta diretamente qual é o atributo (forte, astuto ou possui um odor semelhante), é implícito e depende do contexto e da situação para a determinação do sentido. Quando se afirmar “João é feroz como uma onça”, percebe-se um símile, uma analogia simples com um único ponto de comparação explícita. Mas se dizer que “João é feroz, astuto e forte como uma onça”, se verifica uma analogia comum, com mais de um atributo de comparação.

As comparações metafóricas e o uso de diversas tecnologias têm sido utilizados para explicação de assuntos apresentados, por exemplo, em canais do YouTube que proporcionam uma comunicação e divulgação científica mediante um discurso híbrido, utilizando imagens, sons e participações de efeitos especiais. Vemos também os professores e/ou influencers utilizando figuras de linguagem em seus discursos.

Estes vídeos são cada vez mais disseminados, respaldados não só como um apelo aos conteúdos, mas, devido à facilidade do acesso à internet, propõem um discurso que pode promover mudanças no Ensino de Ciências, fazendo com que haja uma divulgação científica, algo mais objetivo, lúdico e até dinâmico (RESENDE, 2015). Juntamente com esses vídeos, uma das formas de fazer com que os estudantes compreendam melhor esses assuntos é o uso de analogias, metáforas e símiles, aproximando o público do conhecimento científico, por meio de uma linguagem formal e/ou informal.

O YouTube distingue-se de outros sites, pois ele, como um gênero de comunicação, assume o papel dialógico de uma rede social. Quem tem uma conta nessa plataforma, assiste aos vídeos apenas com a inscrição no canal e marca a aprovação ou desaprovação do conteúdo que foi divulgado no vídeo, além de manter o diálogo com autores e espectadores. Atualmente, não se sabe a quantidade de inscritos de forma geral, mas Jawed Karim, de acordo com RAMOS (2017), um dos cofundadores da plataforma, pontua que o sucesso se deu graças às recomendações de vídeos, ao compartilhamento de vídeos por links, além da caixa de comentários em cada vídeo, e um reprodutor de vídeo compatível com outras páginas na internet.

O YouTube possui diversos canais com milhares de assuntos voltados para o entretenimento, por exemplo, na área de divulgação científica, porém nem sempre é pensado como uma educação oficial, mas como informação lúdica. É possível observar que, na experiência pessoal dos pesquisadores,

junto ao curso de Licenciatura em Ciências Naturais de uma universidade pública na região norte do Brasil, muitos estudantes optam pelos canais de YouTube para consultar sobre assuntos que são seus objetos de estudo, auxiliando na realização das suas atividades acadêmicas. Um canal do YouTube bastante ventilado informalmente junto a esses acadêmicos foi “Manual do Mundo”, por sua linguagem acessível. A partir disso, o nosso objetivo foi verificar e analisar vídeos com a presença de analogias, símiles e metáforas como recurso didático para a compreensão de conceitos científicos em temas de ciência e tecnologia do canal “Manual do Mundo” e, a partir disso, reconhecer as analogias, símiles e metáforas e analisar a construção discursiva presente em uma playlist desse canal de divulgação científica.

## 2. Marco teórico

Para uma melhor compreensão dos conteúdos abordados nesse estudo, serão explanados os seguintes temas: Estudo sobre o Discurso no Círculo de Bakhtin, Divulgação Científica e Comparações Metafóricas.

### 2.1 Estudo sobre o Discurso no Círculo de Bakhtin

Mikhail Mikhailovitch Bakhtin (1895-1975), desde muito cedo, sempre teve contato com várias línguas, o que pode ter facilitado sua forma de refletir e pensar. Ele foi professor em Nevel entre os anos de 1918 e 1920, quando formou um grupo de amigos que, mais tarde, constituiu-se como Círculo de Bakhtin. Apesar de ter passado por vários problemas de saúde durante a sua carreira, nunca deixou de observar, refletir e escrever (FIORIN, 2017). Publicou trabalhos importantes, alguns trazidos para a língua portuguesa, tais como: “A estética da criação verbal”, “Os gêneros do discurso”, “Teoria do romance”, “Notas sobre literatura”, “Cultura das ciências humanas”, entre outros. Os seus escritos são referência e o autor é considerado como um dos grandes pensadores do

século XX.

Conforme Bakhtin (CAREGNATO, MUTTI, 2006), o discurso possui características fundamentais que o definem, apoiando-se na gramática, na linguagem e no fonema. Quem realiza um discurso, deve ter conhecimento não só do ponto de vista linguístico, mas adaptar-se a diversas situações do cotidiano, aos conhecimentos de diversos assuntos ou temas. Além disso, a maneira como deve se comportar e falar com as pessoas é crucial. Neste sentido, ao estudar o discurso, realiza-se uma Análise do Discurso (AD), empregando-se conceitos presentes nos trabalhos do Círculo de Bakhtin.

Todavia, em uma visão geral, existem, pelo menos, 57 variedades de ADs que carregam enfoques diferentes. A análise de conteúdo é uma disciplina de interpretação e uma forma de analisar como ocorre as construções da ideologia de um texto (CAREGNATO, MUTTI, 2006). Seu processo de análise se constitui da seguinte forma: são analisados os sentidos verbais ou não-verbais, e estas ideias podem ser cruzadas com dança, músicas etc. (CAREGNATO, MUTTI, 2006). Então, na AD, estuda-se o sentido do texto, constituído por ideologia, história e linguagem (CAREGNATO, MUTTI, 2006). A ideologia carrega o posicionamento do indivíduo; a história, o contexto histórico, a linguagem e a materialidade do texto. De forma geral, a AD possibilita a compreensão do que é transmitido em uma mensagem e como esta pode ser entendida. Logo, tudo o que falamos ou escrevemos está carregado de elementos ideológicos.

Os elementos ideológicos dão-se no dialogismo entre enunciados. O enunciado é uma forma de transmissão ligada à história da sociedade e da linguagem, indispensável para o pensamento humano, porque pode ser determinada por um estilo (BAKHTIN, 2017). Dividindo dimensão verbal e dimensão não verbal, Bakhtin analisa a partir da ideia de gênero discursivo. Os gêneros discursivos são apreendidos, inicialmente, ao analisar o não verbal por meio dos horizontes do espaço-tempo de constituição da obra, temática

(esfera/campo de atividade humana que se inclui a obra) e axiológica (valores e tonalidade volitiva). Posteriormente, analisa a dimensão verbal, ou seja, a parte da própria linguagem, através dos horizontes do tema, do estilo e da construção composicional. Emprega-se a integração na ação dos autores, que, nesta pesquisa, não são cientistas, são pessoas ligadas a determinados cursos superiores, que estudam os temas, e os fazem com a ideia de facilitação, ligada a atividades práticas e a uma forma de interação.

Todo discurso assume um estilo e, geralmente, está correlacionado ao enunciado e suas formas típicas de enunciados, ou seja, está relacionado aos gêneros do discurso. Todo enunciado, seja ele primário ou secundário, seja em qualquer campo discursivo, tem um estilo individual, e os mais favoráveis são aqueles gêneros da ficção (BAKHTIN, 2017). Os estilos da linguagem são e estão concatenados aos estilos de gêneros conforme a atividade humana, ou seja, em cada campo podem ser empregados determinados gêneros, determinados estilos de enunciados, e isso determinado pelas unidades temáticas.

Os gêneros do discurso propostos por Bakhtin podem ser considerados textos do dia a dia, escritos ou orais, e o objetivo da maioria é proporcionar uma interação verbal. Os textos, percebidos em gêneros primários do cotidiano do uso concreto e direto entre interlocutores (conversas, bilhetes etc.) e os gêneros secundários complexos, organizam os enunciados em obras de uma esfera social em formas complexas, como livros, revistas, relatórios etc.

Entre os gêneros discursivos, há os textos típicos da ciência, da literatura, da legislação, entre outros, ligados às esferas específicas de produção, à esfera científica, à da literatura, e à legal. Todavia, há aqueles que fazem pontes com as esferas especializadas junto ao público geral - como o gênero discursivo jornalístico -, e nessa área, destaca-se o gênero discursivo que pretendemos pesquisar, o da Divulgação Científica.

### 2.3 Comparações Metafóricas (Figuras de Linguagem)

Entre os textos ou discursos, além da divulgação científica, estão presentes também as marcas. Uma dessas marcas são as figuras de linguagem, como as comparações com analogias, símiles, metáforas, entre outras. No nosso estudo, focamos apenas nessas três primeiras. Cada uma dessas figuras de linguagem pode ter o objetivo de facilitar o processo comunicativo, de ensino-aprendizagem, mediante métodos voltados à ludicidade.

As analogias, por apresentarem comparações explícitas, passam a ser estudadas na forma de mapeamento analógico. Apresentamos, assim, o método de exposição e análise de Glynn (1991), denominado de Teaching with Analogy – TWA (Ensino com Analogia – tradução livre), que é dividido em 6 fases: 1) introduzir o conceito-alvo, 2) lembrar situações análogas, 3) identificar aspectos semelhantes entre alvo-análogo, 4) relacionar semelhança entre os domínios fonte e alvo, 5) esboçar as conclusões, 6) identificar aspectos em que a analogia falha. Houve uma modificação dessa versão do TWA, com ampliação dos passos e a inversão dos dois últimos para uma melhor sistematização para o estudante (HARRISON, TREAGUST, 1993, 2006; TREAGUST, HARRISON, VENVILLE, 1996).

A metáfora pode ser uma comparação implícita entre dois campos (DUARTE, 2005). De acordo com FOSSILE (2015), a etimologia da palavra metáfora deriva dos termos gregos *metha* e *phora*, o que significa “levar” ou “conduzir a mudanças”. Essa figura de linguagem está presente na vida cotidiana, no discurso, no pensamento e nas ações. O símile é uma comparação simples e explícita entre dois campos (analogia simples), e as analogias são comparações explícitas entre dois domínios, o domínio familiar ou conhecido (análogo ou veículo) e o domínio desconhecido (alvo) (SEIFFERT-SANTOS, FACHÍN-TERÁN, NAGEM, 2013). A possível presença da linguagem metafórica sugere, então, uma inexatidão ou

subjetividade da apresentação dos fatos e resultados, o que, teoricamente, pode ou não facilitar o entendimento do público, em especial daquele que assiste aos vídeos do YouTube, ou até mesmo daria margem à dupla interpretação da mensagem transmitida.

A linguagem metafórica possui vantagens e desvantagens, conforme DUARTE (2005), relacionadas a algumas potencialidades e dificuldades. Vantagens: levam à ativação do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem capacidades cognitivas, como a criatividade e a tomada de decisões, tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos, podendo promover o interesse dos alunos, constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitar a evolução ou a mudança conceitual, permite perceber, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas, enfim, podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

Todavia, Duarte (2005) aponta dificuldades/problemas do uso acrítico e irreflexivo de tais linguagens: a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia; pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia; a analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade; os alunos podem centrar-se nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações.

Essas críticas que fazem eco a possíveis obstáculos epistemológicos indicados por Bachelard podem tomar a analogia como a própria realidade (ANDRADE, ZYLBERSTAJN, FERRARI, 2002). Todavia, obstáculos podem ser possivelmente remediados com o uso adequado, crítico e metodologicamente estruturado das analogias (NAGEM et al., 2001). É preciso, desse modo, estender esse cuidado ao uso de qualquer recurso da linguagem metafórica.

As três figuras de linguagem elencadas compõem

nossa análise discursiva em reflexo ao que se diz das marcas de um Discurso Científico e de um Discurso da Divulgação Científica (DDC). Destacamos, para isso, algumas características do Discurso Científico: divulga conhecimento, seja por meio da fala ou escrita, é de estrutura composicional formal, postura séria, e busca responder aos problemas de pesquisa ou ligados ao problema científico (JURDANT, 2006). Por outro lado, o DDC apresenta algumas características: foi transposto da esfera científica para a esfera cotidiana e da comunicação, favorecendo, assim, a mudança dos valores (pode ter postura lúdica), as temáticas (esfera do mercado ou do cotidiano), não trabalha de forma especificamente científica, e se manifesta por meio de gêneros discursivos híbridos ligados ao cotidiano, entre outras características (GRILLO, 2013).

Aqui, vemos que as comparações metafóricas mais utilizadas são o uso das analogias, das metáforas e dos símiles, proporcionando, portanto, o alcance comunicativo de uma linguagem especializada para grupos de cientistas a audiências mais amplas e populares.

### 3 Metodologia de Pesquisa

A pesquisa pode ser definida como de abordagem qualitativa, exploratória e de análise de corpus. (MALHEIROS, 2011; FLICK, 2013). Qualitativa, por buscar sentidos e significados junto às expressões e criações humanas; exploratória, porque não confirma necessariamente postulados conceituais consolidados, mas, dirige-se à construção em uma perspectiva própria do objeto de pesquisa que busca enriquecer na esfera comunicacional de pesquisa; análise de corpus, por usar uma variedade de análise do discurso, se separa um conjunto de textos para analisar com base no referencial teórico para compreensão específica do texto no seu contexto. A análise do discurso utilizada foi na perspectiva do Círculo de Bakhtin com uso do referencial teórico das comparações metafóricas.

Primeiramente, foi escolhido o canal “Manual



do Mundo”, a partir da percepção pessoal de sua popularidade entre estudantes de Licenciatura em Ciências Naturais em Manaus/AM e da experimentação didática de conceitos científicos (experiência pessoal do pesquisador em disciplinas e diálogos informais com licenciandos). Para delimitação do material a ser analisado, foi selecionada a lista de vídeos “Os melhores vídeos do canal Manual do Mundo”, por seu elevado número de acessos.

A partir disso, nesse objeto, pesquisamos sobre o Discurso da Divulgação Científica (DDC), com foco no uso da comunicação metafórica como uma das marcas nesse tipo de canal. Para a construção dos dados, todos os 15 vídeos foram assistidos para que referências metafóricas fossem localizadas e se realizasse a análise discursiva híbrida, contendo os seguintes dados: quantidade de likes, comentários, vídeo mais curto e mais longo. Além disso, destacam-se dados específicos de três vídeos escolhidos a partir dos critérios: conter mais frequência de comparações metafóricas e ter sido postado há, no máximo, entre 3 e 5 anos.

Posteriormente, ao assistir os vídeos, realizamos a descrição dos dados gerais e transcrições dos vídeos específicos. Para facilitar o processo de análise, observamos os comentários mais relevantes, ou seja, aqueles propostos pela própria plataforma, que se manifestavam em questionamentos sobre o conteúdo do vídeo, não com o objetivo de buscar aqueles que possuem “mais likes”, mas os ligados à compreensão do público que assiste esse canal do YouTube. Foi necessário localizar algumas informações relevantes sobre a estrutura do canal, como também o número de inscritos até 21 de janeiro de 2021, levando em conta quantidade de vídeos, frequência de “likes e dislikes” e verificação de informação sobre os vídeos mais curtos e longos.

#### 4 Resultados e Discussões

Para os resultados, optou-se por analisar, de forma geral, a plataforma do YouTube, especificamente

a história do Canal “Manual do Mundo” e, em seguida, as análises dos vídeos principais.

##### 4.1 Canal “Manual do Mundo”, do YouTube

O YouTube é uma plataforma digital que foi lançada em 2005 e possui uma mescla de recursos de multimídia. A partir daí, foram criados canais e, atualmente, é considerada uma plataforma que, além de ter um grande alcance por conta dos usuários, possui o objetivo de disseminar informações científicas ou até explicações técnicas. Conforme Carvalho (2016), o YouTube possibilita o uso de recursos narrativos ou visuais e atrai a atenção do público por conta de várias temáticas, que, em muitos casos, podem não ter tanto apelo, visto que, em geral, quando se trata de assuntos de cunho científico, as pessoas sempre associam a algo “fora da realidade”.

O Canal “Manual do Mundo” é, aparentemente, de divulgação de ciência e tecnologia, lançado em 2008, e ativo até o presente, com experiências, conteúdos científicos e tecnológicos. Inicialmente, quando foi lançado, tinha como slogan “Dicas para sobreviver em um mundo cruel”, mas, ao longo dos anos, os autores criaram playlists com receitas, experiências científicas, curiosidades, desafios e curtos documentários.

Os autores do canal são o jornalista Iberê Thenório e sua esposa Mariana Fulfaro, que são responsáveis pelo conteúdo, edição e roteiro (THENÓRIO, FULFARO, 2021). Iberê, aos 17 anos, decidiu que queria ter uma vida cercada de aventuras e optou por ser jornalista, mas, sem sucesso nos vestibulares, escolheu estudar por conta própria temas diversos, foi quando o interesse pela Química e pela Física aumentou, levando-o à realização de pesquisas informais (GOMES, OLIVEIRA, 2018).

Mariana, antes de conhecer Iberê, era terapeuta ocupacional, e também não conseguiu passar no vestibular, mas, após 2 anos de estudos, conseguiu ingressar na Universidade de São Paulo (USP) (GOMES, OLIVEIRA, 2018). Ambos se encontraram em São Paulo, mas Iberê notou que queria divulgar

seus conhecimentos às pessoas. Então, começou a gravar vídeos simples, e o canal “Manual do Mundo” foi lançado. O canal busca apresentar temas de curiosidade relacionados à ciência e à tecnologia, principalmente, experimentos voltados para Química, Física e Biologia (THENÓRIO, FULFARO, 2021).

Atualmente, “Manual do Mundo” é um dos canais com mais acessos do mundo, com cerca de 14.300 milhões inscritos e tem cerca de 1.666 vídeos que são publicados especificamente às segundas, terças e, eventualmente, aos sábados.

#### 4.2 Análises dos Vídeos do Canal “Manual do Mundo”

No processo de escolha do canal, como critério de análise geral, algumas características da playlist escolhida são descritas abaixo, conforme quadro 1. A playlist selecionada para análise, “Os melhores vídeos do canal Manual do Mundo”, possui 15 vídeos, sendo que o vídeo de duração mais curta registrou 4min 22s (quatro minutos e vinte e dois segundos), com o título “Como é feito a bolinha de gude”, lançado no dia 11 de maio de 2017, e a plataforma informou o registro 269 mil “gostei” (em inglês likes) e 8.804.674 visualizações; e o maior vídeo, lançado em 25 de setembro de 2018, registrou 21min 14s (vinte e um minutos e quatorze segundos), e registrou 436 mil “gostei”.

Para critérios de análise específica dos vídeos do canal de YouTube, foram escolhidos os vídeos da playlist: “Os melhores vídeos do canal Manual do Mundo”. As comunicações metafóricas encontradas foram metáforas e símiles, visto que, não foi encontrada a presença de analogias parciais e completas (comparações de mais de uma característica no mesmo objeto).

A nossa observação do canal nota um discurso híbrido, com linguagem verbo-visual, com a presença de fundo musical, imagens que possam facilitar a compreensão do público e sonoplastia. Os autores são, de forma geral, um reflexo da interação do grupo de editores do canal, e os destinatários são, aparentemente, como se nota a partir dos comentários, os estudantes do ensino básico e graduandos, como os Licenciandos em Ciências Naturais que inspiraram nossa escolha, além das pessoas que procuram por conteúdos movidas pela curiosidade e pelo não conhecimento em alguns assuntos.

De forma geral, os vídeos do Canal “Manual do Mundo” são transmitidos em espaços e tempos com linguagem que possa facilitar a compreensão por parte do público, como a fabricação da bolinha de gude que foi realizada em uma indústria com a demonstração de como ocorre todo esse processo. Todos os vídeos possuem um discurso híbrido, com enunciados de convite para o público que está assistindo, simulando uma visita escolar com

**Quadro 1.** Análise Geral dos vídeos da Playlist “Os melhores vídeos do canal Manual do Mundo”

|   |   |
|---|---|
| <b>Quantidade de Vídeos da Playlist:</b> “Os melhores vídeos do canal Manual do Mundo”.             | 15 vídeos   |
| <b>Tempo somado em Minutos em 15 vídeos</b>   | 3h 30min 33s - Cento e noventa e oito minutos e trinta e três segundos. |
| <b>Soma dos comentários em 15 vídeos</b>  | 7.423 comentários   |
| <b>Vídeo com maior quantidade de Likes:</b> “Como fazer um bico barco”                              | 870 mil likes   |
| <b>Vídeo com maior quantidade de Dislikes:</b> “Como transformar o papel alumínio em bola de metal” | 9,3 mil dislikes  |
| <b>Vídeo mais curto:</b> “Como é feita a bolinha de gude”   | 4min 22s - Quatro minutos e vinte e dois segundos.                      |
| <b>Vídeo mais Longo:</b> “Andamos num submarino Brasileiro da Marinha”                              | 21min 15s - Vinte e um minutos e quinze segundos.                       |

**Fonte:** Canal “Manual do Mundo” (2021).

imagens, fundo musical e discurso visual e verbal, sempre visando à ludicidade. Segundo ALMEIDA (2020), quando os recursos/estratégias são usados de maneira adequada, podem aproximar o aluno da realidade, pois o fenômeno passa a ser representado de várias formas.

O estilo dos vídeos é voltado para o ramo tecnológico, mais especificamente tecnicista, visto que a maioria deles busca explicar, por exemplo, o processo de fabricação de uma bolinha de gude ou como ocorre o tratamento de esgoto nas cidades. Os vídeos também possuem algo específico do canal, com um estilo jornalístico, lúdico, didático, e relacionam, principalmente, seus conteúdos à sala de aula, fugindo daquela ideia de utilizar somente o livro didático. Segundo FURTADO (2013), a comunicação científica é endereçada às pessoas interessadas em um formato jornalístico para o leigo, assim, aqui vemos o predomínio de estudantes, leigos, enfim, pessoas que buscam conhecer o assunto, o que pode caracterizar uma popularização da ciência.

De forma geral, foi possível notar que os apresentadores realizam essa exposição em formato jornalístico, mas as frases são coloquiais, simples e diretas. Pode-se afirmar que também se trata de um discurso midiático, que possui um objetivo, uma didatização, cunho de fundamentação na autoridade científica, mas, além disso, de entretenimento. Desse modo, os autores não somente fazem a explicação ou realizam a divulgação, mas também incentivam o público a

realizar os experimentos. Abaixo, no Quadro 2, um breve resumo e análise dos vídeos escolhidos.

#### 4.2.1 Vídeo: Como é feita a bolinha de gude<sup>1</sup>

O primeiro vídeo analisado nesta playlist, com menor duração, e que tem como título: “Como é feita a bolinha de gude”, foi postado no canal no dia 11 de maio de 2017. O local de gravação foi em Guarulhos, São Paulo, em uma fábrica: Embalado Indústria e Comércio de esferas de vidro, que produz bolinha de gude a partir de resíduos de vidro. Nessa fábrica, ocorrem todos os procedimentos de fabricação da bolinha de gude a partir da matéria-prima: o vidro. De acordo com os autores do canal, 100% do material da bolinha de gude é reciclado, além disso, a fábrica conta com o auxílio das indústrias de pastilhas de vidro, que são separadas por cores para dar início ao processo de fabricação do vidro. O vídeo possui quatro minutos e vinte e sete segundos, com cerca de 9.254.554 visualizações, 280 mil likes e 5.280 comentários.

O seu estilo é misto, pois há nele a presença de imagens, sons, movimentos, ou seja, um gênero híbrido. É um vídeo de divulgação científica/tecnológica, mas se propõe, na sua maior parte, em mostrar o procedimento técnico, a saber, como é produzida a bolinha de gude. Os autores

<sup>1</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=vP3zJmtkxhc&list=PLYjrIH3e\\_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj&index=1](https://www.youtube.com/watch?v=vP3zJmtkxhc&list=PLYjrIH3e_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj&index=1). Acesso em 03 de março de 2021.

**Quadro 2.** Resumo geral dos vídeos escolhidos para análise.

| Vídeo                                    | Ano de Publicação | Resumo  |
|--|-------------------|---|
| 1. “Como é feita a bolinha de gude”.     | 2017              | O vídeo retrata como é feita a bolinha de gude, em que 100% do material utilizado para fabricação é material reciclado, especificamente resíduos de vidro.                                  |
| 2. “Como é feito o tijolo”               | 2019              | O vídeo retrata como é feito o tijolo, a saber, a partir da argila como matéria prima. É feito um processo de mistura, antes da fabricação do tijolo visto que a mesma possui muitas cores. |
| 3. “Como é feito o tratamento de esgoto” | 2019              | O vídeo retrata o tratamento do esgoto, mais especificamente o interceptor, por onde passa o “rio de cocô” para ser realizado o tratamento de esgoto.                                       |

Fonte: Canal “Manual do Mundo” (2021).

do vídeo são a equipe técnica do canal, sendo o público destinatário os estudantes, licenciandos e indivíduos que têm curiosidade/interesse pelo assunto. No vídeo apresentado, ocorre a valorização do conhecimento técnico em relação ao científico.

Em relação aos interlocutores iminentes, analisamos quem deveria saber que a bolinha de gude é feita por meio de materiais como o vidro, assim como também aquelas pessoas que pensam que a bolinha de gude tem um significado associado a uma brincadeira e/ou jogo. Então, os interlocutores iminentes são o próprio público composto principalmente por adultos, que brincaram na infância com a bolinha de gude, mas também graduandos que buscam saber mais sobre como ocorre o processo de fabricação em si. No vídeo, é possível perceber que, durante a explicação, as palavras encarnadas no caso, o signo ideológico no discurso dos autores, são bolinha de gude e vidro, utilizadas para abordar uma explicação técnica sobre o processo de fabricação. O conceito de fusão é percebido visualmente por meio das passagens de estado físico do vidro (silicato) de sólido para líquido e retorno para o estado sólido.

Foram contabilizadas cerca de quatro metáforas, e cerca de um símile. Por exemplo: Símile: “Esses pedaços de vidro parecem pedras preciosas”. O marcador “parecem” faz uma comparação analógica. Uma comparação estética simples. Metáfora: “Essas bolinhas estão saindo vermelhas, porque elas estão pegando fogo, estão muito quentes”. A primeira frase do parágrafo é uma comparação literal. A segunda parte é uma metáfora de estado, pois indica uma combustão, o que seria uma ilustração metafórica.

A frequência de comparações metafóricas ocorre durante um intervalo de cerca de menos de dez segundos no vídeo. De forma geral, apesar de o símile e as metáforas fazerem referência à parte técnica do vídeo, parece que há uma preocupação, por parte dos autores, em mostrar para o público que está assistindo a maior empiria possível do

momento. Depois das marcas de comparação com uso da linguagem, usa-se tacitamente uma ideia de valor nostálgica (brincadeira da infância). Apesar de o discurso apresentado por Iberê e Mariana e a preocupação mostrar todo o procedimento técnico, é possível perceber que, nesse contexto especial, parece ter fixa, para o público, a referência de uma brincadeira, e isso é possível perceber nos comentários, por exemplo: “E pensar que esse simples brinquedo foi responsável por toda diversão da minha infância”; “Saudades é tão simples e tão divertido”; “Quantas pessoas foram felizes brincando com elas!”.

#### 4.2.2 Como é feito o tijolo2

O segundo vídeo analisado nessa playlist tem o título: “Como é feito o tijolo”. Foi postado no canal em 22 de junho de 2019. O local de gravação foi em uma fábrica de tijolos, em Tatuí, São Paulo, possui nove minutos e vinte e sete segundos, foram registradas 9.100.080 visualizações, com cerca de 394 mil likes e 6.348 comentários.

Em referência a seu estilo, é misto, pois, possui um discurso visual, verbal e com efeitos sonoros, e dupla apresentação: a autoria do grupo de edição e a participação externa e fundo musical. Em relação aos conceitos científicos, destaca-se a distinção de argila e barro e os processos de manipulação dos mesmo em mistura e secagem.

O vídeo inicia-se com um enunciado e um fundo musical, e a autora apresenta a fábrica de tijolos realizando, de forma geral, uma breve explicação. Posteriormente, apresenta a matéria-prima do tijolo, e, por último, mostra como ocorre a produção dos tijolos. Esse enunciado parece ser subjetivo, por utilizar expressões que se referem a mudanças, mas também porque busca a aproximação do público que está assistindo. O enunciado está ligado, basicamente, ao estilo que pode ser caracterizado como algo que é particular

2 Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=ZRIW6PdEh8&list=PLYjrIH3e\\_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj&index=15](https://www.youtube.com/watch?v=ZRIW6PdEh8&list=PLYjrIH3e_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj&index=15). Acesso em 30 nov. 2020.

e individual (BAKHTIN, 2017), à medida que esses autores realizam tal proposta, apresentando um empreendimento enunciativo.

Da mesma forma que possui um público que procura algo por curiosidade, é notório que esse vídeo é feito no intuito de divulgação e, até mesmo, como se fosse a realização de uma visita escolar. As palavras, os signos ideológicos que mais se destacam são tijolo e argila, concatenados ao título do vídeo, mas, de modo geral, é um vídeo de caráter de uso da autoridade científica com o uso do discurso direto livre, mas também informativo.

Foram encontrados três símiles que refletem a comparação de um único ponto e que, ao que tudo indica, facilita a explicação do autor, por exemplo: “A consistência do tijolo é muito legal, está bem macio, está bem úmido, parece demais uma barra de chocolate”. A parte inicial traz comparações de valor e literais. Depois, indicado pelo termo “parece”, realiza uma comparação analógica do formato do tijolo com uma barra de chocolate. Essa comparação visa não somente a que o público consiga imaginar, mas talvez imaginar o tamanho físico, o que, provavelmente, esteja ligado à forma de expressão por parte dos autores, porque a expressão pode ser dividida de duas maneiras: a primeira parte é ligada ao conteúdo, e a segunda é relacionada à tradução, ou seja, o que ela quis dizer naquele momento (BAKHTIN, VOLOCHINOV, 2017).

De acordo com os comentários indicados pela plataforma como “os mais relevantes” do vídeo, o principal não foi muito em relação ao tijolo, mas sobre a brincadeira que a apresentadora Mariana fez em relação ao apresentador Iberê, um dialogismo lúdico próprio do gênero discursivo popular-lúdico de entretenimento que se torna uma marca do DDC e que atrai as pessoas. Talvez por ser um vídeo em que um dos objetivos foi comunicar uma informação científica. Esse comentário, por parte da apresentadora, pode ter “desviado” a atenção do público, principalmente pelo fato de que, dos mais relevantes entre os 6.348 comentários, a maioria não era a respeito

do assunto, e sim sobre o fato de a Mariana ter feito uma brincadeira em relação ao Iberê, e isso podemos perceber no seguinte comentário: “Será que o Iberê tá grávido? QUE ISSO MARI KKKKKKKKKKKK”, (comentário postado em julho de 2020). Também alguns comentários remetem ao fato de que foi possível compreender como é realizado esse processo, a parte técnica: “Show de bola! Gostei do vídeo! Muitas informações que muitos procuram!”. (Comentário postado em julho de 2020).

### 4.2.3 Vídeo: Como é feito o tratamento do esgoto 3

O terceiro vídeo analisado nesta playlist possui o título: “Como é feito o tratamento de esgoto”, e foi postado no canal no dia 5 de outubro de 2019. O local de gravação foi em Tietê, em São Paulo, onde fica a rede de esgoto por onde passa o “Rio de cocô” (uma perífrase), por meio do interceptor; e Barueri, em São Paulo, onde é realizado o tratamento de esgoto. Possui nove minutos e dezenove segundos, com cerca de 2.556.053 visualizações, 247 mil likes e 4.067 comentários.

O vídeo inicia em Tietê, em São Paulo, e a autora mostra para o público a estrutura de um esgoto e as características de um interceptor, um túnel por onde passa a água da casa, do banho. Posteriormente, ela vai a Barueri, para a realização do processo de tratamento do esgoto por meio da estação de tratamento do esgoto, passo a passo (THENÓRIO, FULFARO, 2021).

O vídeo possui um discurso híbrido, com a presença de efeitos sonoros, imagens, o tema chama a atenção tanto por ser algo voltado para a curiosidade, quanto para a área da tecnologia, já que, nas cidades, é necessário ter uma rede de tratamento de esgoto. A autora apresenta em um estilo jornalístico e didático, convida o público a visitar tanto a rede de esgoto para conhecer como

3 Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=E3I74m\\_fQqA&list=PLYjrjH3e\\_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj&index=](https://www.youtube.com/watch?v=E3I74m_fQqA&list=PLYjrjH3e_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj&index=). Acesso em 30 ago. 2020.

funcionam e suas características como a rede de tratamento de esgoto, dando uma ideia de que o público está presente naquele momento.

A ideologia presente no vídeo tenta mostrar para o público que está assistindo não somente como é realizado o processo de tratamento de esgoto, mas também desperta a conscientização ambiental e a reflexão sobre para onde vai o lixo ou a água depois que ela sai de uma residência. Para isso, é realizada uma explicação detalhada sobre como ocorre esse processo de tratamento e a fonte que influencia todo esse conteúdo, a saber, a própria “ET”, “Estação de Tratamento” de esgoto em São Paulo. Sendo assim, nota-se algo tecnicista, mas com caráter lúdico. As palavras mais marcantes, o signo ideológico, são tratamento de esgoto e lixo. No que se refere à polifonia, é possível perceber as vozes da equipe técnica na totalidade, que complementa a fala um do outro, e isso talvez facilite a compreensão do público que assiste ao vídeo.

No vídeo, foram encontradas quatro metáforas e duas símiles. Os autores sempre tentam aproximar o público à realidade daquilo que estão vivenciando durante a gravação e apresentação do vídeo. Durante a explicação, é possível perceber que eles tentam realizar comparações que deixem o conteúdo de fácil entendimento, tais como:

Símile: “a areia serve como uma espécie de lixa”;

Metáfora: “O lodo ativado é uma espécie de iogurte”;

Metáfora: “Ele é uma massa de modelar”.

De acordo com as frases citadas acima, o primeiro caso marca uma comparação metafórica de função de lixa, a símile, pois tem um marcador familiar, espécie de lixa, e uma comparação de função. Verbalmente, não dá para entender o contexto do vídeo. O assunto, a temática, é o esgoto, então existe uma questão que se aproxima da ideia. A consistência, ou o cheiro, parece com o do iogurte. “É uma massa de modelar”, verbalmente, é metáfora. Ancorado com a imagem, o telespectador pode ter uma impressão de símile, mas ainda vai continuar com o predomínio de metáfora, uma vez

que o recurso visual está focado no apresentador, não construindo uma imagem metafórica, direta. Eles tentam se aproximar do público não somente por meio de imagens, mas também por meio dos sentidos. Nesse vídeo, é possível perceber também que a frequência metafórica ocorre no intervalo de no máximo dois minutos.

Em relação aos comentários, notamos que o público de adultos e estudantes elogiam o canal, por apresentar um vídeo que, por mais que seja algo mais voltado para a curiosidade e para questões ambientais, é importante ao ser apresentado de forma lúdica na sala de aula. Talvez os autores tenham tentado alcançar, principalmente, o público da sala de aula, visto que o vídeo possui caráter lúdico, como destacado no comentário que segue:

“1 milhão de views em uma semana ... sobre como funciona o tratamento de esgoto. Realmente os estudantes têm curiosidade para aprender, só falta a escola mostrar o conteúdo de maneira interessante, saindo do abstrato completo, puxando para o concreto, mostrar de fato, e se possível permitir aos alunos fazerem experimentos, agir no concreto, relacionado a todas as matérias... Só posso dizer: Parabéns ao canal! (Comentário postado em doze de outubro de 2019).

Aparentemente, de forma geral, os vídeos representam um discurso de popularização da ciência e também de divulgação disposta, principalmente, a atrair o público de graduandos e estudantes da Educação Básica. Os vídeos são mostrados em um contexto e importância para a vida cotidiana, e visam à interação com a plateia de forma indireta, com a utilização de signos cotidianos, facilitando a compreensão do assunto abordado, e tendo como um dos recursos utilizados as comparações metafóricas.

## 5. Considerações Finais

O canal do YouTube “Manual do Mundo” é considerado de caráter lúdico, com divulgação científica que abarca elementos harmônicos, como

as músicas de fundo em cada um dos vídeos, e, em especial, o discurso e uma abordagem dos autores que contribuem para que acabamentos sejam utilizados para facilitar a aprendizagem.

A maioria dos vídeos possui uma visão tecnológica que explica o fenômeno, o conceito ou a ênfase científica da situação e, especificamente, a formação técnica do artefato ou do processo. A abordagem dos autores, utilizando esses elementos sonoros até mesmo no enunciado, pode fazer com que o público se aproxime de uma melhor compreensão do que está sendo publicado, pois a linguagem metafórica é uma das marcas presentes para essa construção composicional do gênero discursivo Discurso de Divulgação Científica.

Notamos, no material, construções verbais de dois tipos: símile apoiada na imagem e comparações metafóricas apoiadas na imagem. Esta última se torna, aparentemente, uma expressão de símile porque o apresentador não precisa usar verbalmente o marcador analógico, já que há momentos em que a expressão verbal é apoiada ao recurso da imagem, com conteúdo favorecendo marcações metafóricas.

A parte lúdica interage com a audiência e, às vezes, torna-se maior que o próprio conteúdo técnico-científico. A plateia e a audiência interagem comentando, mas não respondem, necessariamente, aos comentários sobre as observações lúdico-cômicas. Portanto, isto acaba se tornando uma marca do dialogismo deste canal, permitindo o diálogo interpretativo na leitura/recepção do vídeo, ou entre os comentadores que assistem ao material, sendo esse um importante objetivo deste canal de divulgação científica também.

Percebemos que os vídeos não buscam uma perfectibilidade conceitual ancorado em cânones acadêmicos, mas procura fazer uma transposição própria dentro da linguagem midiática em interação com o seu público/audiência. Isso pode trazer dois pontos de reflexão: a) a qualidade do desenvolvimento dos argumentos ou dos enunciados persuasivos em relação ao

que é considerado conceitualmente correto a nível escolar ou a nível acadêmico; b) o quanto os conceitos podem ser transpostos para as finalidades de dialogar com a realidade dentro de situações concretas quando se distanciam do contexto de referência em que foram elaborados (nos laboratórios de pesquisa ou em grupos de investigação para a prática científica). Esta pesquisa não possui o propósito de discutir o emprego dos conceitos científicos e tecnológicos, mas foca no processo de comunicação metafórica presente em discursos de divulgação científica, e assim, entendemos a necessidade de pontuar o equilíbrio entre esses dois pontos de reflexão.

Destacamos que o limite da pesquisa se deu na investigação de apenas um canal do YouTube diante da grande diversidade de novos canais e novas plataformas de divulgação de conteúdos abertos. Os nossos resultados não podem ser generalizados para qualquer estudo de discurso de divulgação científica, mas apenas às características do corpus específico apresentado. Entendemos que são necessárias mais pesquisas que versem sobre o diálogo entre estudos discursivos e a comunicação em Ciência e Tecnologia, no sentido de ampliação ao acesso tecnológico e de inclusão digital. Isso contribui para a formação dos cidadãos críticos e conscientes dos limites comunicativos e da formação ideológica ligados à Ciência e à Tecnologia.

## 6. Referências

- ALMEIDA, H. A. de. As concepções sobre analogias no discurso de licenciandos em ciências biológicas. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, Bogotá, v. 15, n. 1, pp.101–117, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14483/23464712.14401>. Acesso em 30 nov. 2020.
- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 182-192, 2000.

- BAKHTIN, M.M. O falante no romance. Em: BAKHTIN, M. M. **A teoria do romance: a estilística**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: 34, 2017. v.1. pp. 123-167.
- [BAKHTIN, M.M.]; VOLOCHINOV, V. A interação discursiva. Em: [BAKHTIN, M.M.]; VOLOCHINOV, V. **Marxismo e Filosofia da Linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. Tradução de Sheila Grillo e Ekaterina V. Américo. São Paulo: Editora 34, 2017. pp. 201-226.
- CAREGNATO, R.C.A; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto & Contexto-Enfermagem**, s.l., v. 15, n. 4, p. 679-684, 2006.
- CARVALHO, M. C. Divulgação científica no YouTube: narrativa e cultura participativa nos canais Nerdogia e Peixe Babel. Em: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO-INTERCOM, 39, 2016. São Paulo. **Anais....** pp.12. São Paulo, on-line. 2016.
- DUARTE, M.C. Analogias na Educação em Ciências Contributos e Desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, pp. 7-29. 2005.
- FIORIN, J.L. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. São Paulo: Editora contexto, 2017.
- FLICK, U. **Introdução a metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Porto Alegre: Penso, 2013.
- FOSSILE, D.K. **Metáforas verbais: um estudo analítico-descriptivo**. Palmas: Eduft, 2015. 88p.
- FURTADO, T.H. **O Jornalismo infantil e o desejo de consumo: o discurso da revista Recreio**. 238p. 2013. Doutorado em Comunicação e Informação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- GIORDAN, Marcelo; CUNHA, Marcia Borin (ed.). **Divulgação Científica na Sala de Aula: perspectivas e possibilidades**. Editora Unijuí, 2015.
- GLYNN, S.M (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching-with-analogies (TWA) Model. In: GLYNN, S. M.; YEANY, R.H.; BRITTON, B.K. (eds). **The Psychology of Learning Science**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associated, pp. 219-240.
- GOMES, F. OLIVEIRA, M.A. O manual do mundo: as derivas da educação química. **Revista Actio**, Curitiba, v.3, n.1, p.248-267, jan/abr. 2018.
- GRILLO, S.V.C. **Divulgação científica: linguagens, esferas e gêneros**. 333p. Doutorado em Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: A case study in grade 10 optics. **Journal of research in Science Teaching**, s.l., v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.
- HARRISON, A.G; TREAGUST, D. F. Ensino e aprendizagem por analogias. In: HARRISON, Allan G; TREAGUST, David F. **Metáfora e analogia no ensino de ciências**. Springer, Dordrecht, 2006. p.11-24.
- JURDANT, B. Falar ciência? In: **Cultura Científica: desafios**. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2006. p. 44-55.
- MALHEIROS, B.T. **Metodologia da Pesquisa em Educação**. Rio de Janeiro: Ltc Editora, 2011. 276p.
- NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D. O.; DIAS, J. A. Y. T. Uma proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, Minho, v. 2, n. 14, p. 197-213. Universidade do Minho, 2001.
- NERSESSIAN, N. J. How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in Science. **Cognitive models of science**, s.l., v. 15, p. 3-44, 1992
- RAMOS, V.L. **YouTube e a disseminação de conteúdo científico na internet: perspectivas sobre critérios de qualidade em Vlogs**. 95 f. 2017. Curso de Biblioteconomia, Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- REALE, M.V; MARTYNIUK, V.L. Divulgação Científica no YouTube: a construção de sentido de pesquisadores nerds comunicando ciência. Em: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 39., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Intercom, 2016. p. 1-15.
- RESENDE, V.A.D.L. **Análises dos pressupostos de linguagem nos cadernos de formação em língua portuguesa do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa-PNAIC**. 2015. 2015 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2015.
- SEIFFERT-SANTOS, S. C.; FACHÍN-TERÁN, A.; NAGEM, R. L. Analogias e metáforas por professores de ciências de escolas municipais de Manaus-AM, BRASIL. Em:



III SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO DE ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA, 3., 2013, Manaus. **Anais...** Manaus: Sem Editora, 2013. 16p.

SEIFFERT-SANTOS, S. C. Uma reflexão sobre o uso de analogias no ensino de ciências e o desdobramento multimodal da realidade: o exemplo de tópicos da teoria da evolução biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 80-97, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p80> . Acesso em 30 nov. 2020.

THENÓRIO, I.; FULFARO, M. **Canal Manual do Mundo**. Disponível em: [https://www.YouTube.com/playlist?list=PLYjrjH3e\\_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj](https://www.YouTube.com/playlist?list=PLYjrjH3e_wDOFrNDYZluY23tvvupBMCuj) . Acesso em: 29 jan. 2021.

TREAGUST, D. F.; HARRISON, A. G.; VENVILLE, G. J. Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. **International journal of science education**, s.l., v. 18, n. 2, p. 213-229, 1996.





## A IMPORTÂNCIA DO MODELO DE MONOCAMADA LIPÍDICA DA MEMBRANA PLASMÁTICA DE ARCHAEA PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR NO BRASIL

## THE IMPORTANCE OF A LIPID MONOLAYER MODEL OF ARCHAEAL MEMBRANE TO CELL BIOLOGY COURSES IN BRAZIL

## LA IMPORTANCIA DEL MODELO DE MONOCAPA LIPÍDICA DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA DE ARCHAEA PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA CELULAR EN BRASIL

Andrey do Nascimento Vieira\* , Alice Sampaio Barreto da Rocha\*\*   
Manuel Gustavo Leitão Ribeiro\*\*\*

Cómo citar este artículo: Vieira, A. N.; Rocha, A. S. B.; Ribeiro, M. G. L. (2021). A importância do modelo de monocamada lipídica da membrana plasmática de Archaea para o ensino de Biologia Celular no Brasil. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 74-89. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18604>

### Resumo

Em Biologia, a célula é considerada a unidade funcional dos seres vivos. Seus constituintes são fundamentalmente material genético, citoplasma e membrana plasmática. Estes três componentes estruturais exercem, dentre outros papéis biológicos, reprodução e manutenção celular, suporte à atividade metabólica e manutenção da barreira físico-química. Portanto, para a compreensão da fisiologia e estrutura celular, é imperativo o estudo dos processos em que esses componentes estão envolvidos, que nos cursos de ensino superior são abordados principalmente nas disciplinas de Biologia Celular e Molecular. Grande parte do conteúdo dessas disciplinas é dedicada ao estudo da estrutura, composição e evolução da membrana plasmática, muitas vezes referida de forma genérica como membrana celular. Em alguns clados em Archaea, um dos três domínios da vida, a membrana celular promove características fisiológicas únicas que permitem o sucesso evolutivo de tais grupos e sua sobrevivência em ambientes inóspitos para outras formas de vida. Nestas células, as membranas plasmáticas diferem estruturalmente das membranas dos domínios Bacteria e Eukaria por se organizarem em monocamada, apresentarem variações no tamanho das cadeias carbônicas alifáticas, nas ligações carbono-carbono e possuírem componentes estruturais exclusivos, como por exemplo os Glicerol-dialkil-glicerol-tetraéteres (GDGTs) e os Arqueóis. Infelizmente, pouca importância é dada ao domínio Archaea nos cursos que são oferecidos a alunos de Ciências Biológicas. O objetivo deste trabalho foi compilar informações sobre a membrana de Archaea e suplementar o atual repertório literário usado para

Recibido: 1 de septiembre de 2021; aprobado: 1 de marzo de 2022

\* Mestre em Microbiologia Marinha. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Alemanha. Email: [nascima@uni-duesseldorf.de](mailto:nascima@uni-duesseldorf.de) – ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4468-7724>

\*\* Mestre em Ciências e tecnologia de imunobiológicos. IOC - FIOCRUZ, Brasil. Email: [alicesampaio.br@gmail.com](mailto:alicesampaio.br@gmail.com) – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0839-306X>

\*\*\* Doutor em Ciências. Universidade Federal Fluminense, Brasil. Email: [mgustavo@id.uff.br](mailto:mgustavo@id.uff.br) – ORCID <http://orcid.org/0000-0002-3486-2966>

o ensino dos módulos referentes à membrana plasmática nas disciplinas de Biologia Celular e Molecular no Brasil.

**Palavras chave:** Ensino superior. Educação científica. Biologia. Material de referencia. Meios de ensino.

### **Abstract**

In Biology, a cell is a functional unit of living organisms. Its constituents are mainly genetic material, cytoplasm, and the cell membrane. These three structural components play, among other biological roles, cell reproduction and maintenance, support of a metabolic activity, and maintenance of the physical-chemical barrier. Therefore, to understand a cell structure and its physiology is imperative to study the processes in which these components are involved. In Brazilian higher education, these topics are mainly addressed in Cellular and Molecular Biology subjects, but most of the contents focused on studying the structure, composition, and evolution of the plasma membrane, often referred to generically as the cell membrane. In some clades in Archaea, one of the three domains of life, the cell membrane promotes unique physiological characteristics that confer the evolutionary success of these groups and their survival in environments inhospitable to other lifeways. In these cells, the plasma membranes differ structurally from the membranes of the Bacteria and Eukarya domains which are organized in monolayers, presenting variations in carbon aliphatic chains size, carbon-carbon bonds, and have exclusive structural components such as Glycerol-dialkyl-glycerol-tetraethers (GDGT's) and Arqueols. Unfortunately, little importance usually occurs to the Archaea domain in the chairs offered to Biological Sciences students. The objective of this work was to compile information about the Archaea membrane and enrich the current literary repertoire used to teach the modules related to the plasma membrane in the disciplines of Cellular and Molecular Biology in Brazil.

**Keywords:** Higher education. Science education. Biology. Reference material. Teaching aid

### **Resumen**

En Biología, la célula se considera la unidad funcional de los seres vivos. Sus componentes son fundamentalmente: material genético, citoplasma y membrana plasmática. Estos tres componentes estructurales desempeñan, entre otras funciones biológicas, la reproducción y el mantenimiento celular, el soporte de la actividad metabólica y el mantenimiento de la barrera fisicoquímica. Por tanto, para comprender la fisiología y estructura celular, es imperativo estudiar los procesos en los que están involucrados estos componentes. En el ámbito de la educación superior brasileña, estos temas se tratan principalmente en las disciplinas de Biología Celular y Molecular. Gran parte del contenido de dicha disciplina se dedica al estudio de la estructura, composición y evolución de la membrana plasmática, a menudo denominada de forma genérica como membrana celular. En algunos clados de Archaea, uno de los tres dominios de la vida, la membrana celular promueve características fisiológicas únicas que permiten el éxito evolutivo de dichos grupos y su supervivencia en ambientes inhóspitos

para outras formas de vida. En estas células, las membranas plasmáticas se diferencian estructuralmente de las membranas de los dominios Bacteria y Eukaria porque están organizadas en una monocapa, presentan variaciones en el tamaño de las cadenas de carbono alifáticas, en los enlaces carbono-carbono y tienen componentes estructurales únicos, tales como tetraéteres de glicerol-dialquil-glicerol (GDGT) y arqueoles. Desafortunadamente, se le da poca importancia al dominio de Archaea en los cursos que se ofrecen a los estudiantes de Ciencias Biológicas. El objetivo de este trabajo fue recopilar información sobre la membrana de Archaea y complementar el repertorio literario actual utilizado para la enseñanza de módulos relacionados con la membrana plasmática en las disciplinas de Biología Celular y Molecular en Brasil.

**Palabras clave:** Enseñanza superior. Educación científica. Biología. Material de referencia. Medios de enseñanza aotro.

## 1. Introdução

A membrana plasmática é uma estrutura predominantemente fluida onde macromoléculas interagem de forma sinérgica, conferindo adaptabilidade a diferentes estímulos ambientais, como por exemplo, os estresses osmótico, térmico e hidrostático (INGRAM, 1976; YAYANOS, DIETZ, VAN BOXTEL, 1979; ROMANTSOV, GUAN, WOOD, 2009). A fluidez da membrana plasmática deriva de propriedades físico-químicas dos seus constituintes: fosfolipídeos, colesterol e glicopeptídeos. A composição de fosfolipídeos com cadeias aciladas saturadas e insaturadas e colesterol resulta em fases distintas. Em uma matriz desordenada de glicerofosfolipídeos insaturados (fase líquida-cristalina) pode-se encontrar balsas lipídicas (fase líquida ordenada), microdomínios especializados da membrana enriquecidos com esfingolipídeos, colesterol e ricos em proteínas ancoradas a glicosilfosfatidilinositol (GPI) 1,7; proteínas duplamente aciladas, tais como as quinases da família Src ou as subunidades das proteínas G heterotriméricas; proteínas palmitoiladas, como Hedgehog e proteínas transmembrana (SCHROEDER, LONDON, BROWN, 1994; SIMONS, IKONEN, 1997; SIMONS, TOOMRE, 2000; CLAIR, LONDON, 2009; SEZGIN et al., 2017).

A membrana celular separa o meio intracelular do meio extracelular, mantendo dessa forma a compartimentalização e garantindo a atividade

celular sem que haja dispersão de moléculas essenciais para o metabolismo. Essa propriedade inata das membranas celulares resulta da natureza termodinâmica dos seus componentes fundamentais, os fosfolipídeos, que quando imersos em solução aquosa formam uma dupla camada, termodinamicamente mais estável (GERSHFELD, 1976). Um exemplo desta formação são as micelas e vesículas lipídicas (INGÓLFSSON et al., 2014).

Na figura 1: Modelo de membrana celular em mosaico fluido em corte transversal apresentando diferentes tipos de proteína em vermelho, amarelo e marrom. Em azul, as esferas representam a porção polar dos fosfolipídeos contendo um grupamento glicerofosfato ligado a uma outra molécula polar. Associadas à porção polar

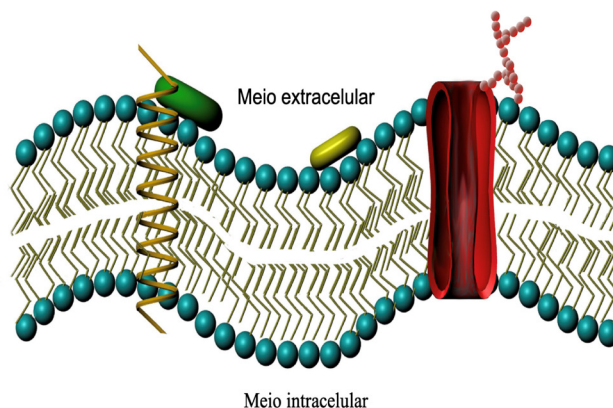


Figura 1. Fonte: Os autores.

por intermédio da molécula de glicerol, vê-se duas cadeias carbônicas compostas de ácidos graxos saturados e insaturados. As proteínas estão assim representadas: duas glicoproteínas transmembranares (em vermelho uma proteína de canal associada a uma fração oligossacarídica periférica (esferas vermelhas), e em marrom, no formato helicoidal, associada à porção periférica verde, uma proteína do tipo transportadora); proteína periférica (em amarelo). Devido a características físico-químicas e termodinâmicas, o posicionamento estrutural da membrana plasmática se dá como mostra a figura. As regiões polares interagem com os meios e estruturas aquosas enquanto as regiões apolares interagem com os meios e estruturas apolares. Essa estrutura como um todo organiza-se espontaneamente em dupla camada.

A barreira lipídica é impermeável à passagem da maioria das moléculas solúveis em água, mas a associação entre fosfolípidos e proteínas promove a permeabilidade seletiva, propriedade essencial para manutenção da homeostase. As reações químicas nas células ocorrem em ambientes fora do equilíbrio químico e por essa razão a permeabilidade seletiva tem função essencial no controle da disponibilidade de substratos e produtos. A seleção do que é transportado através da membrana celular regula a concentração de solutos conforme descrito abaixo:

- a) Totalmente permeável a: Moléculas hidrofóbicas de baixo peso molecular como: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.
- b) Parcialmente permeável a: Pequenas moléculas polares não carregadas ionicamente: H<sub>2</sub>O, ureia e glicerol
- c) Minimamente permeável a: Grandes moléculas polares não carregadas
- d) Impermeável a íons como Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>.

Grande parte dos processos biológicos relacionados à membrana plasmática são possibilitados graças à presença de proteínas, cujas propriedades físico-químicas influenciam diretamente os papéis específicos de cada membrana celular.

## 2. Domínio Archaea: uma análise da literatura

### 2.1. Pesquisa e ensino

O ensino de ciências e biologia no século vinte e um, em qualquer nível (básico e superior), demanda discussão de conteúdos de forma que os alunos compreendam e desenvolvam habilidades e competências necessárias em sua vida profissional. Nesse contexto, as contribuições do ensino de Biologia celular repercutem não apenas no entendimento da célula, mas também em questões sociocientíficas (MARTÍNEZ PÉREZ, PARGA LOZANO, 2013) e em implicações relacionadas a setores diversos como: Pesquisa científica básica e aplicada, análises clínicas, nutrição e também no setor de biotecnologia e desenvolvimento de produtos (TAHA et al., 2017; MONERAT, ROCHA, 2015).

Dentre as abordagens biotecnológicas existentes – como as terapias celulares na área de bioengenharia, plataformas vegetais para produção de proteínas terapêuticas e peptídeos recombinantes (SHANMUGARAJ, RAMALINGAM, 2014; CARIAS et al., 2018), grande parte das pesquisas baseiam-se no mesmo repertório de organismos: *Saccharomyces cerevisiae*, organismo amplamente utilizado na pesquisa científica como um modelo de célula eucariótica (BUSCHINI, POLI, ROSSI, 2003; LUSHCHAK, 2006; KARATHIA et al., 2011), *Escherichia coli*, utilizado como um dos modelos celulares bacterianos (CHAUDHURI, HENDERSON, 2012), além de diversos organismos usados em menor escala como modelos celulares em Archaea (SOPPA et al., 2006; LEIGH et al., 2011). Alguns modelos celulares em Archaea possibilitaram um desenvolvimento significativo no campo da biotecnologia, mais especificamente na produção de gases em biorreatores como o metano e hidrogênio (PFEIFER, 2020, insumos industriais como lactato (McANULTY et al., 2017), produção de aminoácidos (TAUBNER et al., 2019), macromoléculas com propriedades biocatalíticas (RESTAINO et al., 2018), etanol (BASEN et al., 2014) e acetato (SOO et al., 2016). Apesar do pequeno

número de publicações em comparação com os outros dois domínios (Quadro 1), historicamente esse número vem crescendo de forma consistente. A Figura 2 demonstra o número de publicações por ano utilizando os descritores “Archaea” e “Bacteria” como tópicos de pesquisa, desta vez no portal Web of Science, uma das maiores bases de dados de referências acadêmicas do mundo, administrado pela empresa Clarivate Analytics (EUA). Este tipo de pesquisa utilizando tópicos como marcadores de pesquisa compara os referidos termos presentes no título da publicação, no resumo e nas palavras-chave dos artigos buscados. Pode-se observar o crescimento exponencial das publicações em Bactéria apenas a partir dos últimos 10-15 anos. Até então, as publicações em Archaea seguiam aproximadamente a mesma taxa de crescimento. É de se esperar que a curva de produção científica em Archaea siga a mesma trajetória do domínio Bactéria nos próximos anos.

**Quadro 1**

|                      | Bactéria    | Archaea    |
|----------------------|-------------|------------|
| Nucleotídeos         | 71.424.910  | 1.382.658  |
| Proteínas            | 794.682.838 | 11.531.446 |
| Estruturas Proteicas | 74.258      | 14.002     |
| Genoma               | 40.103      | 1.981      |
| PubMed Central       | 1.162.442   | 53.577     |
| Domínios Conservados | 23.601      | 3.295      |
| Genes                | 3.650.938   | 1.106.249  |
| Taxonomia            | 2           | 1          |

Fonte: Base de dados do PubMed (Centro Nacional de Informação Biotecnológica, EUA) e compilação pelos autores.

No Quadro 1, volume de publicações disponíveis nas bases de dados específicas do portal PubMed, administrado pelo National Center for Biotechnology Information (Centro Nacional de Informação Biotecnológica, EUA), usando as palavras “Bacteria” e “Archaea”, em pesquisa realizada no dia 21/04/2021. Na primeira coluna

referente ao domínio Bactéria, evidencia-se a informação de que 40.103 genomas foram descritos até o dia da referida busca. Em contraste, na coluna referente ao domínio Archaea, verifica-se que 1.981 genomas foram descritos, um número aproximadamente vinte vezes menor de espécies e unidades taxonômicas operacionais (UTO).

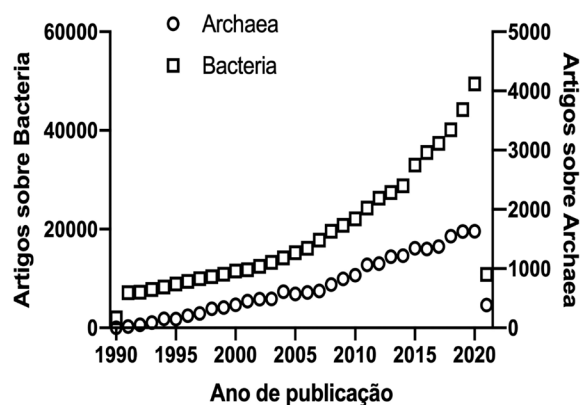


Figura 2: Volume de publicações por ano utilizando como palavras-chave os termos “Archaea” e “Bacteria” no portal Web of Science. Pesquisa realizada no dia 18/04/2021.

Ao longo das duas últimas décadas, observa-se um aumento expressivo no volume de publicações em ambos os domínios. Porém, diferentemente do comportamento exponencial observado nas publicações sobre Bactérias (um “boom” de artigos a partir do final da primeira década do milênio), as publicações em Archaea parecem seguir um caráter linear ao longo dos anos. O conjunto das informações apresentadas acima demonstra que o domínio Archaea está significativamente presente na pesquisa científica e é amplamente utilizado na produção biotecnológica. Entretanto, apesar da sua relevância nesses campos, tentaremos mostrar adiante que ainda é pouco explorado no campo do ensino de biologia, fazendo com que muitas das características fisiológicas e evolutivas únicas desse grupo sejam negligenciadas na sala de aula e, conseqüentemente, na indústria.

**2.2. Os domínios Archaea e Bacteria e o ensino de Biologia Celular**

Na versão digital de dois livros de referência

no ensino de Biologia Celular e Molecular (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2012; ALBERTS et al., 2017) foi realizada uma busca, através da ferramenta de busca disponível no software gratuito Adobe Acrobat Reader DC (Adobe Systems Incorporated, EUA) dos termos mencionados no Quadro 2. Como resultado, notou-se o amplo predomínio do modelo mosaico fluido com dupla camada fosfolipídica, já apresentado na introdução do presente trabalho, como modelo de membrana plasmática. Conforme demonstrado no Quadro 2, o modelo de monocamada encontrado amplamente em alguns clados e unidades taxonômicas operacionais (UTO) de Archaea é negligenciado nessa literatura, desta forma contribuindo com o já escasso aproveitamento de tópicos referentes a Archaea na sala de aula.

**Quadro 2:** Número de vezes em que os termos relacionados aos modelos de membrana plasmática são mencionados nos livros Biologia Molecular da Célula (ALBERTS et al., 2017) e Biologia Celular e Molecular (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2012) respectivamente.

|                                     | ALBERTS et al., 2017 | JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2012 |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| "Membrana plasmática "              | 119                  | 229                       |
| "Membrana celular"                  | 36                   | 34                        |
| "Monocamada"                        | 63                   | 0                         |
| "Monocamada fosfolipídica"          | 4                    | 0                         |
| "Mosaico fluido"                    | 0                    | 3                         |
| "bicamada"                          | 390                  | 35                        |
| "Bicamada fosfolipídica"            | 228                  | 25                        |
| "Dupla camada fosfolipídica"        | 4                    | 0                         |
| "Arqueobactérias"                   | 11                   | 0                         |
| "Fosfolipídios"/<br>"Fosfolipídeos" | 118                  | 39                        |
| "Fosfolipídica"                     | 18                   | 0                         |

**Fonte:** elaboração dos autores.

Visto que o domínio Archaea foi descoberto mais de 300 anos depois de Bactéria (PORTER, 1976; WOESE, KANDLER, WHEELIS, 1990), faz-se lógica uma cobertura proporcional de tais conteúdos conceituais nos livros didáticos. Por outro lado, com a demonstração das divergências com o modelo

de membrana celular amplamente consolidado nos livros didáticos e a grande demanda por novas tecnologias biomédicas, biotecnológicas e industriais, é de grande importância um uso mais amplo de diferentes modelos celulares, dentre as quais UTOs de Archaea possuem um potencial praticamente inexplorado. No entanto, cabe ressaltar que a estrutura e organização da membrana plasmática em eucariotos é mais complexa do que em procariotos (VELLAI, VIDA, 1999; REN, PAULSEN, 2005). Dentre as diferenças mais notáveis, a dimensão é um fator relevante entre os dois tipos celulares. Enquanto células procarióticas possuem em torno de 1µm de diâmetro, as Eucarióticas são pelo menos dez vezes maiores, com diâmetros por volta dos 10 µm (CARLILE, 1982). Porém, as diferenças em volume celular são ainda mais drásticas, podendo chegar a valores mil vezes maiores em Eucariotos (CARLILE, 1982). Outras diferenças entre estruturas e processos celulares dos três domínios da vida (Eucaria, Bactéria e Archaea), encontradas nos livros citados acima, podem ser vistas no Quadro 3.

O domínio Archaea divergiu de Bactéria há aproximadamente 4 bilhões de anos (SHERIDAN, FREEMAN, BRENCHLEY, 2003). Fundamentados em diferenças no RNA ribossomal (RNAr), Woese, Kandler e Wheelis (1990), sugerem que as diferenças taxonômicas entre os domínios Archaea e Bactéria são ainda mais profundas do que as encontradas entre plantas e animais.

Dentre as principais diferenças entre os domínios Archaea e Bactéria, talvez uma das mais notáveis diz respeito à membrana plasmática. Alguns clados em Archaea, dentre os quais as espécies e UTOs termófilas e termófilas extremas apresentam características fisiológicas ímpares, permitindo um certo grau de adaptabilidade celular em resposta a altas temperaturas (ZHANG et al., 2006; YANG et al., 2016). Por este motivo, faz-se necessário delinear a importância da diferenciação do modelo celular da membrana nos organismos do domínio Archaea ao longo da formação de profissionais da área de Ciências Biológicas, incluindo futuros

**Quadro 3:** Quadro comparativo com as principais características celulares encontradas nos domínios Eucaria, Bactéria e Archaea.

|  | <b>Eucaria</b>     | <b>Bactéria</b>    | <b>Archaea</b>           |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>Replicação do DNA</b>                               | Eucariótica        | Bacteriano         | Similar à Eucariótica    |
| <b>Transcrição</b>                                     | Eucariótica        | Bacteriano         | Similar à Eucariótica    |
| <b>Tradução</b>  | Eucariótica        | Bacteriano         | Similar à Eucariótica    |
| <b>Telômero</b>  | Sim                | Não                | Não                      |
| <b>Cromossomo</b>                                      | Linear             | Circular           | Circular (com exceções)  |
| <b>Tipo de metabolismo</b>                             | Eucariótico        | Bacteriano         | Similar ao bacteriano    |
| <b>Presença de organelas</b>                           | Sim                | Não                | Não                      |
| <b>Organização dos lipídeos na membrana plasmática</b> | Dupla-camada       | Dupla-camada       | Dupla-camada/mono-camada |
| <b>Lipídeos fosfatados</b>                             | Glicerol-1-fosfato | Glicerol-3-fosfato | Glicerol-1-fosfato       |
| <b>Presença de núcleo (Carioteca)</b>                  | Sim                | Não                | Não                      |

Fonte: ALBERTS et al., 2017; JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2012 e compilação pelos autores.

professores e cientistas, visto a representatividade desses organismos na árvore da vida e o seu possível papel na evolução das células eucarióticas (WOESE, KANDLER, WHEELIS, 1990; RAYMANN, BROCHIER-ARMANET, GRIBALDO, 2015).

Dentre as principais diferenças entre os domínios Archaea e Bactéria, talvez uma das mais notáveis diz respeito à membrana plasmática. Alguns clados em Archaea, dentre os quais as espécies e UTO termófilicas e termófilicas extremas apresentam características fisiológicas ímpares, permitindo um certo grau de adaptabilidade celular em resposta a altas temperaturas (ZHANG et al., 2006; YANG et al., 2016). Por este motivo, faz-se necessário delinear a importância da diferenciação do modelo celular da membrana nos organismos do domínio Archaea ao longo da formação de profissionais da área de Ciências Biológicas, incluindo futuros professores e cientistas, visto a representatividade desses organismos na árvore da vida e o seu possível papel na evolução das células eucarióticas (WOESE, KANDLER, WHEELIS, 1990; RAYMANN, BROCHIER-ARMANET, GRIBALDO, 2015).

### 2.2.1 O ensino da membrana plasmática e o

### domínio Archaea em periódicos voltados para o ensino de Biologia

A carência de produção bibliográfica envolvendo o ensino de estrutura, composição e papel fisiológico da membrana plasmática e o domínio Archaea pode ser observada no resultado de uma busca realizada em periódicos indexados voltados para o ensino de ciências e Biologia. Utilizando-se o descritor “Archaea” não foram encontrados resultados nos periódicos brasileiros desta área<sup>1</sup>. O mesmo ocorre em periódicos de língua

1 Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (Online); Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências; Ciência & Educação; Ciência & Ensino; Ensaio: Pesquisa em Educação Em Ciências; Ensino & Pesquisa; Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista; Ensino, Saúde e Ambiente; Experiências em Ensino de Ciências; Genética na Escola; História da Ciência e Ensino: construindo interfaces; História, Ciências, Saúde-Manguinhos; Investigações em Ensino de Ciências; Pesquisa em Educação Ambiental; Química Nova na Escola; Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental; Revista de Ensino de Ciências e Matemática; Revista Brasileira de Educação; Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática; Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de História da Ciência; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Ciências & ideias; Revista de Ensino de Ciências e Matemática; Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar; Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática; Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio.



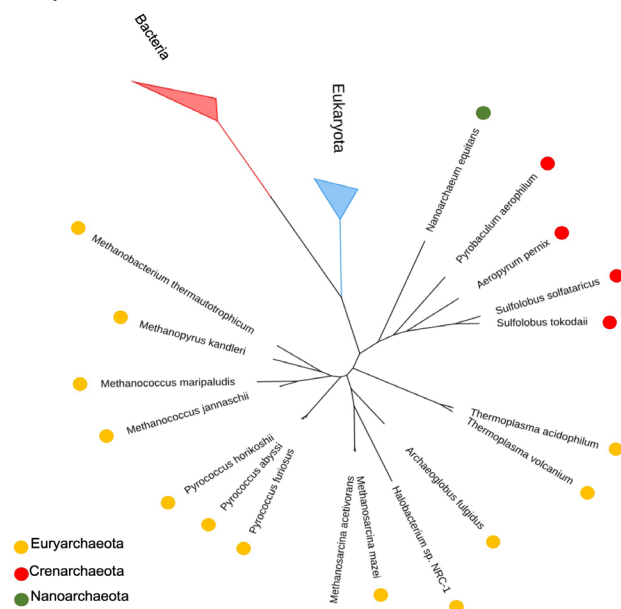
espanhola<sup>2</sup>, com a exceção de um trabalho em que a palavra é citada uma vez (ÁLVAREZ, OLIVEROS, DOMÈNECH-CASAL, 2017). Existem, no entanto, diversas publicações que descrevem estratégias interessantes que poderiam ser adaptadas de forma a incluir a estrutura e a composição da membrana plasmática de Archaea. Por exemplo, a experiência de modelização (metodologia de ensino onde se estimula a criação sequencial de modelos à medida em que as hipóteses para explicação do fenômeno vão sendo discutidas entre os estudantes) do modelo de membrana celular na formação de professores de Biologia (LOZANO, ADÚRIZ-BRAVO, BAHAMONDE, 2020), recursos lúdicos como modelos tridimensionais (JÚNIOR, GOBARA, 2016; GONÇALVES, 2021) e jogos analógicos (PARDAL, SCHIMIGUEL, NIERO, 2013) ou eletrônicos (ALBRECHT, OLIVEIRA, 2020), além de metodologias envolvendo resolução de problema e aprendizagem significativa (TAUCEDA, NUNES, DEL PINO, 2011).

### 2.3. Tópicos importantes sobre a peculiar membrana celular de Archaea para o ensino de Biologia Celular

A membrana de Archaea é composta majoritariamente por ácidos graxos (KONINGS et al., 2002). No entanto, este grupo possui componentes estruturais exclusivos, como por exemplo os Glicerol-dialkil-glicerol-tetraéteres (GDGTs) e os Arqueóis (PERETÓ, LÓPEZ-GARCIA, MOREIRA, 2004; WEIJERS et al., 2006a; ZHANG et al., 2006; ROSSEL et al., 2008).

Os GDGTs foram por algumas décadas vistos como compostos lipídicos pouco sintetizados (devido à elevada demanda energética para sua biossíntese) e associados exclusivamente a organismos extremófilos (DE ROSA, GAMBACORTA, 1988). Porém, devido à popularização dos métodos

analíticos de alta precisão, como espectrometria de massa e cromatografia líquida de alta precisão (HPLC), essas moléculas passaram a ser analisadas com mais frequência e, portanto, deixaram de ser consideradas marcadores ambientais associados a ambientes extremos. Desta forma, os GDGTs foram reclassificados como bioassinaturas de Archaea nos mais diversos ambientes (SCHOUTEN et al., 2000), sendo demonstrativos da distribuição ubíqua de Archaea. A Figura 3 mostra uma árvore genealógica de Archaea onde estão representadas diversas espécies que contêm GDGTs em suas membranas, distribuídas nos três maiores filos deste domínio (Euryarchaeota, Crenarchaeota e Nanoarchaeota) e o Quadro 4 apresenta as condições em que vivem alguns dos gêneros dos principais filos de Archaea com suas respectivas composições de GDGTs.



**Figura 3:** Arvore filogenética contendo representantes dos maiores filos em Archaea, sendo eles respectivamente Euryarchaeota, Crenarchaeota, e Nanoarchaeota. Todas as espécies aqui representadas possuem GDGTs em suas membranas plasmáticas o que reitera a relevância e ubiquidade destes lipídeos no domínio Archaea (SHOUTEN et al., 2000). Os grupos Eucaria e Bacteria foram utilizados como outgroups no processo de confecção da árvore filogenética. Para construção da árvore foi utilizada a ferramenta online iTOL (LETUNIC, BORK, 2006) **Fonte:** elaboração dos autores.

2 Enseñanza de las Ciencias, Gondola: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Revista de Educación en Biología, Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Revista Iberoamericana de Educación.

**Quadro 4:** Comparação entre pH, temperatura, presença de GDGTs e o grau de aromatação dos GDGTs em alguns gêneros de Archaea dos filos Euryarchaeota, Crenarchaeota e Nanoarchaeota. O grau de aromatação varia de 1 a 11, sendo o grau 1, uma cadeia isoprenoíde desprovida de anéis ciclopentano, grau 2 possuindo um anel ciclopentano, grau 3 com 2 anéis ciclopentanos e assim sucessivamente. ND – não demonstrado em quantidades quantificáveis

|                      | pH        | Temperatura (°C) | Presença de GDGT's (%) | Grau de aromatação | Referências  |
|----------------------|-----------|------------------|------------------------|--------------------|--|
| <b>Euryarchaeota</b> |           |                  |                        |                    |  |
| Thermoplasma         | 0,7 – 1,5 | 37 - 62          | 95 - 100               | 1 - 11             | LANGWORTHY et al., 1982; SCHLEPER et al., 1995; UDA et al., 2004 |
| Archaeoglobus        | 5,5 - 8   | 60 - 95          | >50                    | 1                  | THURL & SCHAFFER, 1988   |
| Halobacterium        | 6-7       | 0 - 40           | ND                     | ND                 | KOGA, MORII, 2005  |
| Methanosarcina       | 6,7 – 7,8 | 20 - 35          | variável               | 1                  | NICHOLS, FRANZMANN, 1992; De ROSA, GAMBACORTA, 1988              |
| Pyrococcus           | 6 - 7     | 85 - 102         | variável               | 1                  | LANZOTTI et al., 1987; SUGAI et al., 2004                        |
| Methanococcus        | 6,5 - 8   | 6 - 45           | ND                     | 1                  | THURL, SCHAFFER, 1988  |
| Methanopyrus         | 6,5       | 97               | <50                    | 1 - 5              | SCHOUTEN et al., 2007  |
| Methanobacterium     | 6,5 – 6,7 | 35 - 88          | 8 - 91                 | 1                  | LANGWORTHY, POND, 1986; MORII et al., 1998                       |
| <b>Crenarchaeota</b> |           |                  |                        |                    |  |
| Sulfolobus           | 2,8 - 4   | 70 - 85          | 100                    | 1 - 5; 8 - 11      | De ROSA, GAMBACORTA, 1988; VAN DER MEER et al., 2001             |
| Aeropyrum            | 7         | 95 - 105         | ND                     | ND                 | SAKO et al., 1996; SILIAKUS et al., 2017                         |
| Pyrobaculum          | 7         | 100              | 95 - 99                | 1 - 5              | THURL, SCHAFFER, 1988; VÖLKL et al., 1993                        |
| <b>Nanoarchaeota</b> |           |                  |                        |                    |  |
| Nanoarchaeum         | 5 - 5     | 75 - 95          | Variável               | ND                 | JAHN et al., 2004  |

Fonte: elaboração dos autores.

GDGTs também são encontrados associados a alguns clados de Bactéria dos gêneros Thermosulfotobacterium, Aquifex, Ammonifex, Desulfosarcina e Desulforhabdus (WEIJERS et al., 2006b). Todavia, a presença de GDGT's na membrana de Archaea faz-se especial devido às ligações encontradas nestas moléculas. Diferente de bactérias, que utilizam monômeros de cadeias planas de carbono ligadas à molécula de glicerol, Archaea sintetiza monômeros isoprenoídes ligados à molécula de colesterol. Particularmente,

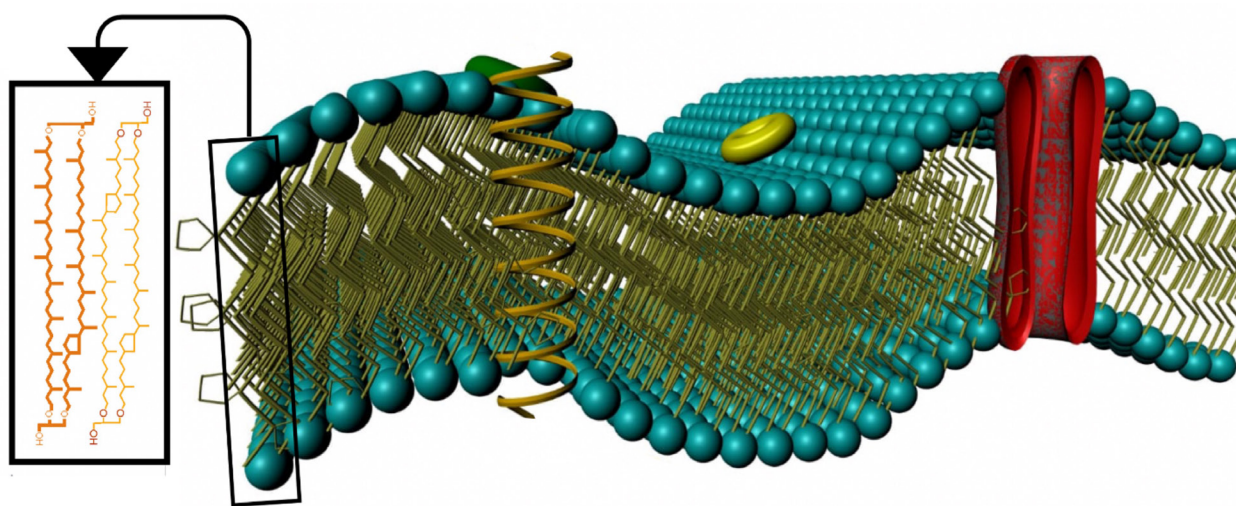
a presença de moléculas de ciclopentil nunca foi encontrada em bactérias, desta forma sendo um indicador ambiental para a presença de Archaea (WEIJERS et al., 2006b). Estes lipídeos possuem duas longas cadeias de carbono ligadas a grupamentos hidroxila, que na Figura 4 são representados como esferas esverdeadas. Devido à presença de grupamentos polares em ambas as extremidades, este grupo lipídico possui a capacidade de organização em monocamada ao invés de uma bicamada. Desta forma, isso

promove uma conformação de membrana diferente do modelo clássico de dupla camada de fosfolípidos utilizado para o ensino de biologia celular e bioquímica (ver Figura 1).

A discussão sobre o modelo organizacional de membrana de Archaea ainda permite a exploração de outros temas transversais. Dentre estes, talvez um dos mais relevantes para o século XXI diga respeito ao uso de Archaea como marcador ambiental para mudanças climáticas (WEIJERS et al., 2006a, 2006b; ZINK et al., 2010). Ray e colaboradores foram os pioneiros no estudo dos efeitos químicos da temperatura em lípidos de procaríotos (RAY, WHITE, BROCK, 1971). Devido à distribuição ubíqua de Archaea e seus lípidos de cadeia insaturada, o método de datação baseado no grau de insaturação de ácidos graxos tornou-se um dos métodos mais relevantes nos campos da biogeoquímica e reconstrução paleoclimática (TIERNEY, 2012). Os primeiros lípidos utilizados como modelos nestes estudos paleoclimáticos eram baseados em cetonas insaturadas de cadeia longa (C37) produzidas por algas haptófitas, como por exemplo, os coccolitoforídeos da espécie *Emiliania huxlevi* (VOLKMAN et al., 1980; MARLOWE et al., 1984; RECHKA, MAXWELL,

1988). Porém, quando comparados aos lípidos de Archaea, aqueles não são estáveis por períodos geológicos devido à ligação éster entre a cadeia carbônica da porção apolar do lípido e a porção apolar fosfatada. Em contrapartida, Archaea possui ligações éter na mesma porção lipídica, o que confere uma vantagem em termos de estabilidade dos produtos da degradação química destes lípidos em resposta a alterações químicas (CHOQUET et al., 1994; KOGA, MORII, 2005). O processo de datação paleoclimática através de diferentes marcadores baseados nos GDGTs se fundamenta na diferença do grau de ciclicidade destes lípidos em resposta a diferentes temperaturas. Desta forma, é possível inferir a temperatura oceânica em uma determinada época passada devido aos registros lipídicos preservados em sedimentos.

Uma outra característica interessante destes organismos diz respeito ao controle da composição química em resposta a variações ambientais (PARK et al., 2019). Da mesma forma que algumas algas marinhas unicelulares como os coccolitoforídeos, alguns clados de Archaea, em especial os representantes do filo Thaumarchaeota, possuem a peculiar capacidade de regulação composicional das cadeias carbônicas de seus lípidos. Apesar



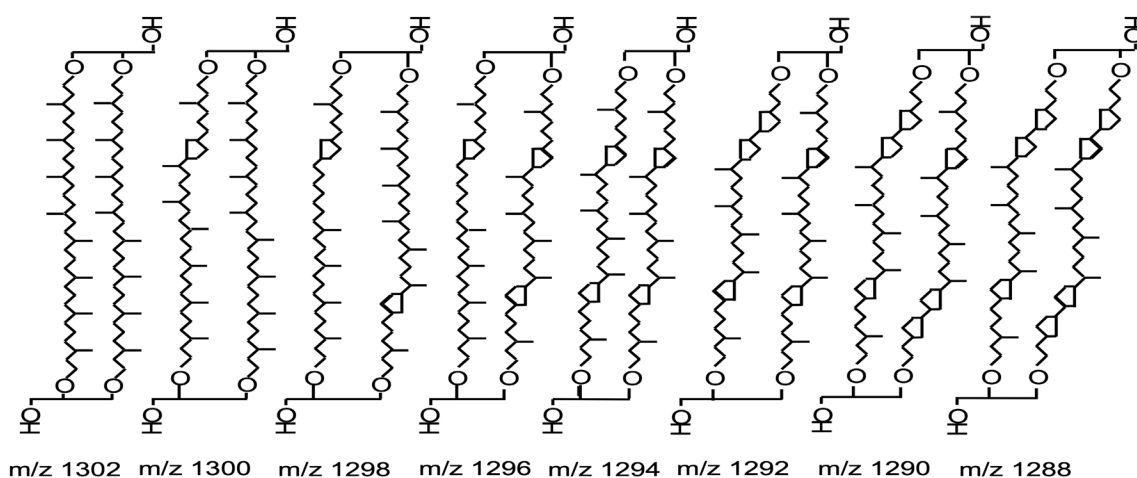
**Figura 4:** Representação esquemática de uma membrana plasmática de Archaea organizada em monocamada. Podemos observar a presença de fosfolípidos possuindo diferentes anéis aromáticos (em destaque). Tal grau de insaturação está diretamente relacionado à capacidade de contração e expansão que essas membranas possuem, portanto, influenciando na fluidez e conseqüentemente na estabilidade mecânica da célula. **Fonte:** elaboração dos autores.

de grande parte do processo biossintético desses lipídeos ser desconhecido, Zeng e colaboradores (2019) foram os primeiros a elucidar os possíveis mecanismos enzimáticos responsáveis pela síntese dos anéis ciclopentanos e sua inserção nas cadeias isoprenóides (ZENG et al., 2019). Ao todo, duas enzimas S-adenosilmetionina (SAM), denominadas GDGT ring synthases – GrsA e GrsB – são responsáveis pela formação dos anéis ciclopentanos, possibilitando a detecção indireta desses lipídeos nos metagenomas de Archaea. O processo de saturação destes lipídeos ocorre primariamente por duas vias enzimáticas: formação dos anéis ciclopentanos por intermédio de GrsA/ GrsB e a redução das duplas ligações presentes nessa cadeia através da enzima geranylgeranyl redutase (GGR). Ambos os processos demandam uma considerável quantidade de energia que certamente é fundamental para a sobrevivência desses procaríotos em ambientes extremos. Tal mecanismo auxilia não só no controle da permeabilidade e fluidez de membrana, fator necessário para contrabalancear a mudança na permeabilidade causada por altas temperaturas e pressões, como também promove um ambiente celular mais estável para as diferentes enzimas necessárias para o metabolismo. Em contraposição

à membrana dos outros dois domínios, a membrana de organismos extremófilos de Archaea possui a capacidade de adaptação a diferentes fatores ambientais, como por exemplo, altas temperaturas, pressões, salinidades e pH (VALENTINE, 2007). Alterações na ciclicidade de cadeias carbônicas de GDGTs (Figura 5) influenciam diretamente a permeabilidade seletiva de íons. Em particular, cátions monovalentes como  $K^+$  e  $Na^+$  tendem a ser acumulados no meio intracelular de microrganismos halofílicos. Essa diferença de permeabilidade diz respeito à camada de hidratação dos íons quando em solução. Como consequência de um eventual aumento de ciclicidade nas cadeias carbônicas, há um aumento na hidrofobicidade e essa mudança nos lipídeos de membrana pode vir a gerar microambientes in situ com eventuais diferenças em afinidade iônica. Isso contribui para a ocorrência de camadas de hidratação mais saturadas e uma diminuição na atividade da água intracelular.

### 3. Considerações finais

O modelo vigente de organização de membrana celular como um mosaico fluido foi proposto por Singer e Nicolson em 1972. Esse modelo descreve a membrana como uma estrutura complexa,



**Figura 5:** Representação planar de diferentes GDGTs de Archaea, possuindo entre zero e sete anéis de ciclopentano entre os monômeros isoprenóides que compõe as cadeias lipídicas. **Fonte:** Modificado de WEI et al. (2014) pelos autores.

formada por uma dupla camada de fosfolípidos associados a diversos carboidratos e proteínas que medeiam o transporte de solutos através da membrana, assim como atuam na comunicação celular (SINGER, NICOLSON, 1972).

Em contrapartida, muitos representantes de Archaea, um dos três domínios da vida, possuem membranas celulares organizadas em monocamada, modelo ausente nos principais livros didáticos de biologia celular e molecular. Conseqüentemente, muitos dos outros aspectos associados a esses lípidos, como as suas exclusivas propriedades bioquímicas e fisiológicas, também não são exploradas em sala de aula.

Os GDGTs, assim como os arqueóis e outros lípidos de membrana de Archaea possuem características únicas, assim como os monômeros isoprenóides e ligações éter entre as diferentes porções lipídicas. Tais propriedades, quando associadas com o controle da composição química das membranas organizadas em monocamada, promovem um elevado grau de adaptabilidade a ambientes extremos e proteção contra situações de estresses térmicos (YANG et al., 2016), iônicos/ aniônicos (BOYD et al., 2013) e hidrostáticos (SILIAKUS, VAN DER OOST, KENGEN, 2017), sugerindo uma grande importância da organização em monocamada na evolução de Archaea (VALENTINE, 2007).

Espera-se com as informações e a bibliografia aqui compartilhadas, ainda que de forma resumida, contribuir para a atualização do ensino de Biologia Celular, particularmente para estudantes dos cursos de Ciências Biológicas e áreas afins, de forma a incorporar as características únicas presentes no domínio Archaea e estimular a produção bibliográfica de investigações sobre dificuldades e erros conceituais de estudantes, assim como de estratégias pedagógicas para o ensino do tema. Por fim, pretende-se com este trabalho auxiliar na divulgação do enorme campo de pesquisa e aplicações biotecnológicas associadas a estes organismos, permitindo acrescentar mais esta dimensão à percepção da imensa diversidade

existente entre os seres vivos.

## Referências

- ALBERTS, B. et al. **Biologia Molecular da Célula**. 6ª ed. Artmed editora, Brasil, 2017.
- ALBRECHT, M. P. S.; OLIVEIRA, F. E. Jogo eletrônico para o ensino de biologia celular. **ACTIO**, v. 5, n. 3, pp. 1-18, 2020.
- BASEN, M.; et al. Single gene insertion drives bioalcohol production by a thermophilic archaeon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 111, n. 49, pp. 17618-17623, 2014. <https://doi.org/10.1073/pnas.1413789111>
- BOYD, E. S.; et al. The Role of Tetraether Lipid Composition in the Adaptation of Thermophilic Archaea to Acidity. **Frontiers in Microbiology**, v. 4, article 62, 2013. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00062>
- BUSCHINI, A.; POLI, P.; ROSSI, C. Saccharomyces cerevisiae as an eukaryotic cell model to assess cytotoxicity and genotoxicity of three anticancer anthraquinones. **Mutagenesis**, v. 18, n. 1, pp. 25-26, 2003. <https://doi.org/10.1093/mutage/18.1.25>
- CARIAS, R. B. V.; et al. Qualidade dos produtos de terapias avançadas: requisitos de células extensamente manipuladas usadas em terapias celulares e em bioengenharia. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 6(1), pp. 84-95, 2018. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.01048>
- CARLILE, M. Prokaryotes and eukaryotes: strategies and successes. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 7(4), pp. 128-130, 1982. [https://doi.org/10.1016/0968-0004\(82\)90199-2](https://doi.org/10.1016/0968-0004(82)90199-2)
- CHAUDHURI, R. R.; HENDERSON, I. R. The evolution of the *Escherichia coli* phylogeny. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 12, n. 2, pp. 214-226, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.01.005>
- CHOQUET, C. G.; et al. Stability of pressure-extruded liposomes made from archaeobacterial ether lipids. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 42, n. 2-3, pp. 375-384, 1994. <https://doi.org/10.1007/BF00902745>.
- CLAIR, St. J. W.; LONDON, E. Effect of sterol structure

- on ordered membrane domain (raft) stability in symmetric and asymmetric vesicles. **Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes**, v. 1861, n. 6, pp. 1112–1122, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2019.03.012>
- DE ROSA, M.; GAMBACORTA, A. The lipids of Archaeobacteria. **Progress in Lipid Research**, v. 27(3), pp. 153-175, 1988. [https://doi.org/10.1016/0163-7827\(88\)90011-2](https://doi.org/10.1016/0163-7827(88)90011-2).
- GERSHFELD, N. L. Physical chemistry of lipid films at fluid interfaces. **Annual Review of Physical Chemistry**. v. 27, n. 1, pp. 349-368, 1976. <https://doi.org/10.1146/annurev.pc.27.1.00176.002025>
- GONÇALVES, T. M. Construindo um modelo didático 3D de baixo custo para facilitar a aprendizagem da membrana plasmática no Ensino Médio e Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 10, n.5, e3510514541, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14541>
- INGÓLFSSON, H. I.; et al. Lipid Organization of the Plasma Membrane. **Journal of the American Chemical Society**, v. 136, n. 41, pp. 14554–14559, 2014. <https://doi.org/10.1021/ja507832e>
- INGRAM, L. O. Adaptation of membrane lipids to alcohols. **Journal of bacteriology**, v. 125, n. 2, pp. 670–678, 1976. <https://doi.org/10.1128/jb.125.2.670-678.1976>
- JAHN, U.; et al. Composition of the lipids of *Nanoarchaeum equitans* and their origin from its host *Ignicoccus* sp. strain KIN4/I. **Archives of microbiology**, v. 182, n. 5, pp. 404-413. 2004. <https://doi.org/10.1007/s00203-004-0725-x>
- JÚNIOR, A. J. V.; GOBARA, S. T. Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, pp. 450-475, 2016.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 9ª ed. Guanabara Koogan, Brasil, 2012.
- KARATHIA, H.; et al. *Saccharomyces cerevisiae* as a Model Organism: A Comparative Study. **PLoS One**, v. 6, n. 2, pp. e16015, 2011. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016015>
- KOGA, Y.; MORII, H. Recent Advances in Structural Research on Ether Lipids from Archaea Including Comparative and Physiological Aspects. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 69, n. 11, pp. 2019–2034, 2005. <https://doi.org/10.1271/bbb.69.2019>
- KONINGS, W. N.; et al. The cell membrane plays a crucial role in survival of bacteria and archaea in extreme environments. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 81, n. 1, pp. 61–72, 2002. <https://doi.org/10.1023/a:1020573408652>
- LANGWORTHY, T. A.; et al. Lipids of Archaeobacteria. **Zentbl. Bakteriол. Mikrobiol. Hyg. 1 Abt. Orig. C**, v. 3, n. 2, pp. 228–244, 1982. [https://doi.org/10.1016/S0721-9571\(82\)80036-7](https://doi.org/10.1016/S0721-9571(82)80036-7)
- LANGWORTHY, T. A.; POND, J. L. Archaeobacterial ether lipids and chemotaxonomy. **Systematic and Applied Microbiology** v.7, pp. 253–257. 1986. [https://doi.org/10.1016/S0723-2020\(86\)80015-7](https://doi.org/10.1016/S0723-2020(86)80015-7)
- LANZOTTI, V.; et al. Complex lipids of *Desulfurococcus mobilis*, a sulfate-reducing archaeobacterium. **Biochimica et Biophysica Acta**. v. 922, pp. 95–102. 1987. [https://doi.org/10.1016/0005-2760\(87\)90142-1](https://doi.org/10.1016/0005-2760(87)90142-1)
- LEIGH, J. A.; et al. Model organisms for genetics in the domain Archaea: methanogens, halophiles, Thermococcales and Sulfolobales. **FEMS microbiology reviews**. v. 35, n. 4, pp. 577-608, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00265.x>
- LETUNIC, I.; BORK, P. Interactive Tree Of Life (iTOL): an online tool for phylogenetic tree display and annotation. **Bioinformatics**. v. 23, n. 1, pp. 127-128, 2006. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl529>
- LOZANO, E. E.; ADÚRIZ-BRAVO, A.; BAHAMONDE, N. Un Proceso de Modelización de la Membrana Celular en la Formación del Profesorado en Biología en la Universidad. **Ciência & Educação (Bauru)** [online], v. 26, 2020. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200027>.
- LUSHCHAK, V. I. Budding yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a model to study oxidative modification of proteins in eukaryotes. **Acta Biochimica Polonica**, v. 53, n. 4, pp. 679-684, 2006. [https://doi.org/10.18388/abp.2006\\_3295](https://doi.org/10.18388/abp.2006_3295)
- MARLOWE, I. T.; et al. Long chain (n-C<sub>37</sub>–C<sub>39</sub>) alkenones in the Prymnesiophyceae. Distribution of alkenones and other lipids and their taxonomic significance. **British Phycological Journal**, v. 19, n. 3, pp. 203–216,

1984. <https://doi.org/10.1080/00071618400650221>
- MARTÍNEZ PÉREZ, L. F.; PARGA LOZANO, D. L. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 8(1), pp. 23–35, 2013. <https://doi.org/10.14483/23464712.5021>
- MCANULTY, M. J.; et al. Metabolic engineering of *Methanosarcina acetivorans* for lactate production from methane. **Biotechnology and bioengineering**, v. 114(4), pp. 852–861, 2017. <https://doi.org/10.1002/bit.26208>
- MONERAT, C. A. A.; ROCHA, M. B. Análise da percepção de estudantes de graduação da área da saúde sobre o tema Biologia Celular. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 1, pp. 27–44, 2015. <https://doi.org/10.16923/reb.v13i1.532>
- MORII, H.; et al. A novel ether core lipid with H-shaped C80-isoprenoid hydrocarbon chain from the hyperthermophilic methanogen *Methanothermobacter fervidus*. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1390, pp. 339–345. 1998. [https://doi.org/10.1016/S0005-2760\(97\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0005-2760(97)00183-5)
- NICHOLS, P. D.; FRANZMANN, P. D. Unsaturated diether phospholipids in the Antarctic methanogen *Methanococcoides burtonii*. **FEMS Microbiology Letters** v. 98, pp. 205–208. 1992. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1992.tb05515.x>
- PARDAL, P. C.; SCHIMIGUEL, J.; NIERO, E. L. O. Recurso lúdico em biologia celular utilizado como fixador de conteúdo e como método de avaliação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.8, n. 3, pp. 129–146, 2013.
- PARK, E.; et al. Seasonality of archaeal lipid flux and GDGT-based thermometry in sinking particles of high-latitude oceans: Fram Strait (79° N) and Antarctic Polar Front (50° S). **Biogeosciences**, v. 16, n. 11, pp. 2247–2268, 2019. <https://doi.org/10.5194/bg-16-2247-2019>
- PERETÓ, J.; LÓPEZ-GARCÍA, P.; MOREIRA, D. Ancestral lipid biosynthesis and early membrane evolution. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 29, n. 9, pp. 469–477, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2004.07.002>
- PFEIFER, K.; et al. Archaea biotechnology. **Biotechnology Advances**. v. 47, pp. 107668, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107668>
- PORTER, J. R. Antony van Leeuwenhoek: Tercentenary of his discovery of bacteria. **Bacteriological reviews**. v. 40, n. 2, pp. 260–269, 1976. <https://doi.org/10.1128/br.40.2.260-269.1976>
- RAY, P. H.; WHITE, D. C.; BROCK, T. D. Effect of temperature on the fatty acid composition of *Thermus aquaticus*. **Journal of Bacteriology**. v. 106, n. 1, pp. 25–30. 1971. <https://doi.org/10.1128/jb.106.1.25-30.1971>
- RAYMANN, K.; BROCHIER-ARMANET, C.; GRIBALDO, S. The two-domain tree of life is linked to a new root for the Archaea. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 21, pp. 6670–6675, 2015. <https://doi.org/10.1073/pnas.1420858112>
- RECHKA, J. A.; MAXWELL, J. R. Characterisation of alkenone temperature indicators in sediments and organisms. **Organic Geochemistry**, v. 13, n. 4–6, pp. 727–734, 1988. [https://doi.org/10.1016/0146-6380\(88\)90094-0](https://doi.org/10.1016/0146-6380(88)90094-0)
- REN, Q.; PAULSEN, I. T. Comparative analyses of fundamental differences in membrane transport capabilities in prokaryotes and eukaryotes. **PLoS Computational Biology**, v. 1, n. 3, pp. e27, 2005. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0010027>
- RESTAINO, O. F.; et al. High yield production and purification of two recombinant thermostable phosphotriesterase-like lactonases from *Sulfolobus acidocaldarius* and *Sulfolobus solfataricus* useful as bioremediation tools and bioscavengers. **BMC biotechnology**. v. 18 n. 1, pp. 1–15, 2018. <https://doi.org/10.1186/s12896-018-0427-0>
- ROMANTSOV, T.; GUAN, Z.; WOOD, J. M. Cardiolipin and the osmotic stress responses of bacteria. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1788, n. 10, pp. 2092–2100, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2009.06.010>
- ROSSEL, P. E.; et al. Intact polar lipids of anaerobic methanotrophic archaea and associated bacteria. **Organic Geochemistry**, v. 39, n. 8, pp. 992–999, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2008.02.021>
- SAKO, Y.; et al. *Aeropyrum pernix* gen. nov., sp. nov., a novel aerobic hyperthermophilic archaeon growing at temperatures up to 100 C. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 46 n. 4, pp. 1070–1077. 1996. <https://doi.org/10.1099/00207713-46-4-1070>

- SCHLEPER, C.; et al. *Picrophilus* gen. nov., fam. nov.: a novel aerobic, heterotrophic, thermoacidophilic genus and family comprising archaea capable of growth around pH 0. **Journal of Bacteriology** v. 177, n. 24 pp. 7050–7059. 1995. <https://doi.org/10.1128/jb.177.24.7050-7059.1995>
- SCHOUTEN, S.; et al. Widespread occurrence of structurally diverse tetraether membrane lipids: Evidence for the ubiquitous presence of low-temperature relatives of hyperthermophiles. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, n. 26, pp. 14421-14426, 2000. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.26.14421>
- SCHOUTEN, S.; et al. Archaeal and bacterial glycerol dialkyl glycerol tetraether lipids in hot springs of Yellowstone National Park. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 73, n. 19, pp. 6181-6191. 2007. <https://doi.org/10.1128/AEM.00630-07>
- SCHROEDER, R.; LONDON, E.; BROWN, D. Interactions between saturated acyl chains confer detergent resistance on lipids and glycosylphosphatidylinositol (GPI)-anchored proteins: GPI-anchored proteins in liposomes and cells show similar behavior. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 91, n. 25, pp. 12130–12134, 1994. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.25.12130>
- SEZGIN, E.; et al. The mystery of membrane organization: Composition, regulation and roles of lipid rafts. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, v. 18, n. 6, pp. 361–374, 2017. <https://doi.org/10.1038/nrm.2017.16>
- SHANMUGARAJ, B. M.; RAMALINGAM S. Plant expression platform for the production of recombinant pharmaceutical Proteins. **Austin J Biotechnol Bioeng**, v. 1, n. 6, pp. 4–7, 2014.
- SHERIDAN, P. P.; FREEMAN, K. H.; BRENCHLEY, J. E. Estimated minimal divergence times of the major bacterial and Archaeal phyla. **Geomicrobiology Journal**, v. 20, n. 1, pp. 1–14, 2003. <https://doi.org/10.1080/01490450303891>
- SILIAKUS, M. F.; VAN DER OOST, J.; KENGEN, S. W. M. Adaptations of archaeal and bacterial membranes to variations in temperature, pH and pressure. **Extremophiles**, v. 21, n. 4, pp. 651–670, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00792-017-0939-x>
- SIMONS, K.; IKONEN, E. Functional rafts in cell membranes. **Nature**, v. 387, n. 6633, pp. 569–572, 1997. <https://doi.org/10.1038/42408>
- SIMONS, K.; TOOMRE, D. Lipid rafts and signal transduction. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**. v. 1, n. 1, pp. 31-39, 2000. <https://doi.org/10.1038/35036052>
- SINGER, S. J.; NICOLSON, G. L. The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. **Science**. v. 175, n. 4023, pp. 443-461, 1972. <https://doi.org/10.1126/science.175.4023.720>
- SOO, V. W.; et al. Reversing methanogenesis to capture methane for liquid biofuel precursors. **Microbial Cell Factories**, v. 15, n. 1, pp. 1-14, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12934-015-0397-z>
- SOPPA, J. From genomes to function: haloarchaea as model organisms. **Microbiology**. V. 152, n. 3, pp. 585-590, 2006. <https://doi.org/10.1099/mic.0.28504-0>
- SUGAI, A.; et al. The core lipid composition of the 17 strains of hyperthermophilic archaea, *Thermococcales*. **Journal of Oleo Science** v. 53, pp. 41–44. 2004. <https://doi.org/10.5650/jos.53.41>
- TAHA, M. S.; et al. Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de ciências. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 12(2), pp. 131–141, 2017. <https://doi.org/10.14483/23464712.11442>
- TAUBNER, R. S.; et al. Membrane lipid composition and amino acid excretion patterns of Methanothermococcus okinawensis grown in the presence of inhibitors detected in the Enceladian plume. **Life**, v. 9(4), pp. 85-104, 2019. <https://doi.org/10.3390/life9040085>
- TAUCEDA, K. C.; NUNES, V; M.; DEL PINO, J. C. A epistemologia/metodologia do aluno pesquisador na educação em ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.6, n. 3, pp. 133-141, 2011.
- THURL, S.; SCHAFFER, W. Lipids from the sulfur-dependent archaeobacterium *Thermoproteus tenax*. **Biochimica et Biophysica Acta** v. 961 pp. 253–261. 1988. [https://doi.org/10.1016/0005-2760\(88\)90120-8](https://doi.org/10.1016/0005-2760(88)90120-8)
- TIERNEY, J. E. GDGT Thermometry: Lipid tools for reconstructing paleotemperatures. **The Paleontological Society Papers**. v. 18, pp. 115-132, 2012. <https://doi.org/10.1017/s1089332600002588>
- UDA, I.; et al. Variation in molecular species of core lipids from the order *Thermoplasmatales* strains depends on



- growth temperature. **Journal of Oleo Science** v. 53, n. 8, pp. 399–404, 2004. <https://doi.org/10.5650/jos.53.399>
- VALENTINE, D. L. Adaptations to energy stress dictate the ecology and evolution of the Archaea. **Nature Reviews Microbiology**, v. 5, n. 4, pp. 316–323, 2007. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1619>.
- VAN DER MEER, M. J. T. et al. Stable carbon isotope fractionations of the hyperthermophilic crenarchaeon *Metallosphaera sedula*. **FEMS Microbiology Letters** v. 196, pp. 67–70, 2001. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2001.tb10542.x>
- VELLAI, T.; VIDA, G. The origin of eukaryotes: the difference between prokaryotic and eukaryotic cells. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 266, n. 1428, pp. 1571–1577, 1999. <https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0817>
- VÖLKL, P. et al. *Pyrobaculum aerophilum* sp. nov., a novel nitrate-reducing hyperthermophilic archaeum. **Applied and Environmental Microbiology** v. 59, pp. 2918–2926, 1993. <https://doi.org/10.1128/aem.59.9.2918-2926.1993>
- VOLKMAN, J. K.; et al. Novel unsaturated straight-chain C37-C39 methyl and ethyl ketones in marine sediments and a coccolithophore *Emiliana huxleyi*. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 12, pp. 219–227, 1980. [https://doi.org/10.1016/0079-1946\(79\)90106-X](https://doi.org/10.1016/0079-1946(79)90106-X)
- WEI, Y.; et al. Lipid and DNA Evidence of Dominance of Planktonic Archaea Preserved in Sediments of the South China Sea: Insight for Application of the TEX<sub>86</sub> Proxy in an Unstable Marine Sediment Environment. **Geomicrobiology Journal**, v. 31, n. 4, pp. 360–369, 2014. <https://doi.org/10.1080/01490451.2013.824051>
- WEIJERS, J. W. H.; et al. Membrane lipids of mesophilic anaerobic bacteria thriving in peats have typical archaeal traits. **Environmental Microbiology**, v. 8, n. 4, pp. 648–657, 2006a. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2005.00941.x>
- WEIJERS, J. W. H.; et al. Occurrence and distribution of tetraether membrane lipids in soils: Implications for the use of the TEX<sub>86</sub> proxy and the BIT index. **Organic Geochemistry**, v. 37, n. 12, pp. 1680–1693, 2006b. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2006.07.018>
- WOESE, C. R.; KANDLER, O.; WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 87, n. 12, pp. 4576–4579, 1990. <https://doi.org/10.1073/pnas.87.12.4576>
- YAYANOS, A. A.; DIETZ, A. S.; VAN BOXTEL, R. Isolation of a deep-sea barophilic bacterium and some of its growth characteristics. **Science**, v. 205, n. 4408, pp. 808–810, 1979. <https://doi.org/10.1126/science.205.4408.808>
- ZHANG, C. L.; et al. Thermophilic temperature optimum for crenarchaeol synthesis and its implication for archaeal evolution. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 6, pp. 4419–4422, 2006. <https://doi.org/10.1128/AEM.00191-06>
- ZINK, K.-G.; et al. Application of bacterial glycerol dialkyl glycerol tetraethers (GDGTs) to develop modern and past temperature estimates from New Zealand lakes. **Organic Geochemistry**, v. 41, n. 9, pp. 1060–1066, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2010.03.004>





## STEAM EN EDUCACIÓN PRIMARIA, ¿ES POSIBLE?

## STEAM IN PRIMARY EDUCATION, IT IS POSSIBLE?

## STEAM NO ENSINO PRIMÁRIO, É POSSÍVEL?

**Francisco Javier Robles-Moral\*** , **María del Mar Mendoza-Martinez\*\***   
**Ignacio Vélez-Garcerán\*\*\*** 

Cómo citar este artículo: Robles, F. J., Mendoza, M. M., y Vélez, I. (2022). STEAM en Educación Primaria, ¿es posible?. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 90-104. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17097>

### Resumen

En los últimos años, están surgiendo nuevas técnicas, propuestas educativas y metodologías que son aplicadas en las aulas de enseñanza. Pero, son pocas las ocasiones en las que se reflexiona sobre si existe o no el marco curricular apropiado para poder aplicar estas iniciativas educativas. En el presente trabajo, se somete a estudio de la acción educativa STEAM, desde el punto de vista curricular, tomando como base de estudio el sistema educativo español, mas concretamente la etapa de Educación Primaria, con el objetivo de comprobar si es o no viable el desarrollo de esta enseñanza STEAM dentro del sistema educativo español. Esta comparación entre STEAM y el currículo de primaria, ha dado como resultados que existen tres áreas de conocimiento que concuerdan con la educación STEAM, que son Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y Educación Artística, así como diferentes aspectos curriculares que avalan el empeno del enfoque STEAM. Por tanto, el sistema educativo deberá apostar por aquellas tendencias educativas integradas, donde diferentes áreas de conocimiento se unen y para desarrollar una enseñanza y aprendizaje mas amplio.

**Palabras clave:** Enseñanza Primaria. Metodología Educativa. Ciencias Naturales. Educación Artística; Matemáticas.

### Abstract

In recent years, new techniques, educational proposals, and methodologies have been emerged applied in teaching classrooms. But there are few occasions reflecting on whether or not exists an appropriate curricular framework to apply for these educational initiatives. In the present work, the STEAM education is subjected to study, from

Recibido: 1 de octubre de 2020; aprobado: 1 de marzo de 2022

\* Doctor en Educación y Museos. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia, España. Email: francisnojavier.moral@um.es – ORCID 0000-0003-0987-8103

\*\* Máster en didáctica del español como lengua extranjera. ISEN Centro Universitario, facultad adscrita a la Universidad de Murcia, España. Email: mmarmendoza@um.es – ORCID 0000-0002-1685-2414

\*\*\* Máster en didáctica del español como lengua extranjera. ISEN Centro Universitario, facultad adscrita a la Universidad de Murcia, España. Email: ignacio.velezg@um.es - ORCID 0000-0003-4111-1199

the curricular point of view, taking as a basis of study the Spanish educational system, more specifically the stage of Primary Education, to verify whether or not the development of this STEAM teaching within the Spanish educational system. This comparison between STEAM and the elementary curriculum has given as results that three areas of knowledge agree with STEAM education, being them Mathematics, Natural Sciences, and Art Education, as well as different curricular aspects that support the use of STEAM teaching. Therefore, the educational system must bet on those integrated educational trends, where various knowledge areas come together and develop broader teaching and learning.

**Key words:** Educational method. Primary Education. Natural Sciences. Art education. Mathematics.

### Resumo

Nos últimos anos, novas técnicas, propostas e metodologias educacionais têm surgido e tem sido aplicada no ensino em sala de aula. Porém, são poucas as ocasiões em que se reflete sobre a existência ou não de uma estrutura curricular adequada para a aplicação dessas iniciativas educacionais. No presente trabalho, a educação STEAM é submetida ao estudo, do ponto de vista curricular, tomando como base de estudo o sistema educacional espanhol, mais especificamente o estágio do Ensino Fundamental, com o objetivo de verificar o desenvolvimento deste ensino STEAM no sistema educacional espanhol. Esta comparação entre o STEAM e o currículo básico deu como resultados que existem três áreas de conhecimento que concordam com a educação STEAM, que são Matemática, Ciências Naturais e Educação Artística, bem como diferentes aspectos curriculares que suportam a utilização do Ensino STEAM. Portanto, o sistema educacional deve apostar nessas tendências educacionais integradas, onde diferentes áreas do conhecimento se reúnem e desenvolvam um ensino e aprendizagem mais amplo.

**Palavras chave:** Método educativo. Ensino básico. Ciências da natureza. Educação artística. Matemática.

### Introducción

En la actualidad, las metodologías de la enseñanza educativa imperan en la necesidad de incluir en el aula, nuevas competencias que permitan a los alumnos estar más integrados en su realidad social. Así pues, ya no es tan importante acumular conocimientos específicos como aprender a buscar y seleccionar las ideas correctas, a desechar la información falsa, anticuada y desfasada y especialmente a tener la habilidad de aprender de forma autónoma a lo largo de la vida (ESTEVE, 2003). De este modo, se necesita comenzar a desarrollar

nuevos recursos, metodologías y herramientas educativas de carácter interdisciplinar, que estén al servicio de un proyecto global de aprendizaje (FERNÁNDEZ, 2016). Pero, en la mayoría de los casos, los profesionales de la educación aplican metodologías educativas, basándose principalmente en el carácter práctico de cómo y qué hacer, más que en los aspectos teóricos del por qué y para qué aplicar diferentes metodologías. El currículum escolar debe estar contextualizado y socialmente situado, que permita generar trascendencias y transformaciones sobre la forma

en la que los escolares comprenden e interactúan con el mundo en el que están inmersos. Para esto, se debe tener presente la proyección del alumnado como miembros de una sociedad en la que tienen posibilidades de participación y toma de decisiones según sus ámbitos de injerencia (RUÍZ, 2017).

La enseñanza STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), o en castellano CTIM1 (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas), nace como un modelo novedoso capaz de educar a las personas para que sean más creativas y críticas a través del uso de las tecnologías. Este concepto STEM tiene su origen en la última década del Siglo XX, siendo la National Science Foundation (NSF) su creadora. Pero, no es hasta 2010 cuando su importancia e implementación no adquirieron importancia en las políticas educativas de los Estados Unidos de América. (PASTOR, 2017).

Aunque, siendo aun novedoso, el término STEM según diversos autores han determinado que dicho término podría estar limitado en sus posibilidades educativas y metodológicas, por ello se establece el término STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics), cuya traducción al castellano sería CTIAM. Esta segunda versión, o actualización, incluye el arte como una competencia más para que el modelo educativo trabaje de forma más completa la creatividad, además de potenciar el trabajo integral de las cinco disciplinas (YAKMAN, LEE, 2012). Gracias a la combinación de estas disciplinas se comienza a valorar la innovación y el diseño, tanto como el desarrollo de la curiosidad y el descubrimiento guiado de resolución de problemas (PÉREZ, 2015). Para CILLERUELO y ZUBIAGA (2014), el vínculo entre arte, ciencia y tecnología permite el diseño de conexiones curriculares que a priori pueden ser consideradas incompatibles, estableciendo un conjunto de nuevas relaciones entre competencias y contenidos curriculares. En definitiva, se entiende el enfoque STEAM integrado como una orientación educativa transversal que puede

permitir el desarrollo de todas las competencias en la Educación Primaria (ORTIZ-REVILLA, GRECA, ARRIASSECO, 2018).

Así pues, esta metodología educativa aúna el trabajo interdisciplinar y su aplicación a la resolución de problemas reales del día a día de los estudiantes (PASTOR, 2017). En esta línea los autores QUIGLEY y HERRO (2016), determinan la enseñanza STEAM con el objetivo estableciendo de que este enfoque pedagógico se fundamenta en la preparación de los estudiantes, de forma que sean capaces de resolver problemas diarios y apremiantes del mundo, haciéndose uso de la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y, en definitiva, del nuevo conocimiento adquirido (VILLALBA y ROBLES, 2021). Este hecho se une a la necesidad de desarrollar la cultura científica o alfabetización científica tecnológica de la sociedad, que promueva autonomía personal, la participación social en las decisiones sobre temas de interés social y de utilidad para la vida cotidiana (ARAGÓN et al., 2021).

El Comité Europeo de las Regiones, en su dictamen<sup>2</sup> de 29 de julio de 2019, sobre el refuerzo de la educación en ciencia, tecnología, ingeniería (artes) y matemáticas, señala que es de su agrado que, a nivel local y regional de Europa, reconozcan el carácter coherente e integrador de la educación STEAM, que permite el desarrollo de competencias y capacidades asociadas a las disciplinas educativas asociadas a esta enseñanza. Al mismo tiempo, señala que una inadecuada puesta en práctica de esta enseñanza STEAM, puede llevar a perjudicar el aprendizaje de los estudiantes. Por ello este comité pone el énfasis en la necesidad de formar a los docentes, favorecer la enseñanza interdisciplinar planificada y el reconocimiento de este enfoque STEAM en las políticas educativas nacionales de los diferentes estados que componen la Unión Europea, que permita dotar a los estudiantes de capacidad de

<sup>1</sup> para simplificar la lectura de este trabajo solo se usarán las siglas anglosajonas

<sup>2</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018IR6435&from=EN>

resolución de problemas complejos, creatividad, pensamiento crítico, gestión de las personas y flexibilidad cognitiva

Existe una variada literatura acerca de estas metodologías educativas, que proponen y analizan propuestas didácticas como las recogidas por GRECA y MENESES (2018) o el proyecto Botstem3. Aunque también los trabajos de CILLERUELO y ZUBIAGA (2014), vinculan esta metodología integrada con otros movimientos o corrientes educativas como son, el movimiento Maker (DOUGHERTY, 2013), la cultura Do It Yourself (LIBOW y STAGER, 2013), o incluso el pensamiento tinkering (RESNICK y ROSENBAUM, 2013). E incluso se encuentran comunicaciones científicas como las de TOMA y GRECA (2016), que aportan orientaciones didácticas para implementar la educación STEAM en las aulas de primaria. Pero, partiendo de la propuesta del planteamiento teórico de la enseñanza STEAM fundamentado y coherente con la profundidad y esencia educativas, de los autores ORTIZ-REVILLA, GRECA y ARRIASSECQ (2018), surge el objetivo que ha dado lugar a este estudio, a saber, comprobar si la educación STEAM, desde el punto de vista curricular, es viable en la etapa educativa de Educación Primaria.

Estamos ante el nacimiento de una nueva generación educativa, la generación STEAM, cuyos principales objetivos se centran en resolver de una manera integral las necesidades sociales vinculadas al desarrollo tecnológico y científico, las necesidades económicas y las necesidades personales, dando lugar a que los estudiantes de esta generación sean en un futuro, personas con un alto grado de ciudadanía, con un marcado carácter productivo y poseedoras de gran cantidad de conocimientos (ZOLLMANN, 2012).

En España, se celebró en 2015 el primer evento STEAM, propiamente dicho, fue la 1ª Conferencia Internacional STEAM, al que posteriormente le siguieron más ediciones. El principal objetivo de estas conferencias ha sido conocer los proyectos STEAM, actuales más destacados, siendo estas

conferencias los referentes en España de este aprendizaje y convirtiendo la metodología STEAM en una realidad en España (RUIZ, 2017).

Sin embargo, esta metodología educativa también tiene sus críticos, como AKERSON et al. (2018), los cuales tras analizar los componentes que conforman esta metodología y los diferentes elementos curriculares, concluyen cuestionando si esta metodología en si misma puede enfocarse adecuadamente en las aulas o bien, lo que se realiza en las aulas es una enseñanza de las materias que componen esta metodología con pinceladas de las otras áreas de conocimiento a priori implicadas.

El objetivo del presente trabajo, es comprobar desde el ámbito curricular que la enseñanza STEAM puede ser aplicable a la Educación Primaria, dentro del sistema educativo español. Para poder alcanzar este objetivo, se establecen además los siguientes objetivos específicos:

Determinar las áreas concretas de conocimiento que son propicias para la aplicación de esta metodología educativa.

Analizar los diferentes aspectos curriculares de dichas áreas pueden ser abordadas desde el prisma STEAM.

Para realizar esta revisión curricular, aunque el uso de nuevas metodologías y recursos sea una práctica normalizada, en raras ocasiones se plantea si el sistema educativo español este preparado para implementar estas nuevas metodologías, propuestas educativas y recursos interactivos. PRO, VALCÁRCEL y SÁNCHEZ, (2005), señalan esta variable como parte de los argumentos que los docentes presentan a la hora de establecer la viabilidad o no de las distintas propuestas innovadoras educativas que van surgiendo.

## 2. Metodología

La metodología que se ha seguido para alcanzar los objetivos marcados en esta investigación, ha consistido en analizar la legislación educativa vigente, a saber, la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (BOE, 2013), en adelante LOMCE. Centrando este

análisis en el nivel educativo de primaria, y es por ello que la legislación que más se adapta a este estudio es el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (en adelante RD), que desarrolla a nivel estatal los términos básicos en los que se desarrolla la Educación Primaria en todas las comunidades autónomas de España (BOE, 2014).

Los aspectos curriculares que se han abordado fueron divididos en dos grupos:

Aspectos curriculares generales: este primer grupo se compone de los objetivos y principios pedagógicos de la Educación Primaria, las competencias clave que se deben ir desarrollando a lo largo del proceso de enseñanza – aprendizaje y las áreas de conocimiento que pueden vincularse a la metodología en estudio. La importancia de estos aspectos curriculares, radica en lo que en la LOMCE determina como la aplicación de forma integrada de los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos, permitiendo que el alumno adquiera las competencias o capacidades que se establecen (BOE, 2013).

Aspectos curriculares concretos: Este segundo grupo se refiere a los componentes específicos de las materias seleccionadas en la que se aplican la enseñanza STEAM, siendo estos los bloques de contenidos, y sus correspondientes contenidos, así como los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables. La relevancia de estos aspectos curriculares, se establecen en el propio RD, pues establece como elementos desarrolladores de las competencias y los objetivos, a los contenidos, aglutinando en esta categoría al conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al aprendizaje del alumnado. Y los criterios y estándares son los responsables de evaluar la adquisición del conocimiento por parte de los estudiantes (BOE, 2014).

Para llevar a cabo este análisis, resumimos las principales características de las acciones

educativas STEAM, establecidos por diversos autores que han sido recogidos en el apartado anterior, que se van a tener en cuenta en el estudio de los diferentes aspectos curriculares, así pues, estas características se resumen en la integración intencional de las diferentes áreas de conocimiento vinculadas, en la resolución de problemas en el mundo real (HEIL, PEARSON y BURGUER, 2013). También se ha de tener en cuenta la definición que realizan CHARRO y MARTÍN (2018) de cómo debe ser el estudiante STEAM, que es definido por estos autores como una persona capaz de solucionar problemas, con un carácter innovador e inventor, siendo capaz de ser autosuficiente, que desarrolla el pensamiento lógico y por supuesto, desde el punto de vista tecnológico, sea culto. Lo que supone que esta educación STEAM, afronta nuevas competencias, nuevos contenidos que son más específicos y a la vez, transversales y, por tanto, nuevos recursos con los que enseñar y aprender (GRECA, 2019).

### 3. Resultados

Como se ha señalado el primer análisis que se llevo a cabo, se baso en contrastar si la enseñanza STEAM presentaba correlación con los objetivos y principios pedagógicos de la Educación Primaria, así como la idoneidad de las competencias claves establecidas en la legislación educativa, y su vinculación con el enfoque educativa STEAM, además de determinar que áreas de conocimiento y/o materias están vinculadas a dicha metodología. Teniendo en cuenta las características descritas anteriormente sobre STEAM, de los 14 objetivos que se establecen en el RD, al analizarlos desde la perspectiva de esta metodología se comprueba que se contribuye a la consecución de los objetivos, g, h y j, puesto que estos objetivos se centran en la adquisición de conocimientos de Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y Educación Artística; también se contribuye a la adquisición de los objetivos a, b, c, d, k y m, que son las referentes a los valores de convivencia, democracia, respeto, igualdad de oportunidades sin ninguna

discriminación, además de favorecer la resolución de conflictos y la autonomía personal, todo ellos aplicables a la metodología educativa STEAM, según la definición que CHARRO y MARTÍN (2018) hacen del estudiante STEAM.

En referencia a los principios pedagógicos, que han sido establecidos en la legislación educativa vigente, tras el análisis en base a las características didácticas de la enseñanza STEAM, se comprueba que esta metodología permite que se cumplan las directrices pedagógicas de promover una especial atención a la diversidad del alumnado, con una atención que debe ser individualizada. También, se pone especial atención al uso de la comunicación audiovisual, las tecnologías de la información y la comunicación y la educación en valores, trabajándolas desde todas las materias de conocimiento.

Respecto a las competencias, el RD establece que para una adquisición eficaz de las competencias claves y su incorporación integrada en el currículo, deben diseñarse acciones de aprendizaje de forma integrada que permitan a los estudiantes avanzar hacia el aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo. Por tanto, el análisis y aportaciones que la enseñanza STEAM, hace de cara a las competencias claves, son las siguientes

**Competencia lingüística:** Se refiere a la habilidad para utilizar la lengua, expresar ideas e interactuar con otras personas de manera oral y escrita. Aunque las STEAM están siempre relacionadas con la parte más tecnológica y científica de la educación, esta requiere siempre de unas habilidades lingüísticas que pueden ser desarrolladas en este ámbito. Tanto actividades que contengan partes de desarrollo oral (por ejemplo, exposiciones), como actividades que necesiten de un desarrollo escrito (por ejemplo, una carta).

**Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:** La primera parte de esta competencia alude a las capacidades para aplicar el razonamiento matemático para resolver cuestiones de la vida cotidiana; la competencia en ciencia se centra en las habilidades para utilizar

los conocimientos y metodología científicos para explicar la realidad que nos rodea; y la competencia tecnológica, en cómo aplicar estos conocimientos y métodos para dar respuesta a los deseos y necesidades humanos. La competencia matemática está presente en todos los problemas que se puedan plantar a la hora de hacer una actividad. Dentro del propio nombre de las STEAM aparece la letra “M” haciendo referencia a las habilidades matemáticas que se quieren desarrollar con estas actividades.

**Competencia digital:** Implica el uso seguro y crítico de las TIC para obtener, analizar, producir e intercambiar información. Es probablemente la competencia que más se busca desarrollar junto a la anterior. Esta competencia no solo busca el aprender a utilizar diferentes aparatos digitales sino principalmente, tal y como dice la definición de esta competencia, el saber crear o utilizar con responsabilidad estos dispositivos.

**Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor:** Implica las habilidades necesarias para convertir las ideas en actos, como la creatividad o las capacidades para asumir riesgos y planificar y gestionar proyectos. El sistema de trabajo que estamos tratando está expresamente pensado para poder desarrollar proyectos en torno a la tecnología en las aulas. Esta competencia está completamente ligada a todo lo que significa trabajar con el sistema de STEAM, ya que este va a buscar siempre el desarrollo creativo y científico en la educación de los niños.

**Conciencia y expresiones culturales:** En este caso la ampliación del enfoque educativo de STEM a STEAM, viene a cubrir esta competencia en la que se vincula el arte y sus diversas expresiones artísticas y culturales. Capacitando a los estudiantes de primaria de un sentido cultural y artístico que le permite comprender y expresarse en los diversos formatos culturales, sin perder de vista como la ciencia influye en la propia conciencia y evolución cultural, ya sea desde el punto de vista tecnológico como el meramente científico.

**Aprender a aprender:** Teniendo en cuenta, que esta

metodología educativa se basa en el aprendizaje integral de varias áreas de conocimiento, facilitan a los estudiantes, en este caso, desarrollar estrategias y herramientas que le faciliten el aprendizaje de contenidos de las materias implicadas en dicha metodología.

Competencias sociales y cívicas: Tal y como señala ZOLLMANN (2012), o CHARRO y MARTIN (2018), los estudiantes deben de ser personas con una alfabetización científico-tecnológica elevada, para ser capaces de resolver aquellas necesidades o problemas que se le presente desde el punto de vista mas adecuado, capacitando al alumnado para ser personas que están dentro de una sociedad con la que conviven y donde en menor o mayor medida sean productivos y útiles para la sociedad. Dentro del sistema educativo español, en el nivel educativo de Educación Primaria, no existe una correlación directa de las materias que a priori la enseñanza STEAM, establece. Si encontramos en una correspondencia de dos de las áreas de conocimiento que se establecen en la definición de STEAM, y son las áreas de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza. Por otro lado, no hay una correspondencia con la Educación Artística, pero si con una de las dos materias que componen esta área de conocimiento, que es la Educación Plástica, pues es en esta materia donde se aborda el lenguaje plástico, que es al que se hace referencia en la definición de STEAM. Por tanto, de las áreas de tecnología y diseño e ingeniería, no hay una relación directa entre estas áreas y las establecidas según la LOMCE para Educación Primaria. Así pues, se han seleccionado las materias de Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y Educación Plástica como las áreas adecuadas para el desarrollo de esta educación STEAM, permitiendo en este aspecto que sea viable el desarrollo de esta metodología dentro del sistema educativo español.

A continuación, se presentan agrupados por las materias seleccionadas, los bloques de contenidos y los contenidos correspondientes dentro de estos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables que se han seleccionado

como imprescindibles para el correcto desarrollo del enfoque STEAM. Esta selección no se presenta por cursos, puesto que el RD, solo establece estos elementos curriculares de manera genérica a toda la etapa educativa, siendo competencia de las distintas comunidades autónomas, las responsables de establecer la secuenciación de estos bloques de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables en los diferentes niveles educativos.

Los bloques de contenidos y los contenidos que los componen, las diferentes áreas de conocimiento son los mínimos que los estudiantes de Educación Primaria deben aprender en todo el territorio estatal, y es por ello que han servido de base para realizar este análisis curricular, pues las legislaciones educativas autonómicas no pueden contravenir esta legislación básica estatal.

En referencia al aspecto evaluador de las materias, en el currículo oficial de cada área de conocimiento se establecen los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables, siendo denominados en la legislación educativa como los referentes para conocer en que grado se han adquirido las diferentes competencias, además del logro satisfactorio de los objetivos establecidos para cada etapa educativa (BOE, 2014).

A continuación, se muestra el análisis de las diferentes materias, resaltando tanto de forma cualitativa como de forma cuantitativa los resultados obtenidos para facilitar la comprensión del análisis que se ha llevado a cabo.

#### Matemáticas

En el caso del análisis del área de conocimiento de Matemáticas, aunque se podrían seleccionar todos los bloques de contenidos, esto no se ha realizado, pues los autores entienden que los bloques no seleccionados, componen el conocimiento básico que una persona debe conocer en la etapa educativa de primaria, y es por ello que solo se han seleccionado aquellos aspectos que son de relevancia para llevar a cabo un adecuado desarrollo de la enseñanza STEAM. Los bloques de contenidos seleccionados han sido el bloque



de contenidos 1, Procesos, método y actitudes en matemáticas, que este compuesto por una serie de contenidos de índole transversal al resto de los bloques de contenidos que componen esta materia. Por otro lado, el bloque de contenidos 4, Geometría, se centrará en contenidos relacionados con la geometría, disciplina matemática que combina el arte con las matemáticas, aspecto fundamental a la hora de trabajar según los principios STEAM.

De los elementos relacionados con la evaluación del área de Matemáticas relacionados con STEAM, como se muestra en la tabla 1, se seleccionaron un total de 9 criterios de evaluación de los 13 establecidos, para el primer bloque de contenidos seleccionado y del segundo bloque, se han seleccionado 7 criterios de evaluación siendo estos la totalidad de los criterios establecidos en este bloque. Por otro lado, de los 49 estándares de aprendizaje evaluables, de los que 27 han sido los seleccionados como confluentes con los principios STEAM, siendo 13 pertenecientes al bloque de contenidos 1, Procesos, método y actitudes en matemáticas, y 14 estándares del bloque de contenidos 4, Geometría.

#### *Ciencias de la Naturaleza*

En el caso de la materia de Ciencias de la Naturaleza, que esta presente en los seis cursos de los que se compone la etapa educativa de primaria, se deben de seleccionar todos los bloques de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que se establecen para esta área de conocimiento, pues la adquisición de todos estos aspectos se consideran como la alfabetización científica que la sociedad debe adquirir. Aun así, se han seleccionado los aspectos que tienen vinculación con las áreas de conocimiento que no se ha podido establecer relación directa entre el currículum y enfoque STEAM, estas son tecnología (Technology) y la ingeniería (Engineering). Así pues, los bloques de contenidos y contenidos, seleccionado bajo este criterio dentro de la materia de Ciencias de la Naturaleza han sido el Bloque

1, iniciación a la actividad científica, debido al carácter integrador de las diferentes áreas de conocimiento; y el Bloque 5, tecnología, objetos y máquinas, el cual tiene una alta vinculación con el diseño, ingeniería y la tecnología.

En la tabla 2, se han recogido tanto los bloques de contenidos y los contenidos que los componen, así como los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables que pueden ser usados para la evaluación de las actividades que sigan el los dictámenes STEAM, en la materia de Ciencias de la Naturaleza. Estos criterios y estándares, además de estar vinculados entre ellos, mantienen su vinculación con los contenidos que se proponen para trabajar este enfoque.

A nivel cuantitativo, la relación entre contenidos y criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que han sido seleccionados bajo el criterio de empleabilidad en la educación STEAM, en el área de conocimiento de las Ciencias de la Naturaleza, se establece en los siguientes resultados. Han sido seleccionado 4 de los 5 criterios de evaluación que se establecen para el bloque 1 de contenidos; y en el bloque 5, se han seleccionado la totalidad de los criterios de evaluación correspondientes a este bloque. En referencia a los estándares de aprendizaje evaluables, han sido seleccionados 19 estándares de aprendizaje evaluables, que corresponderían con el enfoque STEAM, frente a un total de 30 estándares de aprendizaje evaluables, divididos estos estándares, de la siguiente manera, 8 estándares corresponden al bloque de contenidos 1, de un total de 15 estándares asignados a este bloque de iniciación a la investigación científica; y otros 11 en el bloque de contenidos 5, de los 15 estándares correspondientes a este bloque de tecnología, objetos y máquinas.

#### *Educación Plástica*

En el caso del área de Educación Artística, como se ha comentado en apartados anteriores, este área de conocimiento se compone de dos materias la Educación Plástica y la Educación Musical, pero

Tabla 1. Bloques de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de Matemáticas.

| Bloques de Contenidos  | Contenidos   | Criterios de Evaluación   | Estándares de aprendizaje evaluables   |
|--|--|---|--|
| <p>Bloque 1:<br/>Procesos, método y actitudes en matemáticas</p> | <p>Explicación oral de los pasos seguidos en la resolución de un problema. Planificación del proceso de resolución de problemas: Análisis y comprensión del enunciado. Estrategias y procedimientos puestos en práctica: hacer un dibujo, operaciones matemáticas adecuadas, etc. Resultados obtenidos. Reflexión sobre los resultados obtenidos en la resolución del problema. Identificación e interpretación de datos numéricos en su entorno más próximo (folletos, revistas...). Planteamiento y creación de nuevos problemas partiendo de datos facilitados por el profesor o creados por el mismo. Confianza en las propias capacidades para desarrollar actitudes adecuadas y afrontar las dificultades propias del trabajo.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Expresar verbalmente de forma razonada el proceso seguido en la resolución de un problema.</li> <li>2. Utilizar procesos de razonamiento y estrategias de resolución de problemas, realizando los cálculos necesarios y comprobando las soluciones obtenidas.</li> <li>3. Describir y analizar situaciones de cambio, para encontrar patrones, regularidades y leyes matemáticas, en contextos numéricos, geométricos y funcionales, valorando su utilidad para hacer predicciones.</li> <li>4. Profundizar en problemas resueltos, planteando pequeñas variaciones en los datos, otras preguntas, etc.</li> <li>6. Identificar y resolver problemas de la vida cotidiana, adecuados a su nivel, estableciendo conexiones entre la realidad y las matemáticas y valorando la utilidad de los conocimientos matemáticos adecuados para la resolución de problemas.</li> <li>7. Conocer algunas características del método de trabajo científico en contextos de situaciones problemáticas a resolver.</li> <li>9. Desarrollar y cultivar las actitudes personales inherentes al quehacer matemático.</li> <li>10. Superar bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas.</li> <li>11. Reflexionar sobre las decisiones tomadas, aprendiendo para situaciones similares futuras.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Comunica verbalmente de forma razonada el proceso seguido en la resolución de un problema de matemáticas o en contextos de la realidad.</li> <li>2.1. Analiza y comprende el enunciado de los problemas (datos, relaciones entre los datos, contexto del problema).</li> <li>2.3. Reflexiona sobre el proceso de resolución de problemas: revisa las operaciones utilizadas, las unidades de los resultados, comprueba e interpreta las soluciones en el contexto de la situación, busca otras formas de resolución, etc.</li> <li>2.5. Identifica e interpreta datos y mensajes de textos numéricos sencillos de la vida cotidiana (facturas, folletos publicitarios, rebajas).</li> <li>3.2. Realiza predicciones sobre los resultados esperados, utilizando los patrones y leyes encontrados, analizando su idoneidad y los errores que se producen.</li> <li>4.1. Profundiza en problemas una vez resueltos, analizando la coherencia de la solución y buscando otras formas de resolverlos.</li> <li>4.2. Se plantea nuevos problemas, a partir de uno resuelto: variando los datos, proponiendo nuevas preguntas, conectándolo con la realidad, buscando otros contextos, etc.</li> <li>6.1. Practica el método científico, siendo ordenado, organizado y sistemático.</li> <li>7.1. Realiza estimaciones sobre los resultados esperados y contrasta su validez, valorando los pros y los contras de su uso.</li> <li>9.1. Desarrolla y muestra actitudes adecuadas para el trabajo en matemáticas: esfuerzo, perseverancia, flexibilidad y aceptación de la crítica razonada.</li> <li>9.4. Se inicia en el planteamiento de preguntas y en la búsqueda de respuestas adecuadas, tanto en el estudio de los conceptos como en la resolución de problemas.</li> <li>9.5. Desarrolla y aplica estrategias de razonamiento (clasificación, reconocimiento de las relaciones, uso de contraejemplos) para crear e investigar conjeturas y construir y defender argumentos. 10.3. Utiliza herramientas tecnológicas para la realización de cálculos numéricos, para aprender y para resolver problemas, conjeturas y construir y defender argumentos.</li> <li>11.1. Se inicia en la reflexión sobre los problemas resueltos y los procesos desarrollados, valorando las ideas claves, aprendiendo para situaciones futuras similares, etc.</li> </ol> |

| Bloques de Contenidos         | Contenidos   | Criterios de Evaluación   | Estándares de aprendizaje evaluables  |
|-------------------------------|--|---|---|
| <p>Bloque 4<br/>Geometría</p> | <p>Tipos de líneas: Líneas rectas y curvas, líneas cerradas y abiertas; y líneas poligonales abiertas y cerradas.<br/>Conceptos: Interior y exterior; derecha-izquierda; delante-detrás; cerca-lejos; grande, mediano y pequeño; ancho y estrecho.<br/>La representación elemental del espacio, gráficas sencillas.<br/>Formas planas: triángulo, cuadrado, círculo, rectángulo y rombo<br/>Orientación espacial:<br/>Reconocimiento de situaciones espaciales básicas y u so del vocabulario geométrico para describir sencillos itinerarios.</p> | <p>1. Utilizar las nociones geométricas de paralelismo, perpendicularidad, simetría, geometría, perímetro y superficie para describir y comprender situaciones de la vida cotidiana.<br/>2. Conocer las figuras planas; cuadrado, rectángulo, romboide, triángulo, trapecio y rombo.<br/>3. Comprender el método de calcular el área de un paralelogramo, triángulo, trapecio, y rombo. Calcular el área de figuras planas.<br/>4. Utilizar las propiedades de las figuras planas para resolver problemas.<br/>5. Conocer las características y aplicarlas a para clasificar: poliedros, prismas, pirámides, cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera y sus elementos básicos.<br/>6. Interpretar representaciones espaciales realizadas a partir de sistemas de referencia y de objetos o situaciones familiares.<br/>7. Identificar, resolver problemas de la vida cotidiana, adecuados a su nivel, estableciendo conexiones entre la realidad y las matemáticas y valorando la utilidad de los conocimientos matemáticos adecuados y reflexionando sobre el proceso aplicado para la resolución de problemas.</p> | <p>1.1. Identifica y representa posiciones relativas de rectas y circunferencias.<br/>1.2. Identifica y representa ángulos en diferentes posiciones: consecutivos, adyacentes, opuestos por el vértice<br/>2.1. Clasifica triángulos atendiendo a sus lados y sus ángulos, identificando las relaciones entre sus lados y entre ángulos.<br/>2.2. Utiliza instrumentos de dibujo y herramientas tecnológicas para la construcción y exploración de formas geométricas.<br/>3.1. Calcula el área y el perímetro de: rectángulo, cuadrado, triángulo.<br/>4.1. Clasifica cuadriláteros atendiendo al paralelismo de sus lados.<br/>4.2. Identifica y diferencia los elementos básicos de circunferencia y círculo: centro, radio, diámetro, cuerda, arco, tangente y sector circular.<br/>4.4. Utiliza la composición y descomposición para formar figuras planas y cuerpos geométricos a partir de otras.<br/>5.1. Identifica y nombra polígonos atendiendo al número de lados.<br/>5.2. Reconoce e identifica, poliedros, prismas, pirámides y sus elementos básicos: vértices, caras y aristas.<br/>5.3. Reconoce e identifica cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera y sus elementos básicos.<br/>6.2. Interpreta y describe situaciones, mensajes y hechos de la vida diaria utilizando el vocabulario geométrico adecuado: indica una dirección, explica un recorrido, se orienta en el espacio.<br/>7.2. Reflexiona sobre el proceso de resolución de problemas: revisando las operaciones utilizadas, las unidades de los resultados, comprobando e interpretando las soluciones en el contexto, proponiendo otras formas de resolverlo.</p> |

Fuente: Adaptado de R.D. 126/2014, de 28 de febrero

Tabla 2. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza.

| Bloques de Contenidos                                 | Contenidos   | Criterios de Evaluación  | Estándares de aprendizaje evaluables   |
|---|--|--|--|
| <p>Bloque 1: Iniciación a la actividad científica</p> | <p>Explicación oral de los pasos seguidos en la resolución de un problema. Planificación del proceso de resolución de problemas: Análisis y comprensión del enunciado. Estrategias y procedimientos puestos en práctica: hacer un dibujo, operaciones matemáticas adecuadas, etc. Resultados obtenidos. Reflexión sobre los resultados obtenidos en la resolución del problema. Identificación e interpretación de datos numéricos en su entorno más próximo (folletos, revistas...). Planteamiento y creación de nuevos problemas partiendo de datos facilitados por el profesor o creados por el mismo. Confianza en las propias capacidades para desarrollar actitudes adecuadas y afrontar las dificultades propias del trabajo.</p> | <p>1. Obtener información relevante sobre hechos o fenómenos previamente delimitados, haciendo predicciones sobre sucesos naturales, integrando datos de observación directa e indirecta a partir de la consulta de fuentes directas e indirectas y comunicando los resultados.<br/>2. Establecer conjeturas tanto respecto de sucesos que ocurren de una forma natural como sobre los que ocurren cuando se provocan, a través de un experimento o una experiencia.<br/>4. Trabajar de forma cooperativa, apreciando el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros, cuidando las herramientas y haciendo uso adecuado de los materiales.<br/>5. Realizar proyectos y presentar informes.</p>   | <p>1.1. Busca, selecciona y organiza información concreta y relevante, la analiza, obtiene conclusiones, comunica su experiencia, reflexiona acerca del proceso seguido y lo comunica oralmente y por escrito.<br/>1.4. Desarrolla estrategias adecuadas para acceder a la información de los textos de carácter científico.<br/>2.1. Manifiesta autonomía en la planificación y ejecución de acciones y tareas y tiene iniciativa en la toma de decisiones.<br/>4.2. Hace un uso adecuado de las tecnologías de la información y la comunicación como recurso de ocio.<br/>4.5. Utiliza estrategias para realizar trabajos de forma individual y en equipo, mostrando habilidades para la resolución pacífica de conflictos.<br/>4.6. Conoce y respeta las normas de uso y de seguridad de los instrumentos y de los materiales de trabajo.<br/>5.1. Realiza experiencias sencillas y pequeñas investigaciones: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, realizando, extrayendo conclusiones, y comunicando los resultados.<br/>5.2. Realiza un proyecto, trabajando de forma individual o en equipo y presenta un informe, utilizando soporte papel y/o digital, recogiendo información de diferentes fuentes (directas, libros, Internet), con diferentes medios y comunicando de forma oral la experiencia realizada, apoyándose en imágenes y textos escritos.</p>                                |
| <p>Bloque 5: La tecnología, objetos y máquinas</p>    | <p>Máquinas y aparatos. Tipos de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad. Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. La ciencia: presente y futuro de la sociedad. Control del tiempo y uso responsable de las tecnologías de la información y la comunicación</p>  | <p>1. Conocer los principios básicos que rigen máquinas y aparatos.<br/>2. Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, realizando el trabajo individual y en equipo, y proporcionando información sobre que estrategias se han empleado.<br/>3. Conocer las leyes básicas que rigen los fenómenos, como la reflexión de la luz, la transmisión de la corriente eléctrica.<br/>4. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos de la materia: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, montando realizando, extrayendo conclusiones, comunicando resultados, aplicando conocimientos básicos de las leyes básicas que rigen estos fenómenos, como la reflexión de la luz, la transmisión de la corriente eléctrica.</p> | <p>1.1. Identifica diferentes tipos de máquinas, y las clasifica según el número de piezas, la manera de accionarlas, y la acción que realizan.<br/>1.3. Observa e identifica alguna de las aplicaciones de las máquinas y aparatos, y su utilidad para facilitar las actividades humanas.<br/>2.1. Construye alguna estructura sencilla que cumpla una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas, (escalera, puente, tobogán, etc.).<br/>3.1. Observa e identifica los elementos de un circuito eléctrico y construye uno.<br/>3.2. Observa, identifica y explica algunos efectos de la electricidad.<br/>3.3. Expone ejemplos de materiales conductores y aislantes, argumentado su exposición.<br/>3.4. Observa e identifica las principales características y los imanes y relaciona la electricidad y magnetismo.<br/>3.5. Conoce y explica algunos de los grandes descubrimientos e inventos de la humanidad.<br/>4.2. Valora y describe la influencia del desarrollo tecnológico en las condiciones de vida y en el trabajo.<br/>4.3. Conoce y explica algunos de los avances de la ciencia en: el hogar y la vida cotidiana, la medicina, la cultura y el ocio, el arte, la música, el cine y el deporte y las tecnologías de la información y la comunicación.<br/>4.6. Utiliza algunos recursos a su alcance proporcionados por las tecnologías de la información para comunicarse y colaborar.</p> |

Fuente: Adaptado de R.D. 126/2014, de 28 de febrero

a la hora de analizar los aspectos curriculares concretos, se tomaron como referencia los pertenecientes a la materia de Educación Plástica exclusivamente. A continuación, en la tabla 3 se encuentran los bloques de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables, de Educación Plástica, seleccionados en base al enfoque educativo STEAM. Como se puede observar, estos corresponden al bloque de contenidos 2, Expresión Creativa y al bloque de contenidos 3, Dibujo Geométrico, y los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables asociados. A estos dos bloques. En lo referente a los contenidos concretos de

la Educación Artística, el RD no establece los contenidos propiamente dichos, como hacía en el caso de las materias de Ciencias de la Naturaleza y en Matemáticas. Pero, si hace una descripción de los bloques de contenidos, lo que permite a los docentes desarrollar los contenidos que ellos consideren que estén en sintonía con dicha descripción. Así pues, el bloque 2, llamado Educación Artística, hace referencia al conjunto de conceptos y procedimientos que están asociados a esta disciplina. Por otro lado, el bloque 3, Dibujo Geométrico, engloba los conocimientos desarrollados, desde el punto de vista gráfico, del apartado de geometría del área de matemáticas.

**Tabla 3.** Bloques de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de Educación Plástica

| Bloque de contenidos             | Criterios de Evaluación  | Estándares de Aprendizaje Evaluables  |
|----------------------------------|--|---|
| Bloque 2:<br>Expresión Artística | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar el entorno próximo y el imaginario, explicando con un lenguaje plástico adecuado sus características.</li> <li>2. Representar de forma personal ideas, acciones y situaciones valiéndose de los elementos que configuran el lenguaje visual.</li> <li>3. Realizar producciones plásticas siguiendo pautas elementales del proceso creativo, experimentando, reconociendo y diferenciando la expresividad de los diferentes materiales y técnicas pictóricas y eligiendo las más adecuadas para la realización de la obra planeada.</li> <li>4. Utilizar recursos bibliográficos, de los medios de comunicación y de internet para obtener información que le sirva para planificar y organizar los procesos creativos, así como para conocer e intercambiar informaciones con otros alumnos.</li> <li>5. Imaginar, dibujar y elaborar obras tridimensionales con diferentes materiales.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Utiliza el punto, la línea y el plano al representar el entorno próximo y el imaginario.</li> <li>2.1. Clasifica y ordena los colores primarios (magenta, cian y amarillo) y secundarios (verde, violeta y rojo) en el círculo cromático y los utiliza con sentido en sus obras.</li> <li>2.2. Conoce la simbología de los colores fríos y cálidos y aplica dichos conocimientos para transmitir diferentes sensaciones en las composiciones plásticas que realiza.</li> <li>2.3. Analiza y compara las texturas naturales y artificiales, así como las texturas visuales y táctiles siendo capaz de realizar trabajos artísticos utilizando estos conocimientos.</li> <li>3.1. Utiliza las técnicas dibujísticas y/o pictóricas más adecuadas para sus creaciones manejando los materiales e instrumentos de manera adecuada, cuidando el material y el espacio de uso.</li> <li>3.2. Lleva a cabo proyectos en grupo respetando las ideas de los demás y colaborando con las tareas que le hayan sido encomendadas.</li> <li>4.1. Organiza y planea su propio proceso creativo partiendo de la idea, recogiendo información bibliográfica, de los medios de comunicación o de Internet, desarrollándola en bocetos y eligiendo los que mejor se adecúan a sus propósitos en la obra final, sin utilizar elementos estereotipados, siendo capaz de compartir con otros alumnos el proceso y el producto final obtenido.</li> <li>5.1. Confeciona obras tridimensionales con diferentes materiales planificando el proceso y eligiendo la solución más adecuada a sus propósitos en su producción final.</li> </ol> |
| Bloque 3: Dibujo Geométrico      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar conceptos geométricos en la realidad que rodea al alumno relacionándolos con los conceptos geométricos contemplados en el área de matemáticas con la aplicación gráfica de los mismos.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Identifica los conceptos de horizontalidad y verticalidad utilizándolo en sus composiciones con fines expresivos.</li> <li>1.11. Analiza la realidad descomponiéndola en formas geométricas básicas y trasladando la misma a composiciones bidimensionales.</li> <li>1.12. Identifica en una obra bidimensional formas geométricas simples.</li> </ol>  |

**Fuente:** Adaptado de R.D. 126/2014, de 28 de febrero

Desde el punto de vista cuantitativo, en esta materia de Educación Plástica, tras el análisis llevado a cabo, fueron extraídos 5 de los 6 criterios de evaluación del bloque de Expresión Artística, y del bloque de Dibujo Geométrico, se seleccionó 1 de los dos criterios de evaluación establecidos en este bloque. Por otro lado, fueron seleccionados 11 estándares de aprendizaje evaluables de un total de 30, correspondiendo 8 estándares de aprendizaje evaluables de los 15 establecidos para el bloque de contenidos 2. Y los otros 3 estándares de aprendizaje evaluables han sido seleccionados de los 15 estándares de aprendizaje correspondientes al bloque de contenidos 3.

#### 4. Conclusiones

Con respecto al primer objetivo específico que se estipuló para este trabajo, en el análisis de las áreas de conocimiento vinculadas a la educación STEAM, se ha comprobado que hay una relación directa con tres de las cinco áreas que señala la propia metodología en su definición, Ciencias de la Naturaleza, Educación Artística y Matemáticas. Sin embargo, de las otras dos áreas se ha podido comprobar como si están vinculadas de forma indirecta. Así pues, aunque la Tecnología no esta presente en la Educación Primaria, como sí ocurre en la Educación Secundaria, el currículo oficial de la etapa de primaria, determina que se debe desarrollar la competencia digital y la competencia tecnológica de forma transversal en todas las áreas de conocimiento (ARABIT-GARCÍA, PRENDES-ESPINOSA, 2020). Además, según BARRERA (2015), la E de STEAM (la ingeniería) esta presente pues la inclusión de las TIC ha permitido que surja lo que se conoce como Ingeniería educativa, que se define como la búsqueda de aquellos enfoques didácticos novedosos que usan componentes tecnológicos, siendo ejemplos de esta ingeniería educativa la robótica educativa, que tienen como principal meta hacer que los discentes sean capaces de explorar y manipular con el objetivo de construir, partiendo de la propia experiencia del individuo.

En relación al segundo objetivo específico, se

llevo a cabo el análisis de los diferentes aspectos curriculares (objetivos de etapa, competencias claves, bloques de contenidos y los contenidos que los componen, criterios de evaluación y estándares de aprendizajes evaluables) desde la premisa fijada en los principios pedagógicos de la legislación educativa actual, que destaca la puesta en marcha de aquellas metodologías que motiven y fomenten el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, y sobre todo, si en dichos proyectos el alumnado es participe, así como el uso de diversas tecnologías educativas y de la información, y que además, permita desarrollar a los estudiantes sus capacidades en los diferentes ambitos educativos y sociales. Teniendo en cuenta que tras el las propuestas educativas basadas en el enfoque STEAM, cumplen las diferentes directrices pedagógicas y curriculares establecidas por dicha legislación educativa.

En resumida cuenta, y teniendo presente el objetivo general de este estudio, desde el punto de vista curricular se concluye que la metodología analizada, no solo tiene cavida dentro del curriculum de Educación Primaria, sino que además, es un instrumento mas que valido para el aprendizaje de estas areas de conocimiento implicadas. Aunque, GRECA (2019), establece que para poder llevar a cabo esta metodologia educativa, se deberia de realizar la modificación o variación del curriculum, que facilite en gran medida la interdisciplinariedad, pues es el enfoque basico STEAM, y por tanto, favorezca la reducción del currículo oficial.

Con respecto a las criticas aportadas por AKERSEN et al. (2018), se ha podido observa que esta metodologia a nivel de Educación Primaria puede desarrollarse pues los elementos curriculares lo permiten, pero si es cierto, que la calidad de la puesta en práctica de esta metodología y por tanto, de los proyectos STEAM que se desarrollen, van a estar condicionados por los conocimientos que los docentes responsables de los mismos, tengan sobre las áreas de conocimiento y materias que abarca esta propuesta metodológica.

Para concluir, es importante recordar los beneficios del uso de este modelo educativo en las aulas de Educación Primaria, puesto que en el mundo actual, que sigue evolucionando, se debe favorecer que las personas sean capaces de adaptarse a estos cambios. Es por ello que, el ámbito educativo debe potenciar aquellas metodologías que abarquen la enseñanza y aprendizaje de una forma integrada donde diferentes áreas de conocimiento se deben unir y evaluar de forma conjunta, aspectos que son características propias de la educación STEAM, y así poder preparar a las futuras generaciones a la evolución de la sociedad actual y al mercado laboral. Estableciéndose para futuras investigaciones abordar la elaboración de instrumentos de evaluación y de puesta en marcha de secuencias o programaciones didácticas basadas en los criterios STEAM.

## 5. Referencias

- ARAGÓN, L.; et al. ¿Progresan las concepciones sobre la ciencia de futuros maestros/as tras la implementación de propuestas constructivistas para la alfabetización científica? **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 16, n. 1, 78-95. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.15589>
- AKERSON, V.; et al. Disentangling the Meaning of STEM: Implications for Science Education and Science Teacher Education, **Journal of Science Teacher Education**, v. 29, n. 1, 1-8 2018. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063>
- ARABIT-GARCÍA, J.; PRENDES-ESPINOSA, M.P. Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. **Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación**, v. 57, 107-128. 2020. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- BARRERA, N. Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. **Praxis y Saber**, v. 6 n. 11. 2015. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis\\_saber/article/view/3582](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/3582)
- BOE. Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre para la mejora de la calidad educativa. **Boletín Oficial del Estado**, 295, 97858-97921. 2013
- BOE. Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. España. **Boletín Oficial del Estado**, 51, 33054-33556. 2014
- CHARRO, E.; MARTÍN, L. El papel de la robótica educativa en la adquisición de la competencia STEM (science-technology-engineering-mathematics). **Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo**. 2018. [www.eumed.net/2/rev/atlante/2018/02/robotica-educativa-stem.html](http://www.eumed.net/2/rev/atlante/2018/02/robotica-educativa-stem.html)
- CILLERUELO, L.; ZUBIAGA, A. Una aproximación a la educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. **Investigar en psicodidáctica: una realidad en auge**. Bilbao: Universidad del País Vasco. 2014. pp. 22-38
- DOUGHERTY, D. The Maker Mindset. En M. Honey y D.E. Kanter (Ed.) **Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators**. London: Routledge. 2013. pp. 7-11.
- ESTEVE, J.M. **La tercera Revolución Educativa. La Educación en la Sociedad del Conocimiento**. Barcelona: Paidós. 2003
- FERNÁNDEZ, A. Metodologías activas para la formación de competencias. **Educativo siglo XXI**, v. 24. 35-56. 2016
- GRECA, I.M. **Planteamientos STEAM integrados: ¿un marco educativo viable para la educación obligatoria?** 19º Foro Internacional de Enseñanza de Ciencias y Tecnologías. Buenos Aires. 2019
- GRECA, I.M.; MENESES, J.A. **Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas**. Madrid, España: Dextra. 2018
- HEIL, D. R.; PEARSON, G.; BURGER, S.E. **Understanding Integrated STEM Education: Report on a National Study**. 2013 ASSEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia. 2013
- LIBOW, S.; STAGER, G. **Invent To Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom**. Torrence, CA: Constructing Modern Knowledge Press. 2013
- ORTIZ-REVILLA, J.; GRECA, I.M.; ARRIASSECQ, I. Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria. En C. Martínez Losada y S. García Barros (Eds.), **28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio**

- educativo.** A Coruña, España: Universidade da Coruña. 2018. pp. 823-828 <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497496896>
- PASTOR, A. **Análisis de la metodología STEM a través de la percepción docente.** Universidad de Valladolid. España. 2017
- PÉREZ, J. STEM, STEAM... ¿pero eso qué es?. **Didactalia.** 2015. <http://odite.ciberespinal.org/comunidad/ODITE/recurso/stem-steam-pero-eso-que-es/58713dbd-414c-40eb-9643-5dee56f191d3>
- PRO, A.; VALCÁRCEL, M.; SÁNCHEZ, G. Viabilidad de las propuestas didácticas planteadas en la formación inicial: opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. **Enseñanza de las Ciencias,** Barcelona, v. 23, n. 3. 357-378. 2005
- QUIGLEY, C.F.; HERRO, D. "Finding the joy in the unknown": implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. **Journal of Science Education and Technology,** v. 25, n. 3. 410-426. 2016. doi:10.1007/s10956-016-9602-z
- RESNICK, M.; ROSENBAUM, E. Designing for tinkering. En M. Honey y D.E. Kanter (Ed.). **Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators.** London: Routledge. 2013. pp.163-180.
- RUÍZ, S. (2018). Didáctica de las ciencias desde la diversidad cultural y ambiental: aportes para un currículo contextualizado. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias,** 13(2), pp. 291-305. 2018. <http://doi.org/10.14483/23464712.12546>
- RUIZ, F. **Diseño de proyectos steam a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, flipped classroom y robótica educativa.** Tesis de doctorado, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación, Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia, 2017. Disponible en <http://hdl.handle.net/10637/8739>
- TOMA, R.B.; GRECA, I.M. **Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria,** 3º Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias, SIEC 2016.
- VILLALBA, J. V.; ROBLES F. J. Del árbol al cuadro: Un proyecto didáctico STEAM para Educación Primaria. **Educación,** v. 30, n. 59, 275-293. <https://doi.org/10.18800/educacion.202102.0142021>
- ZOLLMAN, A. Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. **School Science and Mathematics,** v. 112, n. 1. 12-19. 2012







## CONCEPCIONES DE CIENCIA Y SU ENSEÑANZA EN DOCENTES RURALES NO LICENCIADOS EN EL ÁREA BAJO EL MODELO ESCUELA NUEVA

### CONCEPTIONS OF SCIENCE AND ITS TEACHING IN NON-LICENSED RURAL TEACHERS IN THE AREA UNDER THE ESCUELA NUEVA MODEL

### CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA E SEU ENSINO EM DOCENTES RURAIS NÃO FORMADOS NA ÁREA SOB O MODELO ESCOLA NOVA

Richar Gregorio Blanquicet Macea\* , Fredy Adrián Ramírez Narvárez\*\*   
Natalia Ramírez Agudelo\*\*\* 

Cómo citar este artículo: Blanquicet, R., Ramírez, F.A. y Ramírez, N. (2022). Concepciones de ciencia y su enseñanza en docentes rurales no licenciados en el área bajo el modelo Escuela Nueva. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 105-121. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17390>

#### Resumen

El presente artículo comprende la síntesis del proyecto de investigación “Concepciones de ciencia y su enseñanza: un abordaje desde los docentes no licenciados en el área de Ciencias Naturales bajo el modelo Escuela Nueva”, realizado en el marco de la Maestría en Educación de la Universidad de Antioquia. El estudio tuvo como objetivo analizar las concepciones de ciencias naturales y de su enseñanza, en docentes no licenciados en el área, con relación a su articulación con el modelo de Escuela Nueva en dos Centros Educativos Rurales del Departamento de Antioquia. La investigación fue cualitativa y se desarrolló desde un estudio de casos colectivo, contando con la participación de 5 maestros. Algunos de los instrumentos para la recolección de la información fueron narrativas, un cuestionario, observaciones de clase, entre otras. Los resultados a nivel general, permiten dar cuenta de la necesidad de los saberes disciplinares para la educación científica, no desmeritando el gran esfuerzo que hacen los maestros rurales en su práctica cotidiana, pero si valorando la importancia de tener unos saberes que se articulen con el conocimiento pedagógico, para lograr una formación más crítica en este campo, donde no solo sea tomada en cuenta la guía de aprendizaje (libro de texto), sino que se logre una planeación más consciente de los contenidos que abordan los estudiantes en la educación básica primaria. Se logró ver, cómo a raíz de esta necesidad, las concepciones de ciencia y la experiencia -personal y profesional- en esta área, determinan en gran medida la práctica educativa de los docentes en el ámbito rural. Éste Trabajo de Investigación fue presentado en el Congreso

Recibido: diciembre de 2020; aprobado: mayo de 2021

\* Magíster en Educación, Universidad de Antioquia, richar.blanquicet@udea.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-6356-8029>

\*\* Magíster en Educación, Universidad de Antioquia, adrian.ramirez@udea.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-5909-9832>

\*\*\* Magíster en Educación en Ciencias Naturales, profesora Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, natalia.ramirez2@udea.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-6301-5187>

Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología bajo el título “Docentes no licenciados en Ciencias Naturales: un acercamiento a sus concepciones, en el marco de la Educación Rural”.

**Palabras clave:** Formación de profesores. Enseñanza primaria. Libro de texto. Proceso de aprendizaje. Educación científica. Educación básica.

### **Abstract**

This article includes comprises the synthesis of the research project "Conceptions of science and its teaching: an approach from non-graduate teachers in the area of Natural Sciences under the Escuela Nueva model", carried out within the framework of the Master's in Education at the University of Antioquia. The objective of the study was to analyze the conceptions of Natural Sciences and its teaching in non-licensed teachers in the area, in relation to its articulation with the Escuela Nueva model in two Rural Educational Centers in the Department of Antioquia. The research was qualitative and was developed from the collective case study, with the participation of 5 teachers. Some of the instruments for collecting the information were narratives, a questionnaire, class observations, among others. The results at a general level allow to account for the need for disciplinary knowledge for scientific education, not detracting from the great effort that teachers make in their daily practice, but evaluating the importance of having knowledge that is articulated with knowledge pedagogical, to achieve a more critical training in this field and that not only taken into account the learning guide, but also that a more conscious planning of the contents that students address in basic primary education is achieved. It was possible to see how, as a result of this need, the conceptions of science and the experience - personal and professional - in this area, largely determine educational practice. This thesis was presented at the National Research Congress on Biology Teaching under the title "Non-graduate teachers in Natural Sciences: an approach to their conceptions, within the framework of Rural Education".

**Keywords:** Teacher training. Primary education. Textbook. Learning process. Scientific education. Basic education.

### **Resumo**

O presente artigo compreende a síntese do projeto de investigação “Concepções da ciência e seu ensino: uma abordagem desde os professores não licenciados nas áreas de Ciências Naturais sob o modelo Escola Nova”, realizado no contexto de Mestrado em Educação da Universidade de Antioquia. O estudo teve como objetivo analisar as concepções de Ciências Naturais e de seu ensino, em professores não licenciados na área, com relação à sua articulação com o modelo de Escola Nova em dois Centros Educativos Rurais do Departamento de Antioquia. A investigação foi qualitativa e se desenvolveu desde os estudos de casos coletivos, contando com a participação de 5 professores. Alguns dos instrumentos para o recolhimento de informação foram narrativas, um questionário, observações das aulas, entre outros. Os resultados, a nível geral, permitem dar conta da necessidade dos saberes disciplinares para a educação científica, sem desmerecer o grande esforço que fazem os professores em sua prática

cotidiana, mas sim valorizando a importância de ter alguns saberes que se articulem com o conhecimento pedagógico, para alcançar uma formação mais crítica neste campo e que não somente seja levado em consideração um guia de aprendizagem, para que se alcance um planejamento mais consciente dos conteúdos que abordam os estudantes da educação básica primária. Houve êxito em verificar como a origem desta necessidade, as concepções de ciência e a experiência -pessoal e profissional- nesta área, determinam em grande medida a prática educativa. Esta dissertação foi apresentada no Congresso Nacional de Investigação em Ensino de Biologia sob o título "Professores não graduados em Ciências Naturais: uma abordagem às suas concepções, no âmbito da Educação Rural".

**Palavras-chave:** Formação de professores. Educação primária. Livro didático. Processo de aprendizagem. Educação científica. Educação básica. Primaria.

## 1. Introducción

Es importante asumir que los docentes rurales poseen un cúmulo de concepciones sobre la ciencia, obtenidas por la escolarización, la capacitación, la experiencia en el ejercicio de la profesión, la autoformación, entre otras fuentes. Este hecho permite un acercamiento a procesos particulares de enseñar ciencia, que son delimitados por unos saberes previos, en algunos casos de carácter intuitivo y exploratorio, cuyas concepciones toman gran relevancia en tanto definen el qué y cómo enseñar ciertos contenidos de las ciencias naturales. Investigaciones como las de SELLEY (1989) y STINNER (1992) (en ROJAS, VARGAS, OBANDO, 2017) evidencian que debido a las concepciones docentes, la enseñanza científica se ha limitado a la transmisión de contenidos, impidiendo que los estudiantes vivencien procesos y fenómenos de la actividad científica escolar, generando como efecto un rechazo hacia el área científica como tal.

Relacionar las concepciones de enseñanza y aprendizaje de la ciencia que tienen los docentes de primaria (producto de su formación inicial o perfil profesional) con sus prácticas de aula, ha sido el interés de numerosas investigaciones como las de BARRIOS (2009); CUEVAS et al. (2016); DÁVILA, FOLMER, PUNTEL (2017); FLORÉZ, VELÁSQUEZ, TAMAYO (2011); GARCÍA, GARCÍA (2015); GARCÍA-RUÍZ, SÁNCHEZ (2006);

RAMÍREZ (2015); ROJAS, VARGAS, OBANDO (2017) y VILLALBA (2012). En este marco de ideas, las concepciones se consideran como ese conjunto de aspectos cognitivos, conceptuales y conscientes que constituyen la forma de ver el mundo, organizar el pensamiento y afrontar las tareas de una disciplina en particular; para el presente caso, las ciencias naturales.

Estas concepciones, en síntesis, se constituyen como herramientas para poder interpretar la realidad y conducirse sobre esta en el ámbito social y escolar, lo que implica que evolucionan con la instrucción y la experiencia (PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1997). Se considera entonces de suma importancia analizar e investigar cómo esas concepciones de ciencias naturales y educación ambiental que tienen los docentes no licenciados en el área, sobre todo del sector rural, influyen en la forma de enseñar, cuáles son las limitaciones y alcances de sus concepciones frente a la ciencia, cómo las contextualizan a la educación rural y cómo sus actitudes y creencias pueden permear el desarrollo de su práctica docente en lo que respecta al proceso de enseñanza y aprendizaje bajo una metodología distinta y con otros fines (Escuela Nueva).

Por todo lo anterior, el objetivo general de la investigación radicó en analizar las concepciones de ciencias naturales y de su enseñanza en docentes no licenciados en el área, con relación

a su articulación con el modelo de Escuela Nueva en Colombia en el CER Uvital del municipio de Nariño, Antioquia y en el CER El Bijao de Chigorodó del mismo departamento. Para lograrlo se plantearon como objetivos específicos identificar las concepciones de esta ciencia en los docentes de los CER, con relación a sus procesos de enseñanza en el marco del modelo de Escuela Nueva; interpretar las problemáticas asociadas a la enseñanza de las ciencias naturales en contextos rurales, como un ejercicio reflexivo sobre la profesión docente; y, por último, contrastar las concepciones de ciencias naturales evidenciadas en las guías de aprendizaje del modelo Escuela Nueva, con relación a las de los docentes participantes.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Modelo Escuela Nueva

El modelo pedagógico Escuela Nueva fue diseñado en Colombia a mediados de los años 70 por Vicky Colbert, Beryl Levinger y Óscar Mogollón para ofrecer la primaria completa y mejorar la calidad y efectividad de las escuelas del país. Su interés inicial fueron las escuelas rurales, por ser las más necesitadas y aisladas del país. Desde esta perspectiva, como lo señala COLBERT, “el sistema de la Escuela Nueva es un buen ejemplo de la innovación local y departamental de mediados de los años sesenta del siglo XX” (2006 p. 3).

Este modelo impacta a niñez, profesores, agentes administrativos, familia y comunidad a través de cuatro componentes interrelacionados que se integran y operan de manera sistémica, los cuales son el curricular y de aula, comunitario, de capacitación y seguimiento, y el de gestión. Mediante estrategias y metodologías sencillas y concretas, Escuela Nueva promueve un aprendizaje activo, participativo y colaborativo, y un fortalecimiento de la relación escuela-comunidad. Además, desarrolla un proceso de promoción flexible adaptado a las condiciones y necesidades de la niñez.

Desde esta perspectiva es necesario reflexionar,

además, sobre los sentires y devenires de la educación rural (escenario de la Escuela Nueva en Colombia), la cual debe pensarse desde el contexto de la escuela, pero también desde las condiciones económicas, los efectos de la violencia y el impacto de las políticas sociales de sus habitantes (ARIAS, 2017). En tal sentido, se debe llevar a los contextos rurales una educación que reconozca la singularidad local y su cotidianidad, por lo que plantea el mismo autor:

En la vida rural del país es normal que niños, niñas y docentes, fuera de caminar dos y hasta cuatro horas para llegar a la escuela, madrugar a las cuatro de la mañana, transitar bajo la lluvia por caminos enlodados, volver a casa para hacer las tareas sin internet, biblioteca o ruta de bus, porque en la vereda eso no existe; llegan a ayudar en la huerta familiar, a recoger la cosecha y a dedicar parte del tiempo escolar al trabajo del campo. Eso es cotidiano en la vida rural, luego; acostarse muy temprano para volver a iniciar; esa es la idea de la vida escolar y debería ser el inicio en la discusión de una pedagogía en la vida educativa del campo. (ARIAS, 2017 p. 6)

La anterior tesitura, en síntesis, sitúa una nueva perspectiva de la ruralidad, en tanto sugiere una visibilización de lo rural como hecho complejo que no siempre se puede generalizar. Por ello, comprender la ruralidad colombiana refiere a las infinitas posibilidades de pensar y actuar en el campo, dominadas por un conjunto de relaciones, concepciones y prácticas sociales endógenas y particulares (desde el componente cosmogónico), que indudablemente repercuten en la delimitación moderna del concepto de ruralidad y de educación rural.

### 2.2. Enseñanza de las ciencias en primaria

Indagar especialmente por la enseñanza de las ciencias naturales en primaria en los contextos rurales reviste ciertas particularidades en comparación con otras áreas, por lo que se deben tener en cuenta ciertas finalidades, tales como “hacer comprensible el lenguaje científico, incorporar estrategias de resolución de problemas científicos, promover el desarrollo progresivo de estructuras conceptuales cada vez más complejas

y desarrollar el pensamiento lógico” (LEYMONIÉ, 2009 p. 42). Estas ideas sugieren la incorporación de procesos formativos de educación científica que propendan por la autorregulación de aprendizajes (aprender a aprender) y el desarrollo de habilidades científicas para clasificar, observar, identificar, establecer relaciones, formular preguntas, comunicar ideas, predecir e inferir, formular hipótesis, controlar variables e interpretar datos (PUJOL, 2003).

Esta posición de PUJOL (2003) deja en evidencia, además, que la enseñanza contemporánea de las ciencias no sólo tiene como objetivos principales la transmisión de contenidos científicos, la apropiación de procedimientos experimentales o la adherencia a un tipo de razonamiento propio de la ciencia, sino que también comprende la adopción de una visión más humanizada de la ciencia y su enseñanza. Es aquí en donde la ciencia escolar debe asumirse desde un currículo contextualizado que reconozca a los estudiantes como “ciudadanos desde lo político, con posibilidades de participación y toma de decisiones según sus ámbitos de injerencia” (RUIZ, 2018 p. 295); también como sujetos con valores y principios éticos del quehacer científico, cuyos asuntos, en consecuencia, deben ser primordiales en la formación escolar científica desde tempranas edades.

### 2.3. Imágenes y concepciones de ciencia

A lo largo del tiempo se han asignado innumerables acepciones semánticas para caracterizar el conocimiento de los docentes, incluidas sus concepciones. Entre estas acepciones se encuentran: “Creencias, teorías implícitas, perspectivas, paradigmas funcionales, constructos, conocimiento práctico, imágenes, esquemas, rutinas, guiones, principios, etc.” (PORLÁN, 1989 p. 135). Así mismo, las concepciones se han relacionado como un concepto polisemántico atribuyéndole una gran variedad de términos como:

Nociones, ideas previas, concepciones o creencias de los alumnos, conceptos erróneos, fallos de com-

prensión, errores conceptuales, preconcepciones, ciencia de los niños, creencias ingenuas, ideas erróneas, teorías culturales, modelos personales de la realidad, teorías implícitas, etc. (RODRIGO, RODRÍGUEZ, MARRERO, 1993 p. 91)

El estudio de estas concepciones que poseen los maestros es relevante, puesto que, como lo argumenta Mellado:

Estas concepciones son a menudo implícitas, resultan más estables cuanto más tiempo llevan formando parte del sistema de creencias de cada persona, y en muchas ocasiones están alejadas de los puntos de vista defendidos por la nueva filosofía de la ciencia, de los modelos más innovadores de la didáctica de las ciencias, o de las actuales propuestas didácticas y curriculares. (MELLADO, 2001 p. 19)

De manera general, es importante ubicar al docente como parte fundamental del proceso de enseñanza, debido a que posee un cúmulo de concepciones que subyacen en las acciones que adopta cuando interviene en el aula, las cuales son el resultado de esa configuración realizada a lo largo de su etapa de formación inicial y desde su experiencia misma (como estudiante o como docente), y se pueden decodificar y reconstruir en diversos momentos del ejercicio de su profesión de forma permanente.

### Metodología

Atendiendo a los objetivos del estudio, la investigación se enmarcó en el paradigma cualitativo, en tanto buscaba comprender la realidad de las acciones de los docentes dentro de dos contextos educativos determinados en función de los significados que le otorgan a través de sus concepciones de ciencia y su enseñanza. Dada la naturaleza de la investigación, se optó por un estudio de casos colectivo, el cual, según STAKE (2003), se realiza cuando se puede estudiar conjuntamente una cantidad de casos para investigar de manera intensiva un fenómeno, población o condición general. Por lo anterior, cada docente se tomó como un caso individual y el estudio en su conjunto como un diseño de casos colectivo.

En cuanto al contexto social y geográfico de la

investigación, esta se enmarcó en dos centros educativos del departamento de Antioquia, Colombia: CER Uvital en el municipio de Nariño y CER El Bijao en Chigorodó. Se contó con tres docentes participantes del primer centro y dos docentes del segundo, completando así un total de cinco casos. Los criterios de elección para su participación implicaron que no fueran normalistas superiores, ni licenciados en ciencias naturales y educación ambiental; por tanto, debían ser licenciados en otras áreas del saber y que tuvieran interés de participar en la investigación.

En este estudio fueron varias las actuaciones que se tuvieron en cuenta para garantizar la confiabilidad de la investigación y de los participantes. Inicialmente, cada docente que decidió participar

del proyecto debía leer y firmar un consentimiento informado, en el que se explicitaba que la información recolectada solo tendría fines académicos; además, con el ánimo de garantizar la privacidad de su participación, se les permitió asignarse un pseudónimo con el cual se identificó cada caso. Al finalizar, como estrategia de divulgación académica e institucional, se presentó un resumen y socialización de los resultados, con previa autorización de cada participante. En la Tabla 1 se presenta la caracterización, a modo general, de los participantes.

Con respecto al diseño metodológico, este contempló el uso de varios instrumentos y técnicas de investigación. Se aplicó, en primer lugar, un cuestionario con el fin de indagar por

**Tabla 1.** Caracterización de los participantes.

| Características  | Caso 1                                     | Caso 2  | Caso 3   | Caso 4  | Caso 5   |
|--|--|---|--|---|--|
| <b>Pseudónimo</b>  | Loaiza                                     | Bruce   | Maribel  | Samy  | Mayujo   |
| <b>CER</b>   | CER Uvital                                 | CER Uvital  | CER Uvital   | CER El Bijao  | CER El Bijao   |
| <b>Edad</b>  | Entre 21 y 30 años                         | Entre 41 y 50 años  | Entre 31 y 40 años   | Entre 41 y 50 años  | Entre 41 y 50 años   |
| <b>Título profesional</b>  | Licenciada en Lenguas Extranjeras          | Licenciado en Educación Básica con énfasis en Matemáticas | Licenciada en Educación Básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana | Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Sociales | Licenciada en Educación Básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana |
| <b>Estudio posgradual</b>  |  | Especialista en Aplicación de las TIC para la enseñanza   |  |   | Especialista en Administración de la Informática educativa                   |
| <b>Años de experiencia profesional docente</b>   | Entre 1 y 5 años                           | Entre 6 y 10 años   | Entre 6 y 10 años  | Entre 11 y 15 años  | Más de 21 años   |
| <b>Años de experiencia profesional en el sector rural</b>  | Entre 1 y 5 años                           | Entre 6 y 10 años   | Entre 6 y 10 años  | Entre 8 y 11 años   | Entre 1 y 3 años   |
| <b>Grado escolar en el que enseña</b>  | Primero, y de tercero a quinto de primaria | Preescolar a quinto de básica primaria                    | Preescolar a quinto de básica primaria                                       | Primero a tercero de primaria                                   | Primero a quinto de primaria   |
| <b>La formación inicial que ha recibido como maestro(a) para desempeñar su labor en el modelo Escuela Nueva considera que fue...</b> | Buena                                      | Regular   | Buena  | Buena   | Muy mala   |

**Fuente.** Elaboración propia.

las concepciones de ciencia y su enseñanza, el cual fue adaptado a partir de los propuestos por PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO (1997) y BUSTOS (2008). Su estructura comprendió tres grandes bloques: en el primero se ubicaron ítems con información personal (nombre completo, títulos académicos, año de graduación), en el segundo la información laboral y del modelo Escuela Nueva (años de experiencia en el sector rural, formación inicial para el trabajo en el aula multigrado, capacitación sobre el modelo), y en el tercero ítems con información sobre concepciones de ciencia y su enseñanza. Para efectos prácticos, la imagen de ciencia se asumió desde la clasificación aportada por los autores mencionados: racionalismo, empirismo, relativismo y constructivismo, y los modelos didácticos se abordaron desde las clasificaciones tradicionalista, tecnológico, espontaneísta y alternativo. En este tercer bloque del cuestionario se asumió el proceso de enseñanza, principalmente, desde la indagación sobre la planificación, el papel del docente y del estudiante, los recursos y las estrategias pedagógicas.

De modo más particular, el cuestionario indagó por asuntos referidos a la epistemología del conocimiento científico, la comprobación de hipótesis, el papel de la observación, las teorías científicas y los contenidos disciplinares. En torno a la didáctica de las ciencias se indagó por los objetivos de clase, el papel de la biblioteca y los libros de texto, la relevancia de los lineamientos y los estándares curriculares, las nuevas tecnologías, el uso del laboratorio escolar, las ideas, actitudes y pensamiento sobre ciencia del profesor, y la participación de los estudiantes.

También se aplicó una guía de observación a los docentes participantes, desde la perspectiva conceptual de conocer directamente el contexto de las actuaciones y la reconstrucción de dinámica de las situaciones (BONILLA, RODRÍGUEZ, 1997). En ese sentido, se realizaron dos observaciones de clase del área de ciencias naturales con la idea de contrastar las respuestas del cuestionario con

lo que realmente ocurría en el aula. Desde esta perspectiva, el formato de registro de observación de clase se construyó con la siguiente estructura: fase de inicio, en la que se indagó por el explicitación del docente de los objetivos de aprendizaje y de los saberes previos, y la organización multigrado del aula; fase de desarrollo, en la que se inquirió por el lenguaje utilizado para la enseñanza de las temáticas, la actualización conceptual de los contenidos, el uso de la guía de aprendizaje y las estrategias pedagógicas utilizadas para abordar las temáticas; y la última fase (de cierre), que buscaba indagar por el tipo de evaluación realizado de la clase.

Para el estudio también se implementaron dos narrativas, teniendo en cuenta los aportes de BOLÍVAR, DOMINGO, FERNÁNDEZ (1998) en su delimitación conceptual. Se realizó una inicial tipo biográfico-narrativa, con la cual se buscó que los docentes participantes reflexionaran sobre su historia de vida en función de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias naturales, trayendo a la memoria todos aquellos recuerdos, vivencias y aspectos positivos y negativos sobre su experiencia con la enseñanza de las ciencias naturales a lo largo de su formación académica. La segunda narrativa consistió en el intercambio de cartas entre los docentes participantes de los dos centros educativos rurales, en las cuales ellos pudieron narrar, desde su ejercicio profesional, cómo han transformado sus prácticas de enseñanza en el modelo Escuela Nueva, sorteando obstáculos, problemáticas, dificultades o, quizás, posibilidades que los han hecho crecer como personas y profesionales.

Otra de las técnicas utilizadas fue la revisión documental, la cual implicó detallar algunos temas de las guías de aprendizaje del área de ciencias naturales y educación ambiental del modelo Escuela Nueva, precisando las relaciones entre el tipo de actividades que se proponen y las imágenes y concepciones de ciencia que se pueden explicitar en el proceso de análisis textual. Es importante señalar que, los principales

asuntos que acentuaron la revisión involucraron la conceptualización de los términos científicos, el modelo didáctico predominante (desde los métodos, estrategias, recursos y materiales), la imagen y concepción de ciencia, y el tipo de aprendizajes que se movilizan en este recurso didáctico.

Por último, se aplicó una entrevista cualitativa al editor y al coordinador de diseño curricular y producción de materiales de la Fundación Escuela Nueva para comprender el modelo pedagógico que se instala en las escuelas rurales del país; particularmente, en aspectos relacionados con la estructura de las guías de aprendizaje de ciencias naturales que son emitidas por dicha fundación.

Es importante aclarar que cada instrumento de investigación tuvo tres momentos importantes: validación, pilotaje y aplicación, los cuales aportaron confiabilidad al estudio y correspondencia con los objetivos planteados. En la Figura 1 se presenta, a manera de síntesis, la secuencia en la implementación de los diversos instrumentos y técnicas de investigación.

### 3. Resultados

La estructura analítica del estudio se desarrolla en dos partes: en la primera se describen los cinco casos de manera individual, resaltando cada una de las particularidades de los docentes participantes en el contexto en el cual llevan a cabo su ejercicio profesional (análisis longitudinal); y en la segunda se discuten las categorías apriorísticas resultantes, realizando el respectivo proceso de triangulación entre los casos, cada uno de los instrumentos, las técnicas aplicadas y los referentes teóricos (análisis transversal). A continuación, de manera breve, se presenta la primera parte del proceso de análisis:

#### 4.1 Descripción de los casos

##### Caso 1. Loaiza

Las concepciones de ciencia del participante se ubican mayoritariamente desde la perspectiva empirista moderada y racionalista, en tanto le da bastante relevancia a la experimentación en la construcción del conocimiento, trascendiendo con ello la mera observación como proceso



Figura 1. Ruta por seguir de los docentes participantes.

Fuente: Elaboración propia, a partir de una plantilla de PowerPoint.



primario del método científico. Además, considera indispensable la rigidez formalista en el proceso de construcción de la ciencia. En esta imagen de ciencia de la docente, subyacen otros elementos de gran valor en la comprensión de la forma cómo enseña ciencias naturales; de ahí que se detallan en su discurso frases como “el cuidado del medio ambiente”, “el mundo contaminado”, las cuales permiten desentrañar una visión, además de empirista, naturalista y ambientalista de la ciencia y de su enseñanza.

La docente, a pesar de que trabaja elementos del modelo Escuela Nueva, no aborda una planeación de clase en el área de ciencias naturales enmarcada en las guías de aprendizaje. En esta medida, ella misma estructura situaciones de aprendizaje en donde los estudiantes exploran, indagan y experimentan sin ser imprescindible la apropiación conceptual de los términos propuestos, el nivel cognitivo de los estudiantes o la dinámica del aula multigrado.

#### *Caso 2. Bruce*

Se puede percibir en Bruce una afinidad respecto a una imagen de ciencia influenciada por el empirismo radical (aunque no esté totalmente de acuerdo con esta), en tanto sus concepciones dan mucha relevancia a la observación como fundamento del conocimiento científico para llegar al criterio de objetividad. Sin embargo, también presenta cierto grado de concordancia respecto a una imagen de ciencia racionalista.

De acuerdo con lo anterior, el docente utiliza mucho su discurso y la guía de aprendizaje para el trabajo en el área de ciencias naturales. No se observó el empleo de otras estrategias como la exploración y la experimentación para transponer didácticamente de otras formas los contenidos.

#### *Caso 3. Maribel*

Al desentrañar la imagen de ciencia evidenciada en la docente, se apreció que está enmarcada dentro del enfoque del empirismo moderado con cierta inclinación hacia el relativismo, dado que sus concepciones dan relevancia a la exploración y la curiosidad en la construcción de

la ciencia, relacionando aspectos intelectuales, empíricos y críticos frente al proceso científico. Desde esta perspectiva, los niños hacen ciencia, manifestando con dicha imagen una ruptura con ideas racionalistas sobre esta y su enseñanza. Por otro lado, al indagar más a fondo sobre ese proceso didáctico de la participante, se observó en su clase el uso de variadas estrategias y recursos pedagógicos; no sólo se condiciona a la utilización de la guía de aprendizaje, sino que también proyecta videos, experimenta y realiza con los estudiantes mapas gráficos a partir del dibujo para volver concreto ese contenido científico escolar que enseña.

#### *Caso 4. Mayujo*

Respecto a la imagen de ciencia de la participante, esta se evidencia relacionada mayormente con el empirismo, dado que ella considera la observación como punto de partida para el estudio de cualquier fenómeno y la experimentación como la forma con la cual el investigador comprueba sus hipótesis. Ya en el aula de clases, y gracias a la observación no participante realizada, se hace evidente que Mayujo sigue las guías de aprendizaje al pie de la letra para desarrollar las actividades con los estudiantes y los distribuye de acuerdo con las necesidades del modelo Escuela Nueva. Algo muy significativo por resaltar en el aula de clases de la participante es la importancia que le da al conocimiento contextual de los estudiantes. Ella es muy enfática cuando expresa en sus líneas narrativas que los estudiantes aportan sus conocimientos y participan mucho cuando las temáticas están relacionadas con aspectos del campo y que cuando estas no tienen relación con labores del campo, simplemente se dedican a seguir las instrucciones de la guía.

#### *Caso 5. Samy*

Los instrumentos y técnicas aplicadas a la docente dan cuenta de una imagen de ciencia influenciada por el empirismo, en donde la observación y la experimentación son el pilar de sus clases. Samy da mucha importancia a la parte experimental y realiza preguntas a los estudiantes, las cuales deben resolver a partir de la observación de procesos que

se llevan a cabo en los experimentos. El modelo didáctico implementado por la participante es claramente espontaneísta; sin embargo, también tiene afinidad por el tecnológico que, aunque no es tan marcado como el primero, tiene cierta influencia en sus clases. Este modelo se evidencia cuando en las observaciones de clase Samy relaciona los contenidos con la realidad contextual de sus estudiantes. Lo tecnológico aflora en su aula cuando expone y direcciona las actividades de la clase, mantiene el orden y combina actividades de exposición y de práctica a través de los experimentos.

Delimitados los cinco casos expuestos, se presenta la segunda parte de la estructura analítica, en la que se relacionan los asuntos comunes a los casos para establecer tres categorías de análisis: imágenes y concepciones de ciencia, enseñanza de las ciencias naturales bajo el modelo Escuela Nueva, y problemas y desafíos de los docentes rurales.

### Imágenes y concepciones de ciencia

La aplicación y análisis del cuestionario permitió identificar que los docentes tienen tres formas de concebir la ciencia, aunque en algunos casos estas ideas están más ligadas a una imagen de ciencia que en otros. Esas concepciones están influenciadas por tres imágenes de ciencia relacionadas con modelos científicos: la primera imagen influenciada por el racionalismo, la segunda por el empirismo y una tercera imagen de tipo alternativa, influenciada por el relativismo y el constructivismo, tal y como se detalla en la Figura 2, en donde se presentan los porcentajes de aceptación o de no aceptación que tiene cada participante por imagen (racionalismo, empirismo, alternativa), con relación a las indagaciones realizadas en el cuestionario. Para una mejor comprensión, las siglas en dicha Figura corresponden a TA: totalmente de acuerdo; PA: parcialmente de acuerdo; NAD: ni acuerdo ni desacuerdo; PD: parcialmente en desacuerdo; TA: totalmente en desacuerdo. Se detalla por imagen (racionalismo, empirismo, alternativa), el porcentaje de aceptación o de no aceptación.

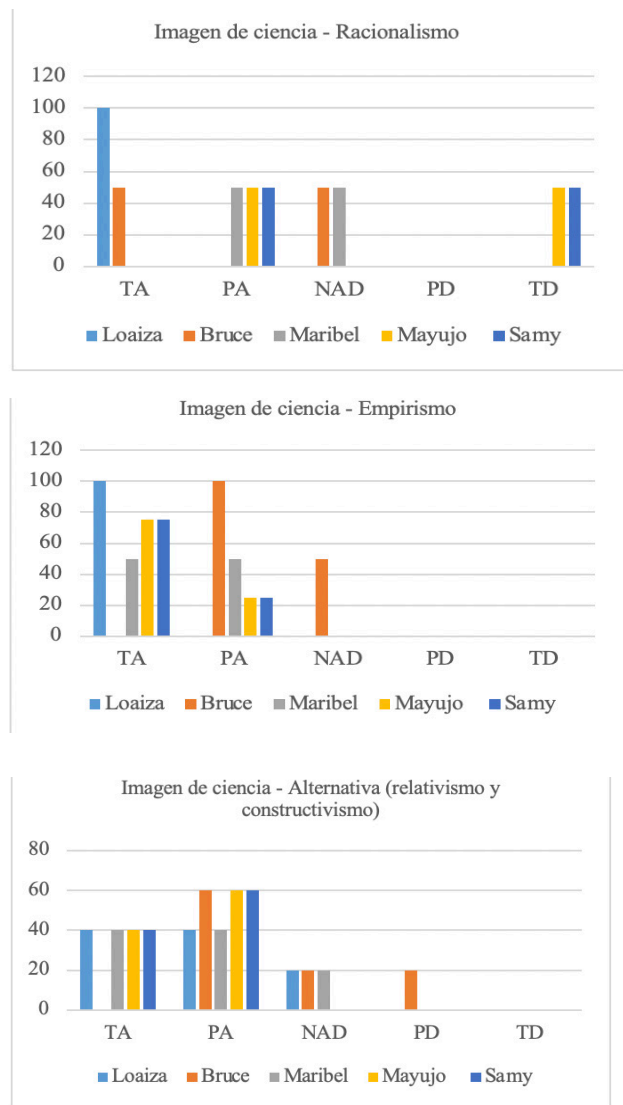


Figura 2. Imágenes de ciencia detallada de cada uno de los casos. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 2, en el caso de Loaiza se observa que está totalmente de acuerdo (100%) con una imagen de ciencia tanto racionalista como empirista, y Bruce está parcialmente de acuerdo con el empirismo. Maribel, por su parte, presenta aspectos comunes con los casos Mayujo y Samy, dado que las tres validaron estar totalmente de acuerdo con algunos elementos y parcialmente de acuerdo con otros de una imagen de ciencia alternativa (relacionada con el relativismo), pero también con una imagen de tipo empirista (50% para Maribel y 75% para Mayujo y Samy),

develando estas últimas participantes con este porcentaje, una mayor inclinación respecto a la imagen de ciencia relacionada con el empirismo. Siguiendo con el análisis de la Figura 2, se observa, además, que Bruce es el único participante que deja entrever una relación marcada con el empirismo como su imagen de ciencia, dado que el racionalismo y relativismo no tienen mucha influencia en dicha imagen.

Estas dispersiones respecto a la forma de concebir la ciencia en los casos de Loaiza y Maribel, en los cuales no se evidencia una inclinación explícita por una imagen de ciencia en particular, aspecto que sí ocurre en los casos de Bruce, Mayujo y Samy, puede tener relación con los años de experiencia profesional de cada docente (información que se indagó en el cuestionario). Relacionando estos aspectos, la imagen de ciencia que presentaron los participantes fue clara en aquellos que tenían más años de experiencia profesional, como el caso de Mayujo (más de 21 años) y Samy (entre 11 y 15 años), en comparación con los casos Loaiza (entre 1 y 5 años) y Maribel (entre 6 y 10 años), lo que es constatado también en los hallazgos realizados por PORLÁN (1989). Estos indicios permiten inferir que, a medida que avanzan los años de experiencia los docentes, consolidan su imagen de ciencia, pasando de concepciones diversificadas a concepciones más estables respecto a la ciencia. Esto se debe a que los segundos “no tienen suficiente experiencia que les sirva para contrastar sus ideas y a que sus puntos de vista son poco estables al no tener criterios muy definidos” (PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1997 p.277)

De acuerdo con aspectos comunes de los participantes, los cuales fueron reportados en el cuestionario, se puede precisar que la imagen de ciencia que tiene mayor aceptación está influenciada por el empirismo, dado que 3/5 de los docentes están totalmente de acuerdo con esta y 2/5 están parcialmente de acuerdo con diferentes elementos que se indagaron en dicho instrumento para esta imagen de ciencia. Así mismo, la imagen de ciencia con la cual los docentes están menos identificados

es con el racionalismo (ver Figura 2), indicando la pérdida de importancia de esta imagen en los docentes, tanto con menor experiencia profesional como con los que tienen mayor experiencia, tal como lo plantea PORLÁN (1989).

Esta imagen empirista se ve reflejada en las concepciones que tienen los docentes respecto a la ciencia, dado que, según lo encontrado en las indagaciones del cuestionario, ellos dan mayor importancia en el proceso de aprendizaje a la observación de los fenómenos que se estudian en el aula y a la experimentación por medio de la cual se pueden comprobar hipótesis, siguiendo las fases ordenadas del método científico. Estas concepciones se engloban dentro de una “visión experimental-inductiva en la que el conocimiento proviene de la observación y experimentación” (AGUIRRE, HAGGERTY, LINDER (1990); en PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1997 p. 275).

Esa imagen de ciencia también se identificó en el aula mediante las observaciones de clases, con el propósito de constatar si lo que los docentes planteaban en el cuestionario en realidad era implementado en el aula. Las observaciones dejan claro que algunos docentes llevan a cabo actividades de observación y experimentación, reafirmando su inclinación con relación a dicha imagen de ciencia, como es el caso de Loaiza y Samy. Lo que es respaldado por los siguientes fragmentos: “La docente realiza un experimento utilizando dos vasos de agua (uno con agua dulce y el otro con agua salada) y un huevo [...]. Acerca a los niños para que observen más de cerca los diferentes experimentos que propone [...]” (LOAIZA, 19.09.2019, observación de clase); “Aborda los conceptos mediante pequeños experimentos que ella ejecuta. Utiliza la incorporación de preguntas de indagación y argumentación respecto a diferentes situaciones prácticas que se están llevando a cabo en cada experimento y que los estudiantes observan” (SAMY, 08.11.2019, observación de clase).

Por otro lado, en la revisión documental que se

realizó a las guías de aprendizaje de ciencias naturales del modelo Escuela Nueva, se encontró que subyace en estas una concepción empiro-inductivista y atórica, la misma que se reportó en la investigación de RIVERA, CORREA (2014). En las guías revisadas se presentan definiciones cerradas y de cierta forma descontextualizadas sobre algunas temáticas, lo que dista mucho de esa concepción actual de la ciencia en donde, según palabras de FERNÁNDEZ et al. (2002), el conocimiento no es rígido, sino dinámico y cambiante; y los conceptos también van evolucionando, aspectos que deben ser tenidos en cuenta por el docente al momento de enseñar.

Al contrastar los hallazgos obtenidos respecto a las imágenes y concepciones de ciencia que tienen los participantes, y la imagen y concepción de ciencia que impera en las guías de aprendizaje del modelo Escuela Nueva, es cierto que, aunque existen diversificaciones, hay asuntos comunes en cuanto a una mayor influencia de una concepción de ciencia de tipo empiro-inductivista y atórica en los docentes, que puede estar influenciada por el uso, como recurso principal, de la guía de aprendizaje en las clases, dado que en palabras de Bruce, “[...] Muchas veces se limita a la guía y más en las áreas que no se es muy fuerte” (BRUCE, 27.11.2019); y como se refirió anteriormente, aquellos docentes con mayor experiencia son los que presentan mayor estabilidad en sus imágenes y concepciones de ciencia y, por ende, han tenido mayor interacción con dichas guías. A su vez, las observaciones de clases indican que los docentes desarrollan las guías al pie de la letra, transmitiendo en gran medida la imagen y concepción de ciencia que la guía suscita, lo cual guarda relación con lo que argumenta Mellado cuando expresa que:

Estas concepciones son a menudo implícitas, resultan más estables cuanto más tiempo llevan formando parte del sistema de creencias de cada persona y en muchas ocasiones están alejadas de los puntos de vista defendidos por la nueva filosofía de la ciencia, de los modelos más innovadores de la didáctica de las ciencias, o de las actuales

propuestas didácticas y curriculares. (MELLADO, 2011 p. 19)

En tal sentido, se considera que existe una relación directa entre las imágenes y concepciones de ciencia de los docentes y las imágenes y concepciones de ciencia de la guía de aprendizaje, en tanto que las primeras no solo son el resultado de su formación inicial y continua, sino también de su experiencia profesional en el sector rural en la implementación frecuente de las guías de aprendizaje de ciencias naturales del modelo Escuela Nueva.

#### **4.2 Enseñanza de las ciencias naturales bajo el modelo Escuela Nueva**

Al contrastar el cuestionario y las observaciones de clase referente al modelo didáctico, se encontró una ruptura entre el discurso y la práctica de los participantes, mientras desde sus ideas y pensamientos coinciden en un modelo en gran medida de corte espontaneísta. Es en la práctica donde se detalla un modelo didáctico principalmente tradicionalista, en el que se enfatiza por la asimilación y apropiación de conceptos:

Se observó aprendizajes más de orden conceptual, los niños en sus verbalizaciones expresan un grado de dominio sobre términos de las Ciencias Naturales como mezcla, la hidrosfera, las señales de tránsito, la rotación y la traslación, se apoyan en ejemplos (que antes había sugerido el docente) para responder a lo que él plantea. (BRUCE, 7.11.2019, CERU, Observación de clase)

En este sentido, los anteriores hallazgos dejan al descubierto lo que SMITH, NEALE (1991) (en PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1998) aluden como una tendencia basada en el dominio del contenido, refiriéndose a la relación de las concepciones de ciencia, la enseñanza y el aprendizaje: “La ciencia es un conjunto de datos, conceptos y teorías y la enseñanza debe presentarlo adecuadamente a los alumnos” (PORLÁN, RIVERO, MARTÍN DEL POZO, 1998 p. 275). La enseñanza, por ende, se convierte solamente en la transmisión de conceptos, en donde lo único relevante es que el docente conozca el contenido a instruir y no los asuntos referidos al aprendizaje de procedimientos

y actitudes propios de la enseñanza de las ciencias naturales. Lo anterior supone la necesidad de que los profesores, además, “formen en los estudiantes procesos de pensamiento científico, con el fin que se haga y se produzca ciencia (...) se deben formar habilidades que desarrollen aptitudes científicas y esto depende exclusivamente de los docentes” (AUZAQUE, CONTRERAS, DELGADO, 2009 p. 44)

En correspondencia, las actividades que más se observaron fueron las que provenían de las guías de aprendizaje: transcripción de conceptos y explicación del docente de manera simple, resolución de preguntas literales e inferenciales sobre las lecturas que propone cada guía, ejemplificación de términos a partir del contexto, indagaciones de saberes previos desde la lógica de recapitular el trabajo de las clases pasadas; otras situaciones recurrentes fueron la proyección de videos educativos y el trabajo con fichas, actividades cooperativas y colaborativas, y de experimentación en menor grado.

Como asunto común a los cinco casos, se halló, además, una evaluación de los aprendizajes más de tipo factual sobre los conceptos y términos científicos explicados por el docente, la estrategia más utilizada para dicho fin fue la indagación a partir de preguntas con la intención que los estudiantes verbalizaran el grado de dominio conceptual alcanzado. En este sentido, es importante reconocer la coevaluación como una oportunidad importante para la retroalimentación de conocimientos grupales e individuales en el aula multigrado, que van más allá de la valoración del docente, dado a que no solo se aprende de él sino de los pares (aprendizaje contagiado), como lo demostró BUSTOS (2010) en sus pesquisas.

En general, este panorama expuesto sobre la enseñanza de las ciencias naturales bajo el modelo Escuela Nueva permite visibilizar varios asuntos, en el sentido de que este modelo tiene múltiples implicaciones y desafíos para el docente rural, dado a que, no solo es implementar y desarrollar una guía de aprendizaje. En este sentido, la

enseñanza de las ciencias en contextos rurales, de manera particular, debe asumir transformaciones que respondan principalmente a las demandas del medio y del modelo como tal, sin desconocer con ello las influencias nacionales y globales en torno al avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad; estas transformaciones sugieren un alto grado de sensibilidad y reflexión en los docentes rurales, todo ello con el fin de equilibrar, a la hora de enseñar ciencias, esos saberes locales que son propios e intrínsecos del campo (y que no deben ser desmeritados) frente a ese conocimiento científico universal que también debe ser enseñado desde lo conceptual, lo actitudinal y lo procedimental como aspectos sustanciales de una formación holística-integradora del desarrollo humano en donde la educación científica evidentemente tiene unos fines y aportaciones.

#### **4.3 Problemas y desafíos de los docentes rurales**

Disertar sobre las problemáticas y desafíos en los contextos rurales es un asunto imperante dentro del proceso de cualificación de la educación rural, y requiere total atención para mitigar las brechas educativas que distan en gran medida de la educación implementada en los contextos urbanos. Se presenta en la Tabla 2, a modo de síntesis, una relación de las problemáticas asociadas a la enseñanza de las ciencias naturales en los contextos rurales en general, las cuales se identificaron en la entrevista y las narrativas aplicadas a los participantes.

Además de convivir con todas estas problemáticas, los docentes deben afrontar diversos retos y desafíos a la hora de enseñar ciencias naturales conforme a las necesidades de los estudiantes rurales, tales como enfocar los procesos implementados en el aula hacia la observación, indagación y explicación de diversos factores y fenómenos propios del contexto, apoyándose en cierto sentido en la experimentación, la modelación y la formulación de hipótesis; además, avivar en los estudiantes ideologías críticas hacia las diversas problemáticas locales en las cuales las ciencias naturales puedan

**Tabla 2.** Problemáticas a las que se enfrentan los docentes rurales en el ejercicio de su profesión.

| Ámbito de algunos problemas de los docentes rurales | Problema identificado  | Breve descripción   | Problemas emergentes   |
|---|--|---|--|
| Profesional   | Falencias de la formación inicial.                           | Actualizar los programas de formación inicial con relación a la didáctica y a las ciencias naturales; así mismo, respecto al escaso abordaje del modelo Escuela Nueva.                      | Desconocimiento por parte de los docentes respecto a la implementación del modelo Escuela Nueva y las dinámicas del aula multigrado para enseñar ciencias naturales. |
|   | Falencias de la formación en servicio.                       | Los procesos de formación continua no tienen en cuenta las particularidades de los contextos rurales y no son constantes.   | Falta de una política educativa de formación docente acorde a las problemáticas, retos y desafíos de los contextos rurales.  |
| Personal  | Diversos factores que inciden en el quehacer educativo.      | El acceso a la escuela, el transporte y las vías, el entorno familiar, la motivación y la economía familiar.  | Repercusiones emocionales y baja motivación para ejercer la labor.   |
| Administrativo                                      | Funciones adicionales a las del docente de aula.             | El docente de la sede del CER lleva a cabo funciones como control de disciplina y entrega de informes a dependencias municipales.   | Carga laboral y desgaste emocional.  |
| Curricular  | Diseño del módulo de apoyo para el grado primero.            | Los estudiantes no pueden utilizar los módulos dado que en este grado apenas se está incursionando en el proceso de lectura.  | Poca utilización del módulo de apoyo por parte de los estudiantes.   |
| Social  | Condiciones socioeconómicas de los estudiantes y acudientes. | Los estudiantes realizan largos recorridos para llegar al CER. Las extensas jornadas del campo o la poca formación básica hacen que exista poco acompañamiento por parte de los acudientes. | Sensación de soledad en el proceso de enseñanza.   |
| Escolar / Institucional                             | Escasez de material didáctico.                               | Guías del modelo Escuela Nueva desactualizadas y no se cuenta con la cantidad suficiente para que cada estudiante trabaje de manera personalizada.  | No se adquiere este material actualizado, a pesar de que existe. Es un problema de disposición de recursos desde los entes gubernamentales.                          |
|   | Falta de infraestructura.                                    | Sedes de los CER con inadecuada infraestructura e insuficientes enseres y recursos tecnológicos.  | Disminución de recursos para la educación.   |

**Fuente:** Elaboración propia.

aportar a su solución, enseñándoles con ello a reconocer problemas más complejos de naturaleza global y sus posibles aportes para solucionarlos. De esta manera, lograr lo que LEMKE (2006) considera como una sociedad mejor educada y crítica frente a problemas ambientales, sociales, tecnológicos y políticos. Por último aparece como reto integrar a las dinámicas del aula acciones en las se ponga a prueba la creatividad de los estudiantes, permitiendo con ello abordar la ciencia desde diversas perspectivas, dejando de lado esa idea

absolutista de la linealidad de la ciencia.

#### Consideraciones finales

Con respecto a las concepciones e imágenes de ciencia de los docentes participantes se puede concluir que, aunque predomina una imagen de ciencia relacionada con el empirismo, se detectaron imágenes diversificadas en menor o mayor grado entre los participantes, las cuales están dotadas por otras corrientes de pensamiento como el racionalismo, el relativismo y el constructivismo. Desde esta misma perspectiva, se manifiesta que

la imagen con la cual los docentes participantes están menos identificados es con el racionalismo, expresándose con ello la pérdida de importancia de esta en los participantes independientemente del tiempo de experiencia profesional. Así mismo, la imagen de ciencia es menos difusa en aquellos docentes que tienen más años de experiencia, dado que esta misma les ayuda a contrastar sus ideas y a definir sus criterios. De este modo, al tener mayor experiencia con el uso de las guías de aprendizaje, su imagen de ciencia puede estar influenciada por la misma.

A partir de estos hallazgos se corroboró la importancia de explicitar las concepciones de los docentes en torno a las ciencias naturales y la educación ambiental para identificar posibles deformaciones que se pueden estar transmitiendo por acción u omisión y para, además, promover cambios conscientes en la propia enseñanza de las ciencias, redefiniendo con ello el papel de la guía de aprendizaje como un medio (de tantos posibles) para la enseñanza y no como un fin; un recurso sobrevalorado que debe ser reflexionado, dimensionado y adaptado al contexto.

Ahora bien, al caracterizar el proceso de enseñanza de las ciencias naturales en los docentes participantes se pudo precisar la predominancia (en general en el cuestionario) de un modelo didáctico ecléctico, dotado principalmente del modelo espontaneísta frente a un modelo didáctico también diversificado en las observaciones de clases, enmarcado fuertemente por la mirada tradicionalista y tecnológica en la que se le da mayor relevancia a la asimilación de contenidos planificados desde el currículo nacional y, con ello, a una escasa aproximación pedagógica de actividades experimentales y de indagación propias de la educación en ciencias en básica primaria. Lo anterior supone una ruptura entre el pensamiento y la práctica de los profesores participantes: parece ser que las nuevas teorías sobre la cognición, el constructivismo y la psicología educativa han permeado el discurso, pero no alcanzan a ser palpables como agente movilizador en el accionar

como tal de los docentes.

Para finalizar, es importante agregar que esta enseñanza en los contextos rurales situó una serie de problemáticas de naturaleza personal y profesional (que son propias del docente), y otras de tipo administrativo, curricular, escolar y socioeconómico que afectan tanto al docente como a los estudiantes y acudientes. A pesar de su existencia, algunos docentes logran transformarlas de manera positiva al tomarlas como punto de partida para mejorar los procesos pedagógicos en el aula.

## 6. Referências

- ARIAS, J. Problemas y retos de la educación rural colombiana. **Revista Educación y Ciudad**, Bogotá, v1, n33, pp. 53-62, 2017. doi: 10.36737/01230425.V0.N33.2017.1647
- AUZAQUE, T; CONTRERAS, M; DELGADO, J. Innovación en el aula hacia un enfoque tecnológico y social. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v4, n1, p. 41-44, 2009. doi: <https://doi.org/10.14483/23464712.5249>
- BARRIOS, A. Concepciones sobre ciencias naturales y educación ambiental de profesores y estudiantes el nivel de educación básica en instituciones educativas oficiales del departamento de Nariño. **Revista Historia de la Educación Colombiana**, Bogotá, v12, n12, pp. 249-272, 2009. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rhec/article/view/1018>. Visitado en: 19, mar., 2019
- BOLÍVAR, A.; DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, M. **La investigación biográfico-narrativa en educación. Guía para indagar en el campo**. Grupo FORCE y Universidad de Granada, y Grupo Editorial Universitario, Granada. 1998. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/286623877\\_La\\_investigacion\\_biografico-narrativa\\_Guia\\_para\\_indagar\\_en\\_el\\_campo](https://www.researchgate.net/publication/286623877_La_investigacion_biografico-narrativa_Guia_para_indagar_en_el_campo) Visitado en: 14, abr., 2019
- BONILLA, E.; RODRÍGUEZ, P. **Más allá del dilema de los métodos: La investigación en ciencias sociales**. Grupo Editorial Norma. Santafé de Bogotá: Colombia, 1997.
- BUSTOS, A. Docentes de escuela rural. Análisis de su

- formación y sus actitudes a través de un estudio cuantitativo en Andalucía. **Revista de Investigación Educativa**, Salamanca, v26, n2, pp. 485-519, 2008. Disponible en: <https://revistas.um.es/rie/article/view/94041> Visitado en: 07, mar., 2019
- BUSTOS, A. Aproximación a las aulas de escuela rural: heterogeneidad y aprendizaje en los grupos multigrado. **Revista de Educación**, Mar del Plata, n352, pp. 353-378, 2010. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3224166> Visitado en: 08, mar., 2019
- COLBERT, V. Mejorar la calidad de la educación en escuelas de escasos recursos. El caso de la escuela nueva en Colombia. **Revista Colombiana de Educación**, Bogotá, n51, pp. 186-212, 2006. doi: <https://doi.org/10.17227/01203916.7689>
- CUEVAS, A; *et al.* Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**. Baja California, v18, n3, pp. 187-200, 2016. Disponible en: <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116/1486> Visitado en: 11, may., 2019
- DÁVILA, E.; FOLMER, V.; PUNTEL, R. Concepciones de professoras de ciencias sobre o ensino de ciências. **Revista Exitus**, Santarém, v7, n2, pp. 237-261, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.24065/2237-9460.2017v7n2ID312>
- FERNÁNDEZ, I; *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v20, n3, pp. 477-488, 2002. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n3/02124521v20n3p477.pdf> Visitado en: 09, ago., 2019
- FLÓREZ, G.; VELÁSQUEZ, J.; TAMAYO, O. Concepciones de enseñanza en profesores de ciencias de la ciudad de Manizales desde el concepto de conocimiento pedagógico del contenido. **Revista Perspectivas Educativas**, Ibagué, v4, pp. 17-32, 2011. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/perspectivasedu/article/view/700/544> Visitado en: 14, jul., 2019
- GARCÍA, D.; GARCÍA, L. Concepciones sobre ciencia que tienen los docentes de ciencias naturales en la institución educativa rural Alto Afán y la relación con su práctica docente. Maestría en Educación. Facultad de Educación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, 2015. Disponible en: <https://cutt.ly/2PW15J4>
- GARCÍA, M; SÁNCHEZ, B. Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. **Perfiles Educativos**, Ciudad de México, vXXVIII, n114, pp. 61-89, 2006. Disponible en: <http://www.iisue.unam.mx/perfiles/articulo/2006-114-las-actitudes-relacionadas-con-las-ciencias-naturales-y-sus-repercusiones-en-la-practica-docente-de-profesores-de-primaria.pdf> Visitado en: 17, jun., 2019
- LEMKE, J. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v24, n1, pp. 5-12, 2006. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n1/02124521v24n1p5.pdf> Visitado en: 12, mar., 2020
- LEYMONIÉ, J. **Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales**. UNESCO. Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. Santiago: Chile, 2009.
- MELLADO, V. ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Murcia, n40, pp. 17 – 30, 2001. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=118089> Visitado en: 18, feb., 2019
- PORLÁN, R. Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional las concepciones epistemológicas de los profesores. Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Universidad de Sevilla, Andalucía, 1989. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/85207> Visitado en: 13, sep., 2018
- PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v15, n2, pp. 155-171, 1997. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21488/93522> visitado en 08, oct., 2018
- PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los



- profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v16, n2, pp. 271-288, 1998. Disponible en: [www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21534/21368](http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21534/21368) Visitado en: 15, oct., 2018
- PUJOL, R. **Didáctica de las ciencias en la educación infantil**. Síntesis, S.A. Madrid: España, 2003.
- RAMÍREZ, A. La formación del profesorado de educación primaria ante las competencias básicas. **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Murcia, v18, n3, pp.199-214, 2015. doi: <https://doi.org/10.6018/reifop.18.3.193811>
- RIVERA, A.; CORREA, E. Análisis de las guías de aprendizaje de ciencias naturales del programa escuela nueva: una mirada a la propuesta de enseñanza a la luz de los retos de educación en ciencias. 241. Maestría en Educación, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia, Cauca, 2014. Disponible en <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/1611> Visitado en: 05, feb., 2019
- RODRIGO, M.; RODRÍGUEZ, M.; MARRERO, J. **Las teorías implícitas, una aproximación al conocimiento cotidiano**. Editorial Visor. Madrid: España, 1993.
- ROJAS, V.; VARGAS, A.; OBANDO, N. Concepciones sobre la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en el grado tercero de una institución educativa oficial del municipio de Calarcá - Quindío. **Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas**, Armenia, v29, n1, pp. 119-132, 2017. Disponible en: <http://www.ojs.asociacioncolombianadecienciasbiologicas.org/index.php/accb/article/viewFile/143/138> Visitado en: 09, abr., 2019
- RUIZ, S. Didáctica de las ciencias desde la diversidad cultural y ambiental: aportes para un currículo contextualizado. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v13, n2, pp.291-305, 2018. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.12546>
- STAKE, R. Case studies. In Denzin, N. & Lincoln, Y. (Eds.), **Strategies of qualitative inquiry**. Thousand Oaks. CA: EE.UU, 2003. pp. 134 – 164.
- VILLALBA, C. Concepciones y modelos acerca de la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de la licenciatura en pedagogía infantil de la universidad tecnológica de Pereira. 2012. Universidad tecnológica de Pereira, Pereira Colombia. 134. Maestría en Educación, Facultad de Educación, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2012. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/37235786132V714.pdf> Visitado en: 13, jun., 2019





## APRENDIZAJE DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES DE 2x2 CON APOYO DEL SOFTWARE ARDORA

### LEARNING SYSTEMS OF LINEAR EQUATIONS 2x2 USING THE SOFTWARE ARDORA

### APRENDIZAGEM DE SISTEMAS DE EQUAÇÃO LINEAR 2x2 BASEADO NO SOFTWARE ARDORA

Ana Yaquelinne Palacios Granados\* , José Francisco Villalpando Becerra\*\*   
Rafael Pantoja Rangel\*\*\* 

Cómo citar este artículo: Palacios, A.Y., Villalpando, J.F., Pantoja, R. (2022). Aprendizaje de Sistemas de Ecuaciones Lineales de 2x2 con apoyo del software ardora. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 122-137. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17545>

#### Resumen

Se presentan los resultados de una investigación, para la cual se diseñó una propuesta didáctica sobre el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales de 2x2 con el apoyo del software libre Ardora. Fue de tipo cuasi-experimental, ya que se trabajó con dos grupos previamente establecidos, uno de control donde el tema se trató de manera tradicional y el otro experimental en el cual se implementó la propuesta. También se tienen aspectos cualitativos, ya que se analizaron las opiniones de estudiantes sobre la propuesta presentada, y de igual manera aspectos cuantitativos debido a que se utilizaron datos numéricos para la realización del análisis estadístico. Una vez que se elaboraron los instrumentos tanto de evaluación como de aplicación de la propuesta, se sometieron a una validación por parte de expertos en el tema. Posteriormente, se aplicó la propuesta y al terminar la experimentación de la misma se aplicó un post-test. Finalmente, se realizó una encuesta sobre diversos temas relacionados con la propuesta didáctica, los resultados nos muestran que hubo mejores resultados de aprendizaje en los estudiantes del grupo experimental que en los del grupo de control.

**Palabras clave:** Estrategia de aprendizaje. Matemática. Ciencias de la educación. Material autodidáctico. Álgebra.

#### Abstract

This paper's content is research results, based on a didactic proposal designed for learning systems of linear equations of 2x2 using the free software Ardora. It was quasi-experimental research since it worked with two groups, one of control training the

Recibido: febrero de 2021; aprobado: marzo de 2022

\* Maestra en Enseñanza de las Matemáticas. Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, México. Email: yaky\_cmy@hotmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8669-5645>

\*\* Maestro en Sistemas de Información. Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, México. Email: francisco.villalpando@academicos.udg.mx - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3226-7247>

\*\*\* Doctor en Ciencias. Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, México. Email: rpantoja@prodigy.net.mx - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1157>

subject traditionally and the other one implementing the experimental format. There are also qualitative aspects considering students' opinions on the proposal presented that were analyzed. Besides, the study is quantitative because numerical data were used for statistical analysis. Once the instruments for both evaluation and application of the proposal were developed, they were submitted to validation by experts on the subject. Finally, we apply a post-test and a survey studying various topics related to the didactic process. Results allow us to state that this proposal improves learning by students in the experimental group more than in the control group.

**Keywords:** Learning strategy. Mathematics. Sciences Education. Autoinstructional aid. Algebra.

### Resumo

São apresentados os resultados de uma pesquisa, para a qual desenhamos uma proposta didática para a aprendizagem de sistemas de equações lineares de  $2 \times 2$  com o apoio do software livre Ardora. A mesma foi tipo quase experimental, pois funcionava com dois grupos previamente estabelecidos, um controle onde o assunto foi tratado de forma tradicional e o outro experimental implementado a proposta. Também há aspectos qualitativos, visto que foram analisadas as opiniões dos alunos sobre a proposta apresentada. Apesar disto, o estudo contém aspectos quantitativos, pois foram utilizados dados numéricos para a análise estatística. Uma vez desenvolvidos os instrumentos de avaliação e aplicação da proposta, estes foram submetidos à validação por especialistas no assunto. Posteriormente foi aplicada a proposta e ao terminar a experimentação aplicou-se um pós-teste. Finalmente, foi aplicado um questionário sobre diversos temas relacionados com a proposta didática. Os resultados permitem nos destacar que a aplicação este processo didático produziu melhores resultados de aprendizagem para os estudantes do grupo experimental em comparação aos do grupo controle.

**Palavras chave:** Estratégia de aprendizagem. Matemática. Ciências da educação. Material autodidático. Álgebra

## 1. Introducción

Según BETANCOURT (2009 p. 62) “la enseñanza tradicional ha causado una serie de dificultades, debido a la estructura de la misma; enseñar un contenido por medio del método expositivo hace que los alumnos pierdan el interés por aprender”. Es por ello que en la actualidad el uso de las tecnologías juega un papel fundamental en la educación, en la que su uso relacionado a la manipulación y construcción del conocimiento es constante, especialmente se desarrolla el uso de

las tecnologías en la enseñanza, el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas en todos los niveles educativos (HERNÁNDEZ, CONTRERAS, 2010, citados por VILLARRAGA, et al., 2012 p. 68).

Con la investigación que se reporta, se buscó en los estudiantes la estimulación para lograr un aprendizaje significativo, mediante el uso de estrategias didácticas desarrolladas con el software libre Ardora. A partir de la experiencia como docente en el nivel medio, el dominio de la solución de sistemas de ecuaciones lineales es básico para el aprendizaje de futuros temas

matemáticos, pues en diversas ocasiones el docente se percata de que los alumnos tienen problemas durante la resolución de Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL) de dos ecuaciones con dos incógnitas (BRICEÑO, LOZADA, 2016 p. 2).

La matemática escolar que se enseña en la institución, se sustenta en el programa oficial de educación básica y se puede clasificar como una enseñanza tradicional, que, aunque está provista de un sustento teórico y de una metodología que coadyuve a que los alumnos se interesen y motiven por el aprendizaje de las matemáticas, no se atienden adecuadamente por los profesores. Por tales motivos se planteó una estrategia diferente a la tradicional para el tema de sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  que se sustentó en la teoría de representaciones semióticas de Duval y el empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con la finalidad de que el alumno adquiera un aprendizaje significativo.

Es importante tomar en consideración la motivación y el interés por aprender matemáticas, pues son un elemento que en las propuestas didácticas es primordial, sobre todo por el comportamiento de los estudiantes en esta época, para que exista una vinculación entre el profesor, alumno y el compromiso escolar.

SENTENI (2004 p. 10) menciona que se genera motivación en los alumnos al utilizar las tecnologías, debido a que se concentran más en los procedimientos, ya que la computadora se encarga de hacer cálculos numéricos, aprenden a organizar y procesar la información, desarrollan la habilidad de generalización, y se observa un progreso en su pensamiento, desde un nivel específico hasta uno general.

En esta investigación se tomó en cuenta estos factores en el desarrollo de las estrategias a implementar, pues como menciona TRIGUEROS (2012 p. 6), actualmente existe la necesidad de implementar estrategias didácticas y tecnológicas para la enseñanza de las matemáticas, que incentiven en los estudiantes el gusto por aprenderlas de una manera diferente, creativa y

dinámica.

Para la investigación se desarrolló una estrategia didáctica que incluye material lúdico como crucigrama, rompecabezas, relacionar columnas, un libro con ejercicios y problemas contextualizados, con la finalidad que los profesores del área conozcan otros métodos de enseñanza atractivos para el alumno, así como también enriquezcan su labor docente, ya que se incluyen elementos novedosos. Además de que el objetivo de la investigación fue el determinar el efecto que produce el empleo una propuesta didáctica, basada en el marco teórico de las representaciones semióticas de Duval que incluye el uso del software libre Ardora sobre los resultados de aprendizaje en el tema de sistemas de ecuaciones lineales  $2 \times 2$ .

Cabe mencionar que este documento es el resultado de la investigación realizada en un proyecto de tesis para obtener el grado de Maestro en Enseñanza de las Matemáticas y que algunos de sus avances y resultados han sido presentados en varios eventos académicos.

## 2. Referencias teóricas

### 2.1. Representaciones semióticas de Duval

Con el uso de diversas representaciones en el tema de sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$ , se propicia que los estudiantes comprendan de una mejor manera dicho tema, ya que es importante que el alumno conozca no solo la representación algebraica sino también su representación geométrica, por tal motivo se empleó la teoría de Duval.

Las representaciones semióticas forman una parte esencial en el estudio de las matemáticas, ya que, a diferencia de otras áreas de estudio, los objetos matemáticos no son tangibles y son difíciles de visualizar, esto hace que mediante estas representaciones el concepto se haga accesible y fácil de comprender (ACEVES, 2017 p. 23).

Duval en su teoría de representaciones semióticas, puso mucho énfasis en que el uso de sistemas de representaciones para el pensamiento matemático

es esencial y esto va ligado a la producción de una representación (semiosis) y la aprehensión conceptual de objetos matemáticos (noesis); así las representaciones semióticas pueden ser producciones discursivas (en lenguaje natural, en lenguaje formal) o no discursivas (figuras, gráficos, esquemas...).

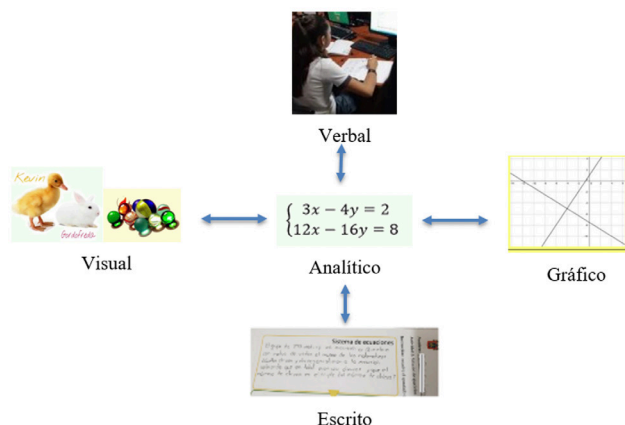
Para comprender las representaciones semióticas se deben tener en cuenta los siguientes tres aspectos:

- Estructural: es relativo a la determinación del significado de los signos y de las posibilidades que ofrece como representación.
- Fenomenológico: referente a la exigencia psicológica de aprehensión de los signos.
- Funcional: referida al tipo de actividad que los signos permiten llevar a cabo.

Según DUVAL (1999 p. 35) se plantea que la noesis no es independiente de la semiosis, por ende, el proceso de representaciones externas es el que hace posible comprender las representaciones mentales internas, así, en los procesos de enseñanza que van dirigidos al logro de aprendizajes, se requiere que los docentes orienten actividades para hacer evidentes todos los procesos que posibiliten el paso de una representación a otra, al aplicar procesos ya sea transformación o conversión de las representaciones iniciales, que en esta investigación se usan cuatro tipos de representaciones.

En este mismo contexto DUVAL (citado por PRADA, HERNÁNDEZ, JAIMES, 2017 p. 16), menciona que “las diferentes representaciones semióticas de un objeto matemático son absolutamente necesarias, ya que los objetos matemáticos no son directamente accesibles por la percepción o por una experiencia intuitiva inmediata como lo son los objetos comúnmente llamados físicos”, lo cual apoya el uso de propuestas como la aquí mostrada, ya que involucra objetos matemáticos y sus diferentes representaciones semióticas.

También, de acuerdo con DUVAL (2006 p. 152), cabe señalar que un conjunto de signos y símbolos es una representación semiótica si permite la



**Figura 1.** Diversos registros de algunas formas de representación semiótica. **Fuente:** Elaboración propia.

representación, el tratamiento y la conversión, como en el ejemplo de la Figura 1, en el que se muestran diversas representaciones semióticas ligadas a los sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$ .

Es importante que los estudiantes conozcan los diferentes métodos o maneras de resolver un sistema de ecuación lineal de  $2 \times 2$ , al usar métodos de enseñanza diferente para vincular diversas representaciones como el método gráfico, algebraico o traducción.

### 3. Metodología de la investigación

La metodología empleada se fundamenta en algunas investigaciones que apoyan el uso de propuestas del tipo de la presente investigación, entre ellas podemos mencionar las siguientes.

Primeramente, para SEGURA (2012 p. 51) investigar las dificultades que enfrentan los estudiantes en el tema de sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  es importante, ya que es un tema que se aborda a partir del nivel secundaria y bachillerato y es muy útil en temas futuros. El autor menciona que algunas de las dificultades tienen sus orígenes en la complejidad de la matemática de elementos básicos que se utilizan en la adquisición del tema, también a sus diversos métodos de solución y a la ruptura entre el pensamiento aritmético y algebraico.

Además, según PEDREÑO (2004 p. 6) el tema de sistema de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  es de gran interés porque en él interaccionan tres lenguajes: el lenguaje verbal con el que se enuncian los problemas, el lenguaje algebraico, y la traducción del lenguaje geométrico al interpretar los conjuntos de soluciones.

De igual manera, CAICEDO (2014 p. 33) reporta que los estudiantes presentan, desde el grado noveno hasta el grado undécimo y aun los que están en los primeros semestres universidad, errores al plantear y resolver problemas que tienen que ver con el tema de sistema de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$ , desde los más sencillos hasta los más complejos y resulta complicado para los estudiantes resolverlos.

La metodología empleada permitió responder la pregunta de investigación ¿Qué efecto produce el empleo de la propuesta didáctica sobre los resultados de aprendizaje por los alumnos del tema sistemas de ecuaciones lineales  $2 \times 2$ ? con empleo de una propuesta didáctica y el uso del software libre Ardora?

### 3.1. Tipo de investigación

La investigación fue cuasi-experimental, ya que se trabajó con dos grupos previamente establecidos. Se aplicó un post-test a ambos grupos para comparar los resultados de aprendizaje de los estudiantes, también se incluyeron algunos aspectos cualitativos para determinar las impresiones que se generan en los alumnos, lo cual se evaluó por medio de una observación directa y una encuesta de opinión previamente diseñada y validada.

### 3.2. Población y muestra

La población considerada para esta investigación estaba conforma por un total de seis grupos, dos de primer grado, dos de segundo y dos de tercero, la cantidad de alumnos por grupo es entre 25 y 30 personas cuyas edades están entre 13 y 14 años de nivel económico medio-alto y en total son 173 estudiantes. La experimentación se llevó a cabo con dos grupos de segundo grado de secundaria, un grupo control y el otro experimental, en el bloque V de la materia de Matemáticas, en el turno

matutino de una institución educativa privada situada en el estado de Jalisco en México.

### 3.3. Planificación de la investigación

La investigación se llevó a cabo durante dos años, de la siguiente manera:

- Primeramente, se realizó una recopilación de información de diversas fuentes relevantes mayormente electrónicas, con la intención de recolectar la mayor información necesaria para la investigación, además, se profundizó en el conocimiento del software Ardora y sus diversas actividades útiles para la experimentación.
- Al tener los conocimientos necesarios, se diseñaron las actividades y materiales utilizados para construir la propuesta didáctica; se tomó en cuenta el sustento teórico, se eligieron los instrumentos y la manera de evaluarlos.
- Posteriormente, se aplicó una prueba piloto para validar las actividades diseñadas en el software Ardora, así como también la prueba post-test; esta actividad se llevó a cabo con estudiantes de segundo grado de la secundaria Revolución Mexicana, se tenía previsto realizar la experimentación con ellos, pero al no estar disponible el centro de cómputo en las fechas propuestas se optó por experimentar con estudiantes de segundo grado de secundaria.

Con base en los datos obtenidos de la prueba piloto, se realizaron los ajustes pertinentes y necesarios, se modificó el libro digital creado, fue dividido en partes para facilitar su manejo, también se modificaron los colores, se extendió el tiempo para contestar los juegos, además, se crearon más actividades y modificó la manera de trabajarlas. Respecto a los exámenes se modificó la redacción y cambiaron algunos problemas por otros de dificultad adecuada al nivel.

Se aplicó la propuesta didáctica al grupo seleccionado con la finalidad de obtener los datos experimentales, se organizaron, procesaron, presentaron y analizaron dichos datos, se escribieron las conclusiones y se redactó el reporte final de la investigación.

### 3.4. Hipótesis matemática y estadísticos

Hipótesis nula  $H_0$ : Los resultados de aprendizaje del grupo experimental no son estadísticamente mejores que los resultados de aprendizaje del grupo control, esto es  $H_0 = \mu_1 = \mu_2$ .

Hipótesis alternativa  $H_A$ : Los resultados de aprendizaje del grupo experimental son estadísticamente mejores que los resultados de aprendizaje del grupo control, esto es:  $H_A = \mu_1 > \mu_2$ , donde  $\mu_1$  y  $\mu_2$ , representan el promedio de los grupos experimental y control respectivamente.

La prueba que se empleó para comprobar la hipótesis de investigación fue la  $t$ -Student para muestras independientes, con el fin de determinar si hubo diferencia significativa entre las medias poblacionales del grupo control y el experimental. El nivel de significancia seleccionado fue de  $\alpha=0,5$ , es decir, el 95% de confiabilidad en las dos pruebas. La fórmula para calcular el valor del estadístico para varianzas iguales es:

$$T_{calculada} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

donde:

$\bar{X}_1$ : es la media del grupo experimental.

$\bar{X}_2$ : es la media del grupo control.

$S_p$ : es la estimación ponderada de la varianza de la población.

### 3.5. Técnicas para la recopilación y análisis de los datos

Para obtener los datos correspondientes a la parte cuantitativa se aplicó un post-test tanto al grupo experimental como al grupo control, para comparar los resultados de aprendizaje. Los datos fueron analizados con el uso del programa Statgraphics®.

Para el aspecto cualitativo se utilizó una encuesta de opinión con el fin de conocer la actitud y opiniones de los estudiantes hacia la propuesta.

### 3.6. Diseño de materiales

Los materiales que se elaboraron fueron:

- Diseño instruccional, tanto para el grupo de control como para el grupo experimental, con el fin de que no hubiera diferencia en las actividades impartidas en ambos grupos.

- Post-test, con cuatro apartados, como se muestra en el Apéndice A, la primera parte son seis preguntas de opción múltiple, el segundo apartado es para relacionar la ecuación con su gráfica, la tercera y cuarta parte es de respuesta abierta ya que en la tercera parte son tres sistemas de ecuaciones lineales de 2x2 y en la última parte resolvieron dos problemas de la vida cotidiana.
- Encuesta de opinión (Apéndice B) para los estudiantes para evaluar la propuesta presentada.
- Lista de observación (Apéndice C) en la cual el docente titular de la materia y el investigador registraron datos del comportamiento de los alumnos durante la aplicación de la propuesta.
- Actividades con el software Ardora, en el cual se incluyó una serie de juegos, tales como relacionar columnas, crucigrama, rompecabezas. Además, un libro electrónico dividido en secciones: introducción, método gráfico, métodos de eliminación, sustitución e igualación, problemas contextualizados y ejercicios resueltos. En las Figuras 2 y 3 se muestran dos capturas de pantalla de las actividades diseñadas para la propuesta didáctica.

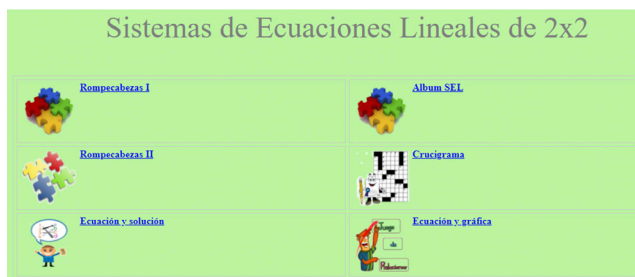
## 4. Resultados

### 4.1. Análisis del estudio piloto

La prueba piloto se aplicó en tres etapas las cuales se describen a continuación:



**Figura 2.** Índice de las actividades elaboradas en el software Ardora. **Fuente:** Captura de pantalla de la propuesta didáctica elaborada en Ardora.



**Figura 3.** Índice de los juegos creados en Ardora. **Fuente:** Captura de pantalla de la propuesta didáctica elaborada en Ardora.

En primera instancia, se trabajó con el libro que los alumnos manipularon, leyeron la información y realizaron algunos ejercicios. En esta parte se trabajó de manera individual pero los estudiantes no pudieron evitar preguntarse entre ellos, aclarar dudas y ayudarse.

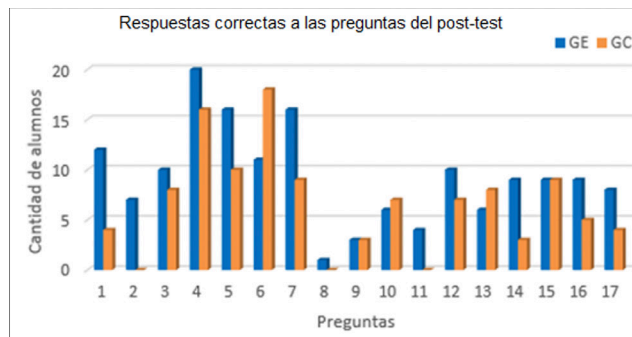
Posteriormente, se trabajó con el índice de juegos, que resultó muy interesante debido a que los estudiantes se mostraron comprometidos, centrados en las actividades y comentaron con sus compañeros la forma de resolver bien los juegos, en algunos momentos utilizaban frases como “te lo dije”, “mejor yo lo resuelvo”, entre otras; se considera que a su edad y en el contexto de la institución, esta interacción fue buena ya que daba a entender que los juegos habían captado su total atención.

Por último, se pidió a los participantes contestar una encuesta para conocer su opinión sobre las actividades, diseño, pertinencia, contenido, entre otras, que fueran de utilidad para mejorar la calidad de las actividades. En esta parte los estudiantes sugirieron que el libro fuese más fácil de manipular, que tuviera animaciones (similares a las de PowerPoint), el color de las páginas fueran tonos pasteles y que aumentara el tiempo para resolver los juegos (de 15 a 30 minutos por juego), en este sentido, tres de los cinco estudiantes comentaron que les hizo falta tiempo para completar las actividades.

#### 4.2. Análisis del post-test

En primer lugar, se obtuvo un histograma con los datos de las respuestas a cada reactivo registrado en Excel® para compararlas entre el grupo control

y el grupo experimental. Como se muestra en la Figura 4, en las preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 14, 16 y 17 el grupo experimental fue superior al grupo control, las preguntas de la 1 a la 3 fueron de opción múltiple, respecto a las cuales se les preguntó la definición de una ecuación, qué es un sistema de ecuaciones lineales y cuál es la interpretación geométrica de un SEL de  $2 \times 2$ .



**Figura 4.** Gráfica de comparación del grupo control con el experimental de los reactivos del examen post-test.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las preguntas de la 4 a la 7 consistieron en relacionar el sistema con su representación gráfica y sólo en la pregunta 6 de este apartado se observa que el grupo control fue superior al grupo experimental, esta parte se evalúa en términos de la Teoría de Duval, representaciones del SEL de  $2 \times 2$ , es decir, de la representación algebraica a la representación gráfica y viceversa.

Las preguntas de la 8 a la 11 consisten en resolver un sistema de  $2 \times 2$  con algún método y solo en dos de los cuatro cuestionamientos el grupo experimental fue superior al grupo control, en uno el grupo control obtuvo más aciertos y en el otro, ambos grupos obtuvieron la misma cantidad.

##### 4.2.1. Resultados estadísticos del post-test

En la Tabla 1 se muestra el análisis estadístico de los resultados del post-test en ambos grupos, en el cual, el promedio del grupo experimental fue mayor al del grupo control.

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de



**Tabla 1.** Resumen estadístico del post-test.

|                        | GE       | GC        |
|------------------------|----------|-----------|
| Recuento               | 21       | 22        |
| Promedio               | 62.4286  | 41.9545   |
| Desviación Estándar    | 22.0036  | 12.6057   |
| Mínimo                 | 25.0     | 17.0      |
| Máximo                 | 100.0    | 66.0      |
| Rango                  | 75.0     | 49.0      |
| Sesgo Estandarizado    | 0.260708 | -0.206804 |
| Curtosis Estandarizada | -1.17347 | -0.454987 |

Nota: datos calculados con el programa de cómputo Statgraphics®.

Fuente: Elaboración propia.

estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado, por lo que provienen de una distribución normal.

El intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 9.49454 hasta 31.4535. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Promedios e intervalos de confianza.

| Grupo              | Media   | Intervalo de confianza |
|--------------------|---------|------------------------|
| Grupo Control      | 41.9545 | 52.4126 - 72.4445      |
| Grupo Experimental | 62.4286 | 37.2705 - 51.301       |

Intervalos de confianza del 95.0% para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 20.474 +/- 10.9795.  
Nota: datos calculados con el programa de cómputo Statgraphics®.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Prueba de la hipótesis.

Se realizó un análisis estadístico para corroborar si el grupo con el cual se trabajó la propuesta didáctica obtuvo mejores resultados de aprendizaje que el grupo de control. Suponiendo varianzas iguales donde  $t = 3.76595$  y valor  $-P = 0.000522077$ , se

rechaza la hipótesis nula con  $\alpha = 0.05$ . Para la comparación de los promedios se implementó la prueba  $t$ -Student y se emplearon las calificaciones del post-test aplicado a ambos grupos. La manera en que se normalizaron los resultados del post-test fue sumar las respuestas correctas, dividir entre 17 y multiplicar por 100.

En la Tabla 3 se muestran las calificaciones obtenidas por los alumnos tanto del grupo experimental como el de control.

**Tabla 3.** Calificaciones del grupo experimental y de control.

| Grupo experimental |              | Grupo de control |              |
|--------------------|--------------|------------------|--------------|
| Alumno             | Calificación | Alumno           | Calificación |
| 1                  | 92           | 1                | 34           |
| 2                  | 34           | 2                | 17           |
| 3                  | 49           | 3                | 34           |
| 4                  | 58           | 4                | 49           |
| 5                  | 41           | 5                | 49           |
| 6                  | 100          | 6                | 34           |
| 7                  | 85           | 7                | 42           |
| 8                  | 85           | 8                | 49           |
| 9                  | 85           | 9                | 58           |
| 10                 | 49           | 10               | 25           |
| 11                 | 25           | 11               | 58           |
| 12                 | 49           | 12               | 25           |
| 13                 | 42           | 13               | 58           |
| 14                 | 42           | 14               | 42           |
| 15                 | 75           | 15               | 42           |
| 16                 | 75           | 16               | 25           |
| 17                 | 58           | 17               | 34           |
| 18                 | 42           | 18               | 42           |
| 19                 | 58           | 19               | 66           |
| 20                 | 75           | 20               | 49           |
| 21                 | 92           | 21               | 42           |
|                    |              | 22               | 49           |

Fuente: Elaboración propia.

Con el programa Statgraphics® se construyen los intervalos o cotas de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. Y con base en que el intervalo de confianza [9.49454, 31.4535] no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Dado que la prueba estadística  $t = 3.76595$  es mayor que el valor crítico de  $t = 2.02$  se encuentra fuera de la región de aceptación de la hipótesis nula, entonces se acepta la hipótesis alternativa. Por tanto, y dado que la hipótesis nula establecía que la diferencia de medias era igual o menor a 0, se concluyó que existe evidencia en contra de

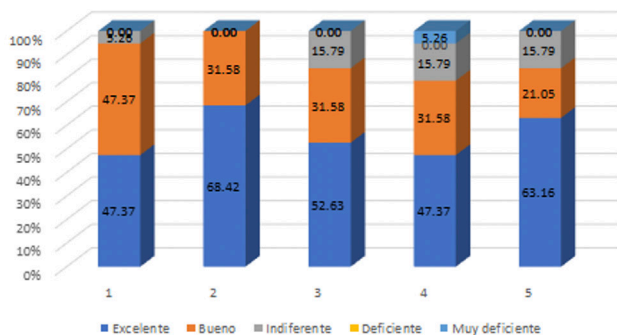
que las medias de las dos muestras sean iguales, o lo que es lo mismo, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. Esto es, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir, que con la aplicación de la propuesta didáctica se obtuvieron mejores resultados de aprendizaje del tema SEL de 2x2 por parte de los alumnos del grupo experimental, en comparación con el grupo de control que recibió las clases de forma tradicional.

#### 4.4. Análisis de la encuesta de opinión

Al final del post-test, al grupo experimental se aplicó una encuesta de satisfacción con el fin de que los estudiantes plasmaran sus opiniones y evalúen las actividades diseñadas en el software Ardora.

##### 4.4.1 Aspectos funcionales y utilidad

En la primera parte se analizaron los aspectos funcionales y utilidad de las actividades elaboradas con el software Ardora, de la cual se obtuvo la gráfica que se muestra en la Figura 5, en la cual las barras corresponden a cada una de las preguntas divididas en porcentajes, según escala tipo Likert.



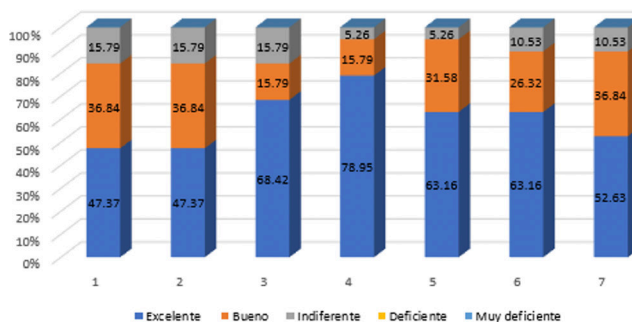
**Figura 5.** Aspectos funcionales y utilidad de las actividades elaboradas en el software Ardora, donde 1 es relevancia y pertinencia de los contenidos, 2, facilidad de acceso, 3 es sencillez de operación, 4, libre de ejecución y 5 se refiere a la facilidad de acceso a la información. **Fuente:** Elaboración propia.

De los cinco aspectos tratados éste fue el más notable debido a que el 47.4% de los estudiantes consideran que la relevancia y pertinencia de los contenidos es excelente y buena. La idea sobre este aspecto se encuentra dividida quizá porque algunos alumnos consideraron que los contenidos,

métodos para resolver el sistema, la cantidad de juegos y ejercicios fue adecuada para comprender el tema, pero algunos de ellos consideraron que faltó mayor información por lo que la consideró buena y no excelente; sólo al 5.3% les causa indiferencia.

##### 4.4.2. Aspectos técnicos

Con la segunda parte de la encuesta de opinión se evaluaron los aspectos técnicos; en la Figura 6 se muestran los resultados que se obtuvieron de siete reactivos, los cuales en su mayoría arrojaron buenas opiniones, como en el ítem número cuatro.



**Figura 6.** Aspectos técnicos en donde 1 es cantidad de gráficos, 2 calidad de gráficos, 3 carga de texto en pantallas, 4 facilidad de lectura, 5 funcionamiento, 6 visualización de imágenes y 7 tiempo.

**Fuente:** Elaboración propia.

El 78.9% de los estudiantes consideran que la facilidad de lectura de texto fue excelente, debido a que en el contenido no se abordaban palabras complejas para ellos, un 15.8% consideran que fue buena y sólo a un 5.3% les causó indiferencia, es decir, ni se les complicó ni facilitó entender el texto. La evaluación por parte de los estudiantes fue excelente, pero algunos mencionaron que les hubiese gustado que la mayor parte de la teoría fuese expuesta por medio de videos, o de manera animada tipo presentación de PowerPoint. Por otro lado, el 52.6% de los estudiantes consideraron que el tiempo para resolver las actividades fue excelente, el 36.8% dijeron que fue bueno y el 10.5% les causó indiferencia el tiempo designado. Durante las sesiones el tiempo fue parte esencial y determinante para llevar

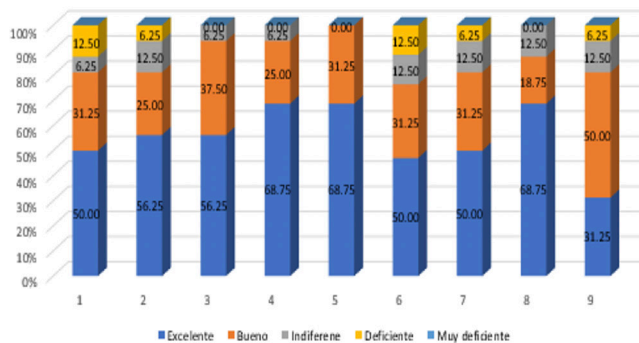
acabo la experimentación, debido a que el tiempo designado se redujo una hora menos y el hecho de que las clases fueran sesiones de 50 min fue determinante en la realización de las actividades designadas, además que los alumnos externaron que en el apartado de aprender jugando se le debe de dar más tiempo, situación que no se puede modificar debido a que no es pertinente abordar un tema más de una semana.

#### 4.4.3. Aspectos estéticos

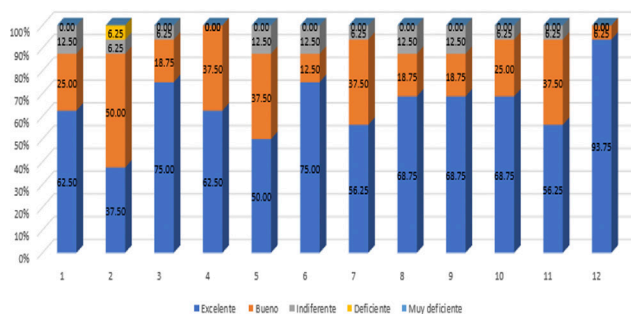
La tercera parte consistió en evaluar la estética de las actividades mediante nueve reactivos como se muestra en la Figura 7.

El 50% de los estudiantes consideraron que el diseño del software fue muy claro y atractivo, el 31.25% lo consideraron bueno y al 6.25% les causó indiferencia y distinto a los otros ítems, el 12.5 % lo consideraron deficiente específicamente en los rompecabezas ya que un alumno consideró que era poco estético. Además, se observa que en relación a las fuentes de información al 68.75% les pareció excelente, al 18.75% bueno y al 12.5% indiferente. En este apartado quizá los estudiantes no pusieron mucha atención debido a que en las actividades no contaban con ninguna fuente de información.

Se observa que, respecto a la originalidad en el diseño, fue buena en términos generales debido a que más del 80% de los estudiantes la consideran



**Figura 7.** Gráfica de los aspectos estéticos donde 1 hace referencia al diseño, 2 a las Figuras, 3 menús, 4 barras, 5 a los botones, 6 a los fondos, 7 a los colores 8 a las fuentes y 9 a la originalidad. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 8.** Aspectos pedagógicos dentro de las actividades del software en el que 1 es especificación de los objetivos, 2 es actividades atractivas y motivantes, 3, adecuación de los contenidos, 4, actividades de aprendizaje, 5, recursos didácticos, 6, nivel de dificultad, 7, número de ejercicios para incidir en el aprendizaje, 8, fomento de autoaprendizaje, 9, realimentación, 10 es evaluación de los aprendizajes, 11, redacción y 12 es congruencia entre objetivos de aprendizaje y actividades. **Fuente:** Elaboración propia.

de buena a excelente, mientras que el 12.5% les pareció indiferente y el 6.25% dijeron que fue deficiente, quizá se debió a que los estudiantes esperaban que la información fuera presentada mediante un juego o vídeo, entre otras cosas, pero el hecho de haber usado las computadoras atrajo su atención.

#### 4.4.4. Aspectos pedagógicos.

La cuarta parte de la encuesta de opinión fue evaluar los aspectos pedagógicos y como se muestra en la Figura 8 se evaluó mediante 12 reactivos.

Aunque el objetivo de las actividades se cumplió, el 50% de estudiantes opinaron que se debió incluir más juegos y menos teoría, o que ésta fuera presentada por medio de videos explicativos o con animaciones, para el 37.5% las consideraron excelentes debido a que hubo un equilibrio entre los métodos, los ejercicios y los juegos y sólo al 6.25% les pareció indiferente y deficientes, quizá por la actitud y disposición, por el horario de la clase (7:00 am), entre otros factores.

Además, se observa que el 93.75% de los estudiantes expresaron que fue excelente la congruencia que hubo entre los objetivos de aprendizaje y las actividades y el 6.25% dijeron que fue buena. Debido a que no solo el investigador

se los dio a conocer, sino que en el apartado de introducción también se les exponía, se duda de que realmente hayan relacionado los objetivos con las actividades.

#### 4.4.5. Evaluación global

La quinta parte del cuestionario de opinión consistió en una evaluación global la cual se conformó por ocho preguntas como se muestra en la Figura 9.

El 58.82% de los estudiantes se sintieron satisfechos con el uso del material, por lo que lo evaluaron como excelente, para el 35.29% fue bueno y para el 5.88% fue deficiente. Con base a su comportamiento y actitud durante la implementación los alumnos se mostraron a gusto con el material, ya que el hecho de trabajar fuera del aula les cambia su disposición.

Con respecto a la motivación, se observa que más del 70% de los alumnos se sintieron motivados, aunque para el 23.53% de los estudiantes les resultó indiferente, esto se debió a que los alumnos consideran que faltaron más juegos o videos sobre el tema.

También, cabe mencionar que debido a que los alumnos no están acostumbrados a trabajar en este tipo de actividades, mantienen un pensamiento tradicional y por ende no tienen la iniciativa de buscar más al respecto a menos que

el docente se los pida.

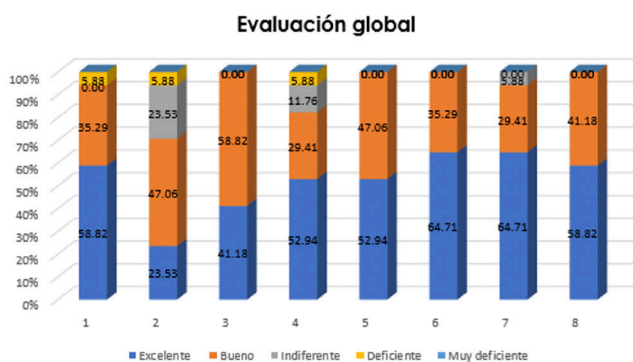
Además, se observa que el 58.82% de los alumnos consideraron que las actividades implementadas fueron buenas, esto se debió quizá, porque quisieron que hubiera más juegos, videos explicativos, transiciones o movimientos en las imágenes, por ende, sólo el 41.18% las consideraron excelentes. El 52.94 % de los estudiantes consideran que las actividades los incitó a aprender cosas nuevas ya que las actividades propuestas no les fueron suficientes, también a buscar otras fuentes de información para disipar sus dudas, al 29.41% poco debido a que les hubiese gustado tener más ejemplos o links que los redireccionará a otra información, al 11.76% de la población les causó indiferencia y sólo el 5.88% mencionaron que las actividades les incitó poco para aprender cosas nuevas y diferentes a las vistas ahí.

Respecto a la sencillez del software, se observa que hubo muy poca diferencia entre los que expresaron que fue buena y excelente (47.06% y 47.06%) esto se debió a que para algunos resultó sencillo manipularlo, no encontraron complicación o situación con el software al utilizarlo.

Referente a la calidad técnica el 64.71% de los estudiantes dijeron que la calidad técnica fue excelente debido a que durante las actividades no encontraron ninguna dificultad a excepción de las computadoras que no se pudieron utilizar y el 35.29% consideraron que fue buena.

Así mismo, el 64.71 % de los estudiantes recomendarían las actividades elaboradas en el software Ardora debido a que mientras lo usaban, se mostraron participativos, atentos y entretenidos en las actividades y los juegos, mientras que el 29.41% lo recomendarían poco, porque algunos de ellos no contaron con el material necesario para su manejo y realización (audífonos, menús no funcionaba bien, etc.) y al 5.88% les causó indiferencia recomendarlo.

Finalmente, el 58.82% de los estudiantes consideraron que las actividades fueron excelentes debido a que les gustó resolver los juegos, ver los videos, entre otras cosas. Se mostró interés por



**Figura 9.** Evaluación global las actividades creadas en Ardora, donde 1 satisfacción con el uso del material, 2 es motivación para conocer más al respecto del tema, 3 hace referencia a si las actividades son interesantes, 4 son aprendizaje de cosas nuevas, 5 es sencillez, 6 es calidad técnica, 7 es si lo recomendaría y 8 es una evaluación general. **Fuente:** Elaboración propia.

el software Ardora con el que se realizaron las actividades, por el tiempo que llevó su construcción y entre ellos se apoyaron para jugar, resolver y comprender la teoría. Otro aspecto fue que, por el hecho de trabajar en el centro de cómputo de una forma diferente, causó impacto en ellos, por lo que el 41.18% consideraron buena la forma de trabajo junto con los recursos.

### 5. Conclusiones y recomendaciones finales

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede responder a la pregunta de investigación: ¿Qué efecto produce el empleo de la propuesta didáctica sobre los resultados de aprendizaje por los alumnos del tema sistemas de ecuaciones lineales  $2 \times 2$ ? con empleo de una propuesta didáctica y el uso del software libre Ardora.

Los efectos que provocaron las actividades diseñadas en el software Ardora fueron favorables, ya que los estudiantes se mostraron interesados en ellas, en la manera en que se llevó a cabo la experimentación, pero más en los juegos debido a que lograron plasmar lo aprendido en los videos y ejercicios. En los resultados analizados de sus trabajos se nota que hubo aprendizaje de los sistemas de ecuaciones, pues en el post-test se reflejan desarrollos algebraicos y de graficación de buen nivel.

Además, se puede decir que la aplicación de la propuesta didáctica produjo mejores resultados de aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental, que los de control, en los alumnos de segundo grado de secundaria en el tema sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$ . Los alumnos mostraron interés en el tema debido al uso de las actividades en el centro de cómputo ya que nunca en la clase de matemáticas habían trabajado frente a la computadora, mucho menos con las actividades y juegos implementados para fortalecer el tema.

Una vez más se comprueba que con el uso de las TIC el alumno muestra interés y agrado hacia los contenidos matemáticos, específicamente al

tema de SEL de  $2 \times 2$ , fueron capaces de resolver ejercicios por cualquier método y aclarar dudas sobre el método gráfico.

El material que se utilizó en la propuesta didáctica, ayudó a identificar las diferentes representaciones de un registro y la conversión de las representaciones producidas de un sistema de representación a otro, esto es, los estudiantes lograron representar, transitar y explorar de una representación algebraica a su expresión geométrica.

El docente conoció nuevas herramientas para trabajar el tema en futuros grupos, de igual manera los alumnos se mostraron participativos y con la mayor disposición de trabajar, realizar las actividades y explorar el paquete de actividades.

Otro de los aspectos que se observó durante las actividades, fue que algunos de los estudiantes no están acostumbrados a leer instrucciones, por lo que ponerlas en forma de video sería una mejora que conviene, también, que el tiempo destinado para los juegos fue escaso, pero hay que tener en cuenta que no es prudente que un tema abarque más de una semana de clases. Sin embargo, se prevé que, dada la portabilidad del material, puedan bajarlo de la nube y usarlo de manera independiente en cualquier lugar.

Una situación más que se pretenderá mejorar, es agregar un apartado más detallado en el que se explique de forma lúdica y detallada como comprender e interpretar lo que en el problema se pide, ya que se observó que al resolver problemas cotidianos, algunos estudiantes tienen dificultad en la comprensión lectora al plantear el sistema e identificar datos proporcionados.

En la experimentación se observó que es difícil evitar que los estudiantes se apoyen entre ellos para su aprendizaje, aunque algunas de las actividades no fueran diseñadas para trabajar en equipo, ellos aclararon algunas dudas juntos y se ayudaron al visualizar los videos, leer la información y realizar los ejercicios propuestos, e incluso en la resolución de los juegos propuestos.

En los resultados del post-test se observan

avances significativos, pero se deben realizar adecuaciones y mejoras en las hojas de actividades, y la manera de presentar la información, ya que, si se insertarán más videos, se tiene que tomar en cuenta el entorno y funcionalidad del centro de cómputo de la institución.

Debido a las circunstancias presentadas durante la experimentación, se afirma que el uso de las TIC con la enseñanza tradicional mejora la comprensión de los contenidos matemáticos por parte de los estudiantes, hace las clases divertidas y aprenden matemáticas desde otra perspectiva.

## 6. Referências

- ACEVES, M. Propuesta didáctica para el aprendizaje de la Hipérbola con apoyo de GeoGebra. 104 pp. Maestría en Enseñanza de las Matemáticas, Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, 2017.
- BETANCOURT, Y. **Ambiente computacional para apoyar la enseñanza de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales en la educación superior**. Mathématiques, enseignement, recherche, 2009. Disponible en: <[http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/approche\\_documentaire/master-betancourt](http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/approche_documentaire/master-betancourt)>. Visitado el: 12-02-2017.
- BRICEÑO, R.; LOZADA, J. **Errores en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales (SEL)  $2 \times 2$  en estudiantes de 5to año. Maestría en Educación Mención Enseñanza de la Matemática**. Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio, Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas: Venezuela, 2016.
- CAICEDO, J. (2014). **Estrategia pedagógica para la resolución de problemas aplicados a los sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$** . Universidad Católica de Manizales, 2014. Disponible en: <<http://200.21.94.179:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1006/Julio%20Cesar%20Caicedo%20Ruiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Visitado el: 20-06-2017.
- DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Instituto de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 1999. Disponible en: <[http://ima.ucv.cl/lconsigliere/archivos/didactica\\_de\\_las\\_funciones\\_2003/Semiosis.doc](http://ima.ucv.cl/lconsigliere/archivos/didactica_de_las_funciones_2003/Semiosis.doc)>. Visitado el: 15-06-2017.
- DUVAL, R. Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. **La Gaceta de la RSME**, Madrid, v. 9, n. 1, pp. 143-168. 2006.
- PEDREÑO, A. Ecuaciones lineales. Didáctica y perspectiva histórica. **Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas**, Tenerife, v. 57, pp. 3-18. 2004.
- PRADA, R; HERNÁNDEZ, C.; JAIMES, L. Representaciones semióticas alrededor del concepto de función en estudiantes de ingeniería. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, Bogotá, v. 12, n. 2, p. 14-31. 2017. DOI: 10.14483/23464712.10491.
- SEGURA, S. Sistemas de ecuaciones lineales: una secuencia didáctica. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME**, Ciudad de México, v. 7, n. 1, pp. 49-78. 2012.
- SENTENI, A. **The role of new technologies in advancing education and learning**. Researchgate, 2004. Disponible en: <[https://www.researchgate.net/profile/Alain\\_Senteni/publication/262112902\\_1\\_The\\_Role\\_of\\_New\\_Technologies\\_in\\_Advancing\\_Education\\_and\\_Learning\\_Motivating\\_Factors\\_for\\_Reforming\\_Education/links/00b7d536b2e102c907000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alain_Senteni/publication/262112902_1_The_Role_of_New_Technologies_in_Advancing_Education_and_Learning_Motivating_Factors_for_Reforming_Education/links/00b7d536b2e102c907000000.pdf)>. Visitado el: 10-12-2016.
- TRIGUEROS, M. Sistemas de ecuaciones: ¿Qué nos dice la investigación sobre su aprendizaje? In: VI COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS. Didáctica de las Matemáticas: Avances y Desafíos Actuales. Lima: Perú. 2012.
- VILLARRAGA, M.; SAAVEDRA, F.; ESPINOSA, Y.; JIMÉNEZ, C., SÁNCHEZ, L.; SANGUINO, J. Acercando al profesorado de matemáticas a las TIC para la enseñanza y aprendizaje. **Revista de Educación Mediática y TIC**, Córdoba, v. 1, n. 2, pp.65-87. 2012.

**Apéndice A Post-test**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

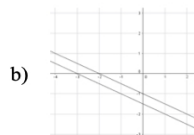
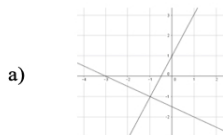
**Instrucción:** subrayar la respuesta correcta que corresponda a la siguiente pregunta:

1. **¿Qué es una ecuación?**

- a) Conjunto de números y letras
- b) Igualdad entre dos expresiones algebraicas
- c) Una expresión algebraica
- d) Ninguna de las anteriores

2. **¿Qué entiendes por sistema de ecuaciones lineales?**

3. **¿Cuál es la interpretación geométrica al resolver un sistema de ecuaciones lineales de 2x2?**



d) Todas las anteriores

**Instrucción:** escribe V si el enunciado es verdadero o F si es falso según sea el caso

- |  |   |       |
|--|---|-------|
| A $\begin{cases} x + y = 3 \\ x + y = 2 \end{cases}$     | 1. Los sistemas A y C son equivalentes      | _____ |
| B $\begin{cases} 2x - 2y = 3 \\ x + y = 3 \end{cases}$   | 2. Los sistemas B y D tienen igual solución | _____ |
| C $\begin{cases} 2x - y = -6 \\ x - 3y = 11 \end{cases}$ | 3. El sistema A no tiene solución           | _____ |
| D $\begin{cases} x + y = 3 \\ x - y = 1 \end{cases}$     | 4. El sistema C tiene solución única        | _____ |

**Instrucción:** resolver los siguientes sistemas de ecuaciones lineales por el método que considere apropiado.

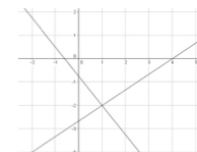
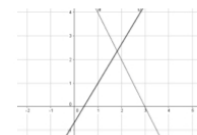
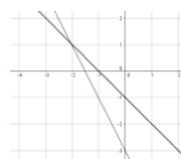
1.  $\begin{cases} -10x - 5y = 0 \\ 21x - 7y = 28 \end{cases}$
2.  $\begin{cases} 2x + 3y = -1 \\ 3x + 4y = 0 \end{cases}$
3.  $\begin{cases} x + y = 3 \\ 2x - y = 0 \end{cases}$
4.  $\begin{cases} 8x - 12y = 24 \\ 2x - 3y = 18 \end{cases}$

**Instrucción:** relacionar la gráfica que corresponde a su sistema de ecuación lineal de 2x2.

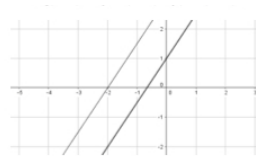
$$\begin{cases} x + 2y = -3 \\ 3x + 6y = -9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 5x + 4y = -3 \\ 2x - 3y = 8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3x = 2y - 6 \\ 2y - 3x = 2 \end{cases}$$



$$\begin{cases} 2x + y = 6 \\ 3y = 5x - 2 \end{cases}$$



**Instrucción:** leer y resolver los siguientes problemas.

1. Con dos camiones cuyas capacidades de carga son respectivamente de 3 y 4 toneladas, se hicieron en total 23 viajes para transportar 80 toneladas de madera. ¿Cuántos viajes realizó cada camión?
2. El perímetro de una cancha de la cancha de futbol de la Prepa No. 4 es 64cm y la diferencia entre las medidas de lo largo y lo ancho es 6cm. Calcula las dimensiones de la cancha.

**Apéndice B. Encuesta de opinión**

**Evaluación Multimedia, Alumno**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Para los siguientes apartados, califique de 1 a 5, según estime, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Muy deficiente: el software de la propuesta requiere una fuerte mejoría.
2. Deficiente: requiere ser revisado.
3. Indiferente, posiblemente mejorar el estilo
4. Bueno: además de correcto, es adecuado a los propósitos buscados.
5. Excelente: cumple sobradamente el propósito deseado.

| 1. Aspectos funcionales, Utilidad                                  |  |
|--|--|
| 1. Relevancia y pertinencia de los contenidos                      |  |
| 2. Facilidad de acceso   |  |
| 3. Sencillez de operación  |  |
| 4. Libre de errores de ejecución                                   |  |
| 5. Facilidad de acceso a la información presentada en el software. |  |

Por favor, señale el (los) que ubique como inadecuados:

| 2. Aspectos técnicos   |  |
|--|--|
| 1. Cantidad de gráficos  |  |
| 2. Calidad de gráficos   |  |
| 3. Carga de texto en pantallas                                     |  |
| 4. Facilidad de lectura del texto (tamaño, colores, estilos, etc.) |  |
| 5. Funcionamiento del software: velocidad de ejecución             |  |
| 6. Visualización de imágenes                                       |  |
| 7. Tiempo para resolver las actividades                            |  |

Por favor señale los que considere inadecuados:

| 3. Aspectos Estéticos       |  |
|-----------------------------|--|
| 1. Diseño claro y atractivo |  |
| 2. Cuadros y figuras        |  |
| 3. Menús                    |  |
| 4. Barras                   |  |
| 5. Botones                  |  |
| 6. Fondos                   |  |
| 7. Colores                  |  |
| 8. Fuentes                  |  |
| 9. Originalidad en diseño   |  |

En caso de que algún aspecto no sea adecuado, por favor, especifique para corregirlo:

\_\_\_\_\_



| Aspectos pedagógicos  |  |
|---|--|
| 1. Especificación de objetivos de aprendizaje                                     |  |
| 2. Actividades atractivas y motivantes  |  |
| 3. Adecuación de los Contenidos: delimitación, organización, calidad, profundidad |  |
| 4. Actividades de aprendizaje: flexibles, adaptadas, progresivas                  |  |
| 5. Recursos didácticos: síntesis, resúmenes, esquemas, mapas conceptuales         |  |
| 6. Nivel de dificultad de los problemas   |  |
| 7. Número de ejercicios para incidir sobre los contenidos                         |  |
| 8. Fomento del autoaprendizaje: toma de decisiones, iniciativa propia             |  |
| 9. Realimentación   |  |
| 10. Evaluación de los aprendizajes: control y seguimiento                         |  |
| 11. Redacción   |  |
| 12. Congruencia entre objetivos de aprendizaje y actividades                      |  |

En caso de que algún aspecto no sea adecuado, por favor, especifique para corregirlo:

| Evaluación global                       |  |
|---|--|
| Motivación para conocer más al respecto |  |
| Calidad técnica                         |  |
| Evaluación general                      |  |

Para el siguiente apartado, califique de 1 a 5 según los siguientes criterios:

1. Nada: el software de la propuesta requiere una fuerte mejoría.
2. Muy poco: requiere ser revisado.
3. Indiferente, posiblemente mejorar el estilo
4. Poco: además de correcto, es adecuado a los propósitos buscados.
5. Mucho: cumple sobradamente el propósito deseado.

| Evaluación global                                |  |
|--|--|
| Satisfacción con el uso del material             |  |
| Actividades interesantes                         |  |
| Aprendizaje de cosas nuevas                      |  |
| Sencillez del software de la propuesta didáctica |  |
| Lo recomendaría                                  |  |

En general ¿el uso del software de la propuesta didáctica le facilitó el aprendizaje del tema?

\_\_\_\_\_

En caso de que ubique alguna sugerencia adicional para mejorar el material, por favor, escribala:

\_\_\_\_\_

#### Apéndice C. Lista de observación del profesor e investigador sobre el comportamiento de los alumnos

Para los siguientes apartados, califique de 1 a 5, según estime, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Nunca    2. Muy pocas veces    3. Algunas veces    4. Casi siempre    5. Siempre

| Los alumnos durante la realización de las actividades |   |  |
|---|---|--|
| 1   | Se muestran interesados   |  |
| 2   | Lucen aburridos   |  |
| 3   | Se observan indiferentes  |  |
| 4   | Parecen preocupados, nerviosos  |  |
| 5   | Muestran miedo al responder   |  |
| 6   | Se observan concentrados  |  |
| 7   | Tienen dificultades para ingresar al software de la propuesta didáctica |  |
| 8   | Enfrentan problemas técnicos que obstaculizan actividades               |  |
| 9   | Acceden a ligas que les proporciona el software                         |  |
| 10  | Preguntan sobre cómo utilizar el material                               |  |
| 11  | Preguntan sobre cómo resolver los problemas                             |  |
| 12  | Preguntan si tendrán una calificación                                   |  |
| 13  | Se muestran seguros al responder  |  |
| 14  | Al final ¿están satisfechos con las aportaciones del material?          |  |
| 15  | Tiempo empleado en completar el uso del software                        |  |

16. En que etapas solicitaron apoyo para navegar

\_\_\_\_\_

17. Secciones en las que solicitaron aclaraciones sobre las instrucciones de las actividades

\_\_\_\_\_

18. El orden establecido de las actividades fue el adecuado

\_\_\_\_\_

19. Observaciones adicionales:





## SENTIDOS DA DOCÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO JUNTO AO PIBID E LICENCIANDOS/ AS EM FÍSICA

### MEANING OF TEACHING: A CASE STUDY CLOSE TO PIBID AND PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS

### SENTIDOS DE LA DOCENCIA: UN ESTUDIO DE CASO CON PIBID Y ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN FÍSICA

Franciele Gonçalves de Oliveira\*  , Fernanda Keila Marinho da Silva\*\* 

Cómo citar este artículo: Oliveira, F. G. de; Silva, F. K. M. (2022). Sentidos da docência: um estudo de caso junto ao PIBID e licenciandos/as em Física *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 138-152. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16937>

#### Resumo

Este artigo discute o processo formativo inicial de estudantes de licenciatura em Física a partir do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID. A discussão é realizada a partir de referências que abordam a constituição da identidade docente no campo formativo do professor de Física. A questão de pesquisa é: Quais aspectos da docência são percebidos e construídos pelos licenciandos/as durante a participação no PIBID? A partir dessa pergunta, os objetivos foram: 1) expor a percepção de licenciandos/as em relação à sua participação no programa e, 2) discutir a constituição da identidade docente a partir do PIBID. A produção dos dados ocorreu a partir de uma entrevista com cada um dos quatro participantes bolsistas. A pesquisa orientou-se pela compreensão e expressão dos sentidos subjacentes relacionados ao PIBID e à formação docente por parte dos sujeitos e isso nos conduziu à utilização dos “núcleos de significação”, como referência metodológica. Num primeiro momento, foram construídos vinte pré-indicadores; secundariamente, seis indicadores e, por fim, os dois núcleos de significação: docência como espaço contraditório e, motivação como importante especificidade para atuação docente. A conclusão do artigo envolve a discussão desses dois núcleos de significação e a pergunta de pesquisa.

**Palavras chave:** Formação de Professores. Física. Iniciação à Docência. Pesquisa educativa.

#### Abstract

This paper analyzes the initial training process of pre-service physics teachers in the introductory teaching program – PIBID. The discussion-based on references

Recibido: septiembre de 2020; aprobado: enero de 2022

\* Professora Doutora. Professora na rede pública do Governo do Estado de São Paulo e Diretora de Escola na Prefeitura Municipal de Sorocaba, Brasil. Email: [franoliveira@sorocaba.sp.gov.br](mailto:franoliveira@sorocaba.sp.gov.br) – ORCID 0000-0001-8616-6703

\*\* Professora Doutora. Universidade Federal de São Carlos, Brasil. Email: [fernandakeila@ufscar.br](mailto:fernandakeila@ufscar.br) – ORCID 0000-0002-5697-8417

that address the constitution of teaching identity in Physics teachers. The research question is; What aspects of teaching are perceived and constructed by undergraduate students during their participation in PIBID? The objectives were: 1) to expose undergraduate students' perceptions related to their participation in the program and 2) to discuss the constitution of the teaching identity based on PIBID. Data emerged as a result of an interview with each of the fellows. The research sought for understanding and express both the underlying meanings related to the PIBID and teacher training by the students. This process led us to use "cores of meaning" as a methodological reference. We started building twenty pre indicators; subsequently six indicators and, finally, the two nuclei of meaning; teaching as a contradictory space and motivation as an important specificity for teaching performance. Results allow broadening the discussion of these two nuclei of meaning and the research question.

**Keywords:** Teacher Training. Physics. Initiation to teaching. Educational research

### Resumen

Este artículo analiza el proceso formativo inicial de los estudiantes de Licenciatura en Física del programa de iniciación a la docencia – PIBID. La discusión se basa en referencias que abordan la constitución de la identidad docente en el campo formativo del profesor de Física. La pregunta de investigación es ¿Qué aspectos de la docencia son percibidos y construidos por los estudiantes de pregrado durante su participación en PIBID? Los objetivos fueron: 1) exponer la percepción de los egresados en relación a su participación en el programa y, 2) discutir la constitución de la identidad docente basada en PIBID. Los datos surgieron fruto de una entrevista con cada uno de los becarios. La investigación buscaba la comprensión y expresión de los significados subyacentes relacionados con el PIBID y la formación docente por parte de los sujetos. Esto nos llevó al uso de “núcleos de significado”, como referencia metodológica. Iniciamos construyendo veinte pre indicadores; posteriormente, seis indicadores y, finalmente, los dos núcleos de significado: la docencia como espacio contradictorio y la motivación como especificidad importante para el desempeño docente. Los resultados permiten ampliar la discusión de estos dos núcleos de significado y la pregunta de investigación.

**Palabras clave:** Formación de Profesores. Física. Iniciación a la docencia. Investigación educativa.grupo controle.

## 1. Introdução

Esse artigo é parte de uma dissertação de mestrado, cujo foco foi compreender a colaboração do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) para a constituição da identidade docente. O PIBID é um programa de formação

docente implantado pelo governo federal brasileiro em 2007, durante a gestão do presidente Luiz Inácio Lula da Silva. A proposta nasce de uma parceria entre o MEC (Ministério da Educação) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) visando colaborar com a formação de professores e melhorar a

qualidade da educação básica pública brasileira. Em seus primórdios, o Programa era voltado para atender as licenciaturas de Física, química, biologia e matemática do ensino médio, devido à carência de professores nessas disciplinas. No entanto, com a crescente demanda e o sucesso do programa, no ano de 2009 o PIBID passou a atender toda a educação básica. O programa prevê o fornecimento de bolsas para estudantes das licenciaturas, docentes da educação básica e docentes da universidade.

Desde que surgiu, o PIBID tem se configurado como um objeto de pesquisa importante no cenário acadêmico. A título de exemplo, temos a publicação de GATTI et al. (2014), que objetivou compreender o papel indutor do programa a partir dos significados coletados junto aos participantes. O resultado da pesquisa das autoras é um importante documento com recomendações e orientações para a continuidade do programa e opiniões que creditam a importância do mesmo. Apesar de sua reconhecida importância, sabe-se que o programa vem sofrendo com a instabilidade política, econômica e social do país desde, pelo menos, 2014. Apesar da sequência de cortes e alterações nos programas, novos editais estão previstos para abril de 2022 e a configuração do PIBID (somado a outro programa: o Residência Pedagógica) como política pública é uma feliz realidade oriunda da luta constante do FORPIBID-RP e atores vinculados aos Programas<sup>1</sup>.

Acredita-se que ao anunciar a importância do programa no contexto formativo, estejamos fazendo coro a diversos resultados de pesquisas anteriores (para citar alguns: BOZZINI et al. 2018; ONOFRE, 2018) e cada vez mais demarcando diferenças relativas aos contextos políticos e a

relação desses com políticas públicas indutoras da formação docente.

Nesse artigo, pretende-se aprofundar a discussão em uma dimensão “micro situada”, focada na vivência de um grupo de bolsistas que cursou a licenciatura em Física em uma universidade pública presente no Estado de São Paulo. Evidentemente, esse foco reflete-se numa dimensão maior (macro), referente à formação de professores de Física.

Nesse contexto, é comum encontrar a afirmação de que o ensino-aprendizagem de Física representa um dos maiores problemas no ensino médio. Não há dúvidas de que uma parcela significativa dessa percepção se explica devido à condução da formação docente dos cursos de licenciatura. Além dessa discussão, será apresentado o conceito de identidade docente, para que, com isso, se possa refletir a colaboração do PIBID na constituição dessa identidade. A pesquisa se desenvolve sob uma base epistemológica sócio-histórica e toma como referencial metodológico os núcleos de significação. Tem-se como pergunta principal: Quais aspectos da docência são percebidos e construídos por licenciandos/as durante a participação no PIBID? Desdobram-se os seguintes objetivos a partir desse questionamento: 1. Expor a percepção de licenciandos/as em relação à sua participação no programa e, 2. Discutir a constituição da identidade docente a partir do PIBID.

## Marco teórico

### 2.1. A constituição da docência

A construção da identidade docente é compreendida como um dos elementos essenciais para o exercício da atividade docente. Segundo ROCHA, FIORENTINI (2005 p. 2),

[...] a constituição profissional docente, longe de ser uma trajetória linear ou limitada a um intervalo de tempo, é um processo contínuo e sempre inconcluso, permeado por dimensões subjetivas e socioculturais que influenciam o modo de vir a ser de cada professor.

A identidade profissional dos professores se configura como uma maneira de ser e fazer a

<sup>1</sup> FORPIBID: Fórum Nacional dos Coordenadores Institucionais do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência. Esse fórum possui caráter permanente e é formado pelos coordenadores institucionais das Instituições de Ensino Superior (IES) que desenvolvem projetos junto ao PIBID. Tem a função de promover a interlocução entre os Coordenadores de Projetos Pibid e Pibid Diversidade e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e demais agências, órgãos e instituições. Em 2018 a sigla FORPIBID incorporaria o “RP”, pois que o PIBID e o Programa Residência Pedagógica passaram a ser complementares.

profissão, estando em constante transformação. Concorda-se com GARCIA (2010) que aponta que a identidade se inicia durante o período de estudante nas escolas, mas, ao consolidar-se na formação inicial, ainda continua sua elaboração no exercício da profissão. É justamente por isso que a identidade não depende da “titulação”, mas de um processo de constituição.

PIMENTA (2005 p 12) assume um entendimento similar, ao dizer que a identidade se constrói “[...] a partir da significação social da profissão [...]” e acrescenta a necessidade da assimilação de práticas consagradas na cultura da profissão, “[...] práticas que resistem a inovações porque prenes de saberes válidos às necessidades da realidade”. Os processos de construção identitária de professores constituem-se por diferentes momentos, ações, reflexões e saberes construídos ao longo da vida que favorecem essa construção. Nesse sentido, a literatura tem, sistematicamente, indicado o que um professor deve saber e fazer em sala de aula, desdobrando essa tarefa em questionamentos relacionados às aprendizagens necessárias para se tornar um “bom professor”.

Pesquisas apontam que saber o conteúdo específico é importante, entretanto, não é o único fator responsável pela aprendizagem do futuro professor. Para GARCIA (2010) existem também outros conhecimentos que são importantes para a formação docente, dentre eles o conhecimento do contexto, dos alunos, de si mesmo e também de como se ensina. Portanto, acredita-se que seja primordial dotar o licenciando “[...] de uma bagagem sólida nos âmbitos científico, cultural, contextual, psicopedagógico e pessoal que deve [o] capacitar [...] a assumir a tarefa educativa em toda sua complexidade, atuando reflexivamente com a flexibilidade e o rigor necessários” (IMBERNON, 2006 p.66).

Em síntese, a identidade docente constrói-se a partir de diversos contextos formativos ao longo da vida, ocorrendo desde a escolha da profissão, perpassa a formação inicial e segue pelos diferentes espaços institucionais em que a profissão se desenvolve e

isto, segundo VEIGA (2008), confere ao processo constitutivo da identidade docente uma dimensão temporal e espacial.

Como bem nos lembra PIMENTA (1999 p. 20), figura entre os desafios dos cursos de formação inicial a colaboração com o entendimento do processo de passagem dos alunos para o ver-se como professor. Isto é, de construir a sua identidade de professor. E, nessa perspectiva, os cursos de formação inicial poderiam potencializar o aprimoramento de vivências genuinamente formativas junto às escolas, com o objetivo de estabelecer uma relação mais pautada pela realidade escolar, mais próxima dos/das estudantes da escola, mais envolvida com os/as professores/as e estudantes da escola e fundamentada pela teoria.

Considera-se, junto a PIMENTA, LIMA (2010), que o estágio é uma atividade que deveria integrar o corpo de conhecimentos do curso de formação de professores. Sendo esse o caso, não seria compreendido como “mera observação” de modelos, mas um processo capaz de envolver o licenciando em atividades extremamente proveitosas e formativas, de fato. Em publicação anterior, discutimos a compreensão de estudantes sobre o processo formativo inicial vivenciado na Universidade a partir do PIBID e do Estágio Supervisionado (SILVA, OLIVEIRA, MATOS, 2018). O foco da discussão do artigo citado não foi a comparação dos programas, mas as potencialidades de cada um para a reflexão sobre a formação docente. Entre os achados, está a ideia de que no PIBID há maior contato com a realidade da escola pública em detrimento dos estágios, o que nos conduz a acreditar que, de fato, o Programa é um importante espaço para agregar a criticidade e o reconhecimento da constituição da identidade docente, conforme apontamos junto aos autores citados anteriormente.

A partir da discussão apresentada, a posição assumida nesse artigo é de que a constituição da identidade docente é construída processualmente, agregando elementos subjetivos e socioculturais inerentes aos contextos experimentados pelos

sujeitos em formação. O pressuposto assumido é o de que o PIBID é um dos indutores da construção identitária por potencializar a vivência dos aspectos contraditórios do “constituir-se docente”, uma vez que aproxima o estudante de situações, contextos, pessoas e processos inerentes à prática profissional.

## 2.2. Formação docente e ensino de Física

Na área de ensino de Física, é observável o avanço crescente e significativo das pesquisas brasileiras indicando a incipiente aplicação do resultado das mesmas no contexto escolar (PENA, 2004; ABIB, 2012). O recente artigo de MOREIRA (2021) explicita os desafios inerentes ao campo do ensino de Física, indicando não somente novos enfrentamentos para a área, mas também (em sua maioria), antigos problemas que merecem a continuidade dos esforços de educadores e pesquisadores.

Além desse problema, o cenário referente ao número de docentes da área de Ciências e matemática no país é preocupante. Pesquisa feita por SANTOS, CURI (2012 p. 839) indica que “[...] dos 44.566 professores que ministram a disciplina de Física, apenas 12.355 possuem licenciatura nessa disciplina; os demais, em número de 32.211, possuem formação específica em outras disciplinas”.

ANGOTTI (2006 p. 150) também apresenta uma estimativa: “o universo mínimo de docentes de Física para garantirmos presença efetiva junto aos diversos campos de trabalho, será de 65 mil profissionais até 2015”. Esses dados nos mostram que a carência de professores é imensa e isso justifica parcialmente a condição da Física escolar no ensino médio.

Com o objetivo de “avaliar se a ausência de professores nas escolas decorre da falta de professores formados, ou do desinteresse dos licenciados em lecionar”, PINTO (2014 p. 3) concluiu que “longe do que se imagina, não há no Brasil, um problema generalizado de falta de professores formados aptos a lecionar em suas áreas de formação. O problema persiste apenas

em Física” (p. 08), isto é, há profissionais titulados em número suficiente para todas as áreas, com exceção da disciplina de Física.

A ampliação de vagas nas licenciaturas, inclusive nas modalidades de Educação a Distância (EAD) foi uma das alternativas com a finalidade de reverter o cenário apresentado. Entretanto, acredita-se que tal medida ainda não será suficiente para atender às necessidades da educação básica, pois se pode dizer que os/as licenciandos/as não se interessam pela sala de aula. Pesquisas das últimas décadas indicam que tanto os/as estudantes do ensino médio, como estudantes das licenciaturas e pedagogia não sentem interesse em seguir a profissão docente e segundo KUENZER (2011) a hipótese que justifica tal fato é a baixa atratividade da carreira, decorrente de inúmeras razões: baixos salários, precárias condições de trabalho, precário nível de profissionalização, alunos cada vez menos comprometidos, baixo reconhecimento, alto nível de estresse e crescente intensificação das tarefas.

Dessa forma, PINTO (2014) atenta que, além de criar e ampliar o número de vagas nas licenciaturas é necessário que se estimule o preenchimento das vagas da rede pública e sugere que isso pode ser feito por meio de bolsas de estudo (associadas ao compromisso de futuro exercício do magistério) e, claro, o zelo para a conclusão do curso. Também se deve considerar que além da bolsa, é necessária uma melhoria efetiva na remuneração dos professores, bem como nas condições de trabalho. No que concerne à formação inicial de professores de Física, pode-se afirmar que ela vem sendo estudada por vários pesquisadores da área de pesquisa em ensino de Ciências/Física e tais estudos apontam que é necessário formar mais e melhor os professores de Física (ANGOTTI, 2006; BORGES, 2006; GOBARA, GARCIA, 2007; ARAÚJO, VIANA, 2011).

SECCO, REBEQUE (2015) fazem uma revisão da literatura a respeito da formação inicial de professores de Ciências, com destaque para a formação inicial de professores de Física. Foram analisados artigos publicados entre os anos de

2010 e 2014. Os autores apontam que do total de 54 artigos sobre a formação inicial de professores de Ciências, 21 deles são específicos do ensino de Física. De modo geral, esses artigos abordam o currículo, projetos pedagógicos dos cursos, os conteúdos, os saberes docentes, os modelos de formação, entre outros. O que mais chama atenção nesses artigos e que merece destaque é o tema do perfil identitário de cursos de licenciatura em Física.

A partir da aprovação das Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores (BRASIL, 2001) e das Diretrizes Curriculares para cursos de bacharelado e licenciatura em Física (BRASIL, 2002) estudos tem mostrado o que há nos cursos de Física a partir da reestruturação curricular com base na legislação e nas diretrizes (CORTELA, 2011; CAMARGO, 2007; KUSSUDA, 2012, MARCHAN, 2011). Dentre as principais conclusões, tem-se uma divergência inerente ao processo de formação docente, pois as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da Educação Básica visa estabelecer uma interface entre as diferentes disciplinas ao longo do curso, de modo a evitar o modelo formativo 3+1 e indicam o perfil de um “Educador em Física”, enquanto que as Diretrizes Nacionais Curriculares para os cursos de Física são baseadas no modelo formativo conhecido por 2+2 e indicam o perfil de um “Físico-Pesquisador” (Bacharelado em Física) e Físico-Educador (Licenciatura em Física) (MARCHAN, NARDI, 2011). Ao mesmo tempo em que se intenciona a formação do físico-educador, é nítida a possibilidade de se organizar o curso de modo a formar o físico-pesquisador. Isso significa que políticas formativas tendem a privilegiar a Física acadêmica em detrimento da Física escolar. Considera-se a Física um importante componente curricular, afinal, trata-se de uma área de conhecimento que envolve aspectos socioculturais e científicos. Auxilia na compreensão da natureza e dos fenômenos que a envolvem, propiciando que estudantes saibam expor suas opiniões e recebam as informações de forma mais crítica. CARVALHO

JUNIOR (2002) afirma que “a aula de Física passa a ser considerada, também, um momento de construção de valores éticos a respeito da utilização de recursos naturais e das tecnologias decorrentes” (p.53).

O conhecimento deve ter valor em si mesmo, sem considerar somente a sua utilidade prática. Portanto, ao estudar a formação de professores acreditamos na importância e no potencial da formação inicial para contemplar mudanças significativas na prática docente do ensino da Física escolar e é com essa perspectiva que apostamos nas práticas desenvolvidas no PIBID, foco desse trabalho. Fazendo coro a esse entendimento, diversos trabalhos possuem foco similar por abordarem a construção da identidade docente na área específica de Física ou áreas correlatas e merecem destaque: PINHEIRO, COLOMBO JUNIOR (2021), GIMENEZ, CHAVES (2021), OBARA, BROIETTI, PASSOS (2017), DARROZ, WANNMACHER (2015), PIRATELO, PASSOS, ARRUDA (2014), dentre outros.

Procedimentos e referencial metodológicos

Os participantes da pesquisa foram quatro licenciandos/as bolsistas de um subprojeto da área de Física do PIBID, de uma universidade pública do interior do Estado de São Paulo. A pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e seguiu todos os trâmites éticos para a sua realização. Os dados que compõem a pesquisa provêm de entrevistas semiestruturadas realizadas de modo individual com cada bolsista e tiveram duração aproximada de uma hora. Elas ocorreram nos limites da universidade de filiação desses/as estudantes entre 2015 e 2016. Os registros foram feitos sob a forma de gravação sendo, na sequência, transcritos pelas pesquisadoras para facilitar o processo de leitura e análise dos dados. A análise dos dados da pesquisa foi realizada mediante os procedimentos e os referenciais dos Núcleos de Significação elaborados por AGUIAR, OZELLA (2006). Segundo os autores, essa metodologia foi proposta para “instrumentalizar o pesquisador, no processo de apreensão de sentidos

e significados constituídos pelo sujeito frente à realidade” (AGUIAR, SOARES, MACHADO, 2015 p. 58), de modo que se possa discutir a dimensão histórico-dialética das indagações da pesquisa. Apoiar-se no princípio básico vigotskiano de que os fenômenos psicológicos se inter-relacionam dialeticamente, mostrando que o homem é constituído numa relação dialética entre a história e o social. As elaborações de Vigotski trazem diversas contribuições ao considerarem que o homem é um ser único, singular, histórico e participante ativo da construção do seu círculo de interações.

Significados e sentidos são duas categorias que apesar de serem diferentes, caminham juntas e não podem ser compreendidas de forma singular. São categorias essenciais que constituem a relação entre o pensamento e a linguagem. AGUIAR (2009 p.105) atenta à distinção bem explicada por Vigotski acerca de sentido e significado. Acrescenta que o autor, ao discutir esses conceitos, “evidencia a dialética da constituição da consciência, a integração entre afetivo e cognitivo, o caráter social, histórico e único do sujeito”.

Sobre a distinção entre os termos, DAVIS, AGUIAR (2010 p. 235) fazem a seguinte afirmação: “O significado, no campo semântico, refere-se sempre aos eventos, objetos, fenômenos do mundo empírico [...]. Já no campo psicológico, é uma generalização, um conceito, produções históricas e sociais por meio das quais os seres humanos se comunicam e socializam experiências”. Entende-se que os significados sejam o ponto de partida pois, por meio deles, caminha-se para zonas mais instáveis, fluidas e profundas: as zonas de sentido. Essas são mais amplas que as zonas de significado, pois se constituem como uma articulação particular de eventos psicológicos, realizada pelo sujeito em sua relação com o mundo. O sentido permite uma apreensão mais precisa do sujeito como a unidade dos processos cognitivos, afetivos e biológicos.

O significado da palavra é a essência para o estudo da relação entre a linguagem e o pensamento e é compreendida como produção histórica, social e

cultural, podendo ser compartilhada, pois carrega em si as significações apreendidas e construídas socialmente e permite a comunicação. VIGOTSKI (2001) assegura que “a palavra desprovida de significado não é palavra, é um som vazio. Logo, o significado é um traço constitutivo indispensável da palavra” (p. 398). Dessa forma, os significados são constituintes do psiquismo humano.

O sentido, no entanto, refere-se ao significado da palavra para cada indivíduo. Trata-se de uma unidade muito mais ampla do que o significado e se constitui nas relações sociais. O sentido é uma unidade complexa, dinâmica, particular e que depende do contexto, e “coloca-se em um plano que se aproxima mais da subjetividade que com mais precisão expressa o sujeito, a unidade de todos os processos cognitivos, afetivos e biológicos” (AGUIAR, OZELLA, 2006 p. 227).

Mediante essas categorias é que se constitui a relação histórica do sujeito com o mundo social, pois para VIGOTSKI (2001 p. 465) o significado é “um ponto imóvel e imutável que permanece estável em todas as mudanças de sentido da palavra em diferentes contextos”. Para ser palavra há de ter um significado que referencia um conceito próprio, portanto, a partir das categorias de sentido e significado é possível pensar nos núcleos de significação.

A proposta dos núcleos de significação consiste fundamentalmente em instrumentalizar o pesquisador, com base nos fundamentos epistemológicos da perspectiva sócio-histórica, para o processo de apreensão das significações constituídas pelo sujeito frente à realidade, de modo que o pesquisador possa apreender esse processo para além do empírico e que, assim, permita-lhe passar da aparência das palavras (significados) para sua dimensão concreta (sentidos). Trata-se de uma proposta que vai além de ser um “procedimento que dá conta da descrição e da análise, esta proposta é, também, um procedimento de interpretação de dados” (SOARES, 2011 p. 138).

Para AGUIAR, OZELLA (2006), a entrevista é um dos instrumentos mais ricos numa investigação



dentro da abordagem sócio-histórica, entretanto, há também outros instrumentos possíveis de se utilizar, como relatos, narrativas, histórias de vida, frases incompletas, autoconfrontação, vídeo-gravação e, também, questionários ou desenhos.

A construção da proposta contempla três etapas fundamentais: levantamento de pré-indicadores, sistematização de indicadores e sistematização dos núcleos de significação.

A primeira etapa consiste em realizar a leitura flutuante (momento em que se começa a ter contato com os documentos da coleta de dados, possibilitando conhecer o texto) e a organização do material, para que se consiga fazer o levantamento de pré-indicadores. Isso ocorre a partir da identificação de palavras baseando-se, principalmente, na frequência e importância com que aparecem nos comentários. Na presente pesquisa, a seleção foi realizada destacando-se trechos de falas que compõem significado, que carregam e expressam a totalidade do sujeito (AGUIAR, OZELLA, 2013). O critério básico para essa etapa é a escolha de trechos que se relacionem com a compreensão do objetivo da investigação. Esse primeiro momento revela o sujeito empírico da pesquisa, e não o sujeito histórico, portanto, pode aparecer um número amplo de pré-indicadores, que deve ser filtrado de acordo com os objetivos da pesquisa.

A próxima etapa da proposta é a sistematização de indicadores. Esse momento é caracterizado pela leitura secundária que permite o processo de aglutinação dos pré-indicadores partindo dos princípios da similaridade, complementaridade ou contraposição que levam para uma diversidade menor e permitem caminhar na direção dos possíveis núcleos.

A terceira etapa é caracterizada como sistematização dos núcleos de significação, momento em que após uma re-leitura do material ocorre o processo de articulação resultando na organização dos núcleos de significação através de sua nomeação. Os autores advertem que nessa etapa já se espera um número reduzido de núcleos

e é nesse momento que se inicia o processo de análise, desenvolvendo o olhar interpretativo do processo da pesquisa.

Sistematizados os núcleos de significação, passa-se para uma nova etapa da pesquisa, mais complexa e profunda. Os autores salientam que a análise dos núcleos deve partir do processo intra-núcleo e avançar para o inter-núcleos, de modo que não se restrinja apenas à fala do sujeito, e sim que se considere o sujeito na sua totalidade, isto é, avançar do empírico para o interpretativo. Conforme enunciam os autores, são necessidades que determinam/constituem os “modos de agir/sentir/pensar dos sujeitos. São elas que, na sua dinamicidade emocional, mobilizam os processos de construção de sentido e, é claro, as atividades do sujeito” (AGUIAR, OZELLA, 2013). Portanto, na análise e na interpretação dos resultados deve-se considerar o movimento, a historicidade e as contradições vivenciadas pelos sujeitos.

## **Resultados e Discussão**

### *4.1 Dos pré-indicadores aos núcleos de significação*

O procedimento metodológico possibilita um acúmulo imenso de dados, dificultando a demonstração de todo o material produzido nas fases da pesquisa, isto é, aquela que demonstra de onde surgem os pré-indicadores até serem reduzidos aos núcleos de significação. Isso justifica o salto realizado nesse artigo que, diante a impossibilidade de apresentar as transcrições das entrevistas, apresentará somente os pré-indicadores criados a partir das mesmas, os indicadores e, finalmente, os núcleos de significação. De forma sintética, pode-se afirmar que após a leitura flutuante dos materiais, os dados foram organizados para proceder ao levantamento dos pré-indicadores, indicadores e núcleos de significação como mostra a tabela abaixo (Tabela 1).

Estabeleceu-se um conjunto de vinte (20) pré-indicadores, através de palavras e frases significativas. A leitura secundária permitiu o processo de aglutinação através da similaridade, complementaridade e contraposição das

**Tabela 1. Elaboração dos Núcleos de Significação**

| Pré-Indicadores                              | Indicadores   | Núcleos de Significação  |
|--|---|--|
| 1. Contato com a escola pública              | a. O PIBID como espaço formativo fornece oportunidades                  | I. Marcas da iniciação à docência através do PIBID: contradições como indícios mais sobressalentes |
| 2. Saber como é ser professor                |   |  |
| 3. Magistério monitorado                     |   |  |
| 4. Experimentar o magistério sem compromisso | b. A docência que produz desafios e desânimos                           |  |
| 5. Superar o medo de ser professor           |   |  |
| 6. Desafios da docência                      |   |  |
| 7. Visão de escola pública                   | c. Cenário da escola pública  |  |
| 8. Maior participação                        |   |  |
| 9. Organização dos encontros                 | d. Seleção, abordagens dos conteúdos e organização da atividade docente | II. Especificidades da profissão docente: a motivação como base da aprendizagem                    |
| 10. Estrutura e divisão das tarefas          |   |  |
| 11. Abordagens                               |   |  |
| 12. Escolha dos recursos institucionais      |   |  |
| 13. Planejar x praticar                      | e. Elementos da prática docente   |  |
| 14. Conhecer o aluno                         |   |  |
| 15. Flexibilizar o planejamento              |   |  |
| 16. Satisfação pessoal                       |   |  |
| 17. Colaboração e parceria                   | f. Contribuição para escola/alunos/universidade                         |  |
| 18. Interação no grupo                       |   |  |
| 19. Divulgar a universidade                  |   |  |
| 20. Encantar os alunos com a universidade    |   |  |

Fonte: Pesquisadoras

informações dos pré-indicadores e possibilitou a construção de seis (06) indicadores, que deram origem a dois (02) núcleos de significação, conforme se apresenta na Tabela 1. A redução dos indicadores para os núcleos de significação representa o salto para a interpretação final do processo de pesquisa.

#### 4.2 O que nos dizem os núcleos encontrados?

Devido ao limite de espaço, neste artigo priorizar-se-á algumas falas de cada uma das quatro entrevistas semiestruturadas de bolsistas (BI, BII, BIII, BIV). Isso exemplificará os núcleos de significação.

O primeiro núcleo (Marcas da iniciação à docência durante a vivência no PIBID: contradições como indícios mais sobressalentes) resulta da articulação dos seguintes indicadores: 1) O PIBID como espaço formativo que fornece oportunidades, 2) A docência que produz desafios e desânimos e, 3) Cenário da escola pública. Os enunciados (destacados em itálico e entre aspas) objetivam

ilustrar esse primeiro núcleo.

“Na verdade eu só tinha trabalhado em colégio particular, nunca tinha trabalhado em colégio público, a princípio não foi pela bolsa, foi pra eu começar a ter esse contato” (B.I).

“Eu sempre tive medo de entrar em sala de aula dar aula, então esse programa tá me ajudando com isso, eu, de certa forma, tô começando a gostar da carreira, então foi bacana, porque assim, pra minha formação, como eu nunca tinha tido contato com os alunos dessa forma, eu acho que tá sendo uma experiência incrível (B.II)”.

“Eu decidi participar porque eu sentia falta de um caminho para a escola, eu tava começando o curso e eu vi o PIBID como um meio de inserção escolar para eu sentir como é estar numa sala de aula, ou não, enfim, o contato com as crianças na escola, e pra agregar mesmo (B.IV).”

As falas agrupadas neste núcleo demonstram a relevância do programa para possibilitar diferentes aspectos da formação de licenciandos/as. Permite o conhecimento dos motivos que os/

as conduziram a participarem do programa, bem como as oportunidades que o programa fornece em termos formativos, além do indicativo de que a docência é uma atividade que inspira medo nas bolsistas.

Esse contato apresentado por licenciandos/as representa um passo essencial no caminho formativo inicial. Em trabalho anterior, SILVA, OLIVEIRA, MATOS (2018) destacam que, muito embora o estágio supervisionado tenha como função dar início à vivência escolar, o PIBID vêm possibilitando uma vivência muito mais rica, por envolver discussões direcionadas para as salas de aula, por envolver a realização de planejamentos e atividades voltadas para o público específico e sempre em conjunto com o docente da escola e da universidade.

Vale discutir que, apesar de suscitar aspectos ricos e intrínsecos à vida profissional docente, verificou-se que o programa possibilita também vivenciar desafios presentes no ofício da docência, acarretando em desestímulo, devido às condições gerais da profissão. Alguns exemplos:

“Tem que ficar uma coisa bem clara, a gente não pode comparar o PIBID com uma sala de aula comum, porque no PIBID tão indo os alunos que se interessam, de certa forma, então não posso comparar, então pra mim tem sido uma experiência bacana, mas assim, como já falaram, vai ser diferente de uma sala de aula tradicional (B.II)”

“Acho que essas ideias que a gente tem no PIBID elas são legais, porque são bem aplicáveis para a escola pública, porque a gente não usa nada muito requintado assim, acho que a dificuldade que eu vou ter, principalmente se eu quiser usar isso para uma sala de aula mesmo, vai ser eu considerar que eu to com quarenta, quarenta e cinco alunos, ao invés de cinco. [...] Por mais que eu saiba que eu entrando numa sala posso ser uma professora totalmente diferente, mas eu fico pensando pelo ambiente de trabalho [...] (B.III)”

“Esse ano parece que eles ficaram primeiro semestre quase inteiro sem professor de Física, e aí conseguiram um professor lá que eles reclamaram bastante pra gente, não sei não, esse tipo de situação eu sabia que tinha, mas por eu ter estudado em escola particular [...] nunca tinha visto isso, essa reali-

dade de escolas públicas, não ter professor, não ter infraestrutura, a criminalidade você vê que é bem grande. Eles querem atenção e você vê que quando dá essa atenção que eles precisam, muda tudo, ficam bem mais interessados” (B I).

Ainda que BII apresente uma preocupação com o fato do PIBID não representar a efetiva realidade, acredita-se que, pelo fato dos/das licenciandos/as conseguirem planejar e realizar as atividades, mesmo com um número reduzido de estudantes já é importante por si. O exercício de planejar e intervir é fundamental e constitui uma das mais importantes atribuições do professor junto aos alunos, considerando a relativa flexibilidade de incorporação de conteúdos e demandas específicas da escola. BIII assinala preocupação similar, reconhecendo a dificuldade em se trabalhar com uma turma de 40 alunos.

O segundo núcleo (Especificidades da profissão docente: a motivação como base da aprendizagem) foi elaborado através dos seguintes indicadores: 1) Seleção, abordagens dos conteúdos e organização da atividade docente, 2) Elementos da prática docente e, 3) Contribuição para escola/alunos/universidade. Esse núcleo possibilita compreendermos as ações desenvolvidas pelo grupo de estudantes de Física durante a participação no PIBID, assim como verificar alguns elementos destacados pelos alunos como inerentes ao “saber do professor”.

“Esse ano como falei, sempre levávamos material pra eles [refere-se aos alunos da escola], por exemplo, a gente chegou falando o que era a astronomia, a diferença de astronomia para astrologia, por exemplo, é que sempre tem essa confusão [...] aí vinha várias ideias diferentes e aí a gente começou a falar, a gente contou um pouco de história também, que o pessoal, lá no passado também tinha ideia de sistema solar, a gente foi mostrando a evolução dos sistemas até chegar no que é hoje. Na verdade teve umas três atividades experimentais mais ou menos, mas a maior parte do tempo eram discussões, a gente levava as vezes um vídeo, ou uma simulação e aí a gente ia discutindo em cima disso, deixava eles perguntarem a vontade, as vezes

a gente não conseguia terminar tudo que estava previsto pra aula, mas um pouquinho que a gente dava rendia de curiosidades(B.III)".

Essa preocupação dos/das licenciandos/as em fazer uso de diferentes abordagens, como, histórica e experimental, está relacionada com o fato de quererem motivar e encantar os alunos para aprendizagem. No ensino público, há duas aulas de Física por semana, entretanto, conforme já se discutiu na seção teórica introdutória, grande parte das escolas não possui professor de Física formado na área específica, conseqüentemente, esse ensino se torna cada vez mais distante do que apontam as pesquisas em ensino de Física/Ciências e o esperado nos documentos oficiais. Os enunciados abaixo retratam os elementos da prática docente. Podemos verificar que os/as bolsistas retratam diferentes aspectos do convívio com o fazer docente:

"Eu não fazia ideia de que se eu chegar pra um aluno de escola pública é tão, tão, tão distante assim, porque não vou conseguir chegar e conversar com aluno de escola pública do mesmo jeito que eu tava acostumado na escola particular. É uma distância que se eu chegasse lá, primeira vez de chegar na escola pública, sem ter tido esse contato com o PIBID, eu ia chegar lá e não ia entender nada. O PIBID, tá ajudando, além de tudo o que mais o PIBID tá ajudando é pra ver o cotidiano do aluno do ensino público, que isso daí eu não tinha realmente contato, o jeito de falar, o que eles gostam, o que eles não gostam, que nível que está o ensino deles, não só na escola, mas fora também, isso daí eu não tinha ideia (B.I)".

"A primeira coisa que achei muito positiva foi falar, acabar improvisando, por que não tem jeito, a gente prepara uma aula, só que nunca sai exatamente como tá no papel, então assim, eu achei que foi muito legal, esse ano eu já tava bem mais solta com eles do que no ano passado, quando é a primeira vez, ai meu Deus, e se eu acabar antes do tempo, o que eu faço depois, então achei que isso foi o principal e também pra entender coisas assim como eu falei, será que o aluno realmente tá aprendendo, será que a aula tá boa só pra mim, porque as vezes a gente prepara uma aula super legal, que vai ser demais, mas no fim, as vezes até consigo

atenção deles, mas compreensão mesmo não tem (B.III)".

De um modo geral, os enunciados demonstram um entendimento mais complexo por parte dos/das bolsistas, na medida em que passam a compreender a importância de "conhecer o aluno". Também demonstram uma apreensão mais crítica das implicações do que representa ser um/a professor/a de Física, pois indicam que ser professor não significa dominar ou não determinado conteúdo da matéria de forma infalível, mas, ensinar, analisar, sistematizar e refletir sobre o andamento do processo. Esses ensinamentos são recordados por ARROIO, RODRIGUES FILHO, SILVA (2006 p. 1390) quando dizem que:

é necessário que o foco se desloque da figura do professor para o processo, onde neste processo os dois participantes, tanto o professor quanto o aluno, se envolvam em uma relação com o conhecimento que será compartilhado, construído e elaborado por ambos.

Nos discursos dos/das bolsistas podemos notar a preocupação com o fazer e saber docente. A profissão docente é caracterizada por um conjunto de saberes e/ou competências específicas que são construídas à medida que o/a professor/a relaciona o conhecimento teórico com a reflexão sobre sua prática e em constante interação com o meio social. Dessa forma, o PIBID como Programa de formação docente, constitui-se como um caminho para aproximar preocupações tradicionalmente vinculadas à universidade e à escola, isto é, os conteúdos acadêmicos com os saberes experienciais e que, por sua vez, determinam o conhecimento escolar.

O saber da experiência reflete os diferentes momentos do processo formativo e esses momentos só são formadores se contemplarem uma reflexão constante. Portanto, em ambos os núcleos de significação apresentados foi possível verificar elementos importantes para a constituição do saber docente e aqui assinala-se que dentre estes, estão a motivação como orientadora da aprendizagem e o

conhecimento como estratégia de encantamento. Especialmente o segundo núcleo contemplou a dinâmica das atividades desenvolvidas na escola e as contribuições para escola/alunos/universidade, uma vez que, “a aproximação da universidade com as escolas tem se mostrado uma possibilidade de ultrapassar os limites de uma formação inicial fechada nas paredes da universidade e distanciada das situações práticas do ensino” (PASSOS, 2016 p. 169).

Para finalizar esse tópico de resultados, é necessário enfatizar alguns achados importantes e que indicam o diálogo com o referencial teórico já apresentado. Primeiramente, salienta-se que em alguns dos enunciados é possível perceber sentidos que denotam a marca da transformação ofertada pelo PIBID. Dentre essas marcas, estão a desmitificação do entendimento acerca da docência, seja em termos de posicionamento docente, seja em termos de abordagem de conteúdo, aproximando o/a bolsista da própria “significação social da profissão”, conforme indica PIMENTA (2005).

Ao demarcar esses entendimentos, reafirma-se que o PIBID é um programa que, de fato, colabora com a incorporação da passagem do “ser aluno” para o “ser professor”, uma vez que aproxima o licenciando de desafios perenes na vida profissional docente. A constituição da identidade profissional, propiciada pela participação no PIBID permite um entendimento crítico de alguns elementos do processo formativo, dentre os quais destacamos alguns: o PIBID é parte do processo formativo e não se constitui como a realidade que será enfrentada, mas, apesar disso, não deixa de ser uma experiência que incidirá na práxis; permite sanar dúvidas e questionamentos acerca da docência que o licenciando produz ao longo da graduação; pelo fato de propiciar um envolvimento mais próximo e orgânico com as escolas e os professores das escolas, não há realizações que ensejam planejamentos ostentosos, se não aqueles que são factíveis com o “chão escolar”.

Quando se pensa essa discussão para a área da

Física escolar, é necessário reiterar, além desses aspectos anteriores, relacionados à docência de uma forma geral, a importância de uma formação que ultrapassa o conteúdo específico. Apesar dos avanços normativos voltados para a formação inicial brasileira, a área da Física indica a permanência de preocupações antigas e talvez ultrapassadas, conforme explicita MOREIRA (2021). De acordo com os dados aqui apresentados, o PIBID pode colaborar para esse foco formativo tão necessário na constituição da identidade profissional docente.

Considerações finais

Os núcleos de significação resultantes do presente estudo permitem identificar aspectos da formação docente que foram impulsionados pelo PIBID e que colaboram com a identificação da importância do programa, considerando que tais aspectos estão em total consonância com pontos cruciais do referencial teórico. À luz desse referencial, a pesquisa apresentou indicadores que possibilitaram compreender os sentidos e significados da influência do PIBID na formação inicial de licenciandos/as em Física.

A partir da totalidade dos sujeitos nos dois núcleos, percebemos que as falas de licenciandos/as revelam sentidos importantes acerca da docência: em geral, há uma visão de que se trata de um ofício complexo, contraditório e que, para esses/as licenciandos/as, mobiliza angústia e gera apreensão. Claramente, percebe-se a alusão a controvérsias, pois tais estudantes indicam o gosto pelo desenvolvimento das atividades e, ao mesmo tempo, concebem diversos problemas inerentes à escola.

É interessante que alguns dos enunciados indicam o reconhecimento de situações e/ou condições que, em geral, só são possibilitadas em exercício profissional. Ao expor os sentidos dados pelos/as estudantes, é importante se considerar que tais núcleos, tomados conjuntamente, expõem uma face bastante importante do programa porque revela a escola, a profissão e os/as estudantes de uma forma real, nada idealizada, assumindo a importância da profissão, mas reconhecendo

a dificuldade que a envolve. De alguma forma, portanto, o PIBID insere o estudante em uma realidade e deslinda as possibilidades diante as condições encontradas.

#### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, sob a forma de bolsa de mestrado para a autora principal e, também, com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio concedido na linha de pesquisa regular sob número de processo 2017/11374-0.

## 6. Referências

- ABIB, M. L. V. dos S. **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias na formação de professores**. In: GARCIA, N. M. D.; et al (Org). A Pesquisa em Ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias. Editora Livraria da Física, São Paulo: Brasil, 2012. pp. 229-238.
- AGUIAR, W. M. J. **Consciência e atividade: Categorias fundamentais da Psicologia Sócio-Histórica**. In: : BOCK, A. M. B.; GONÇALVES, M. G. M.; FURTADO, O. (Orgs). Psicologia Sócio-Histórica: uma perspectiva crítica em psicologia. 4.ed. Cortez. São Paulo: Brasil, 2009, pp. 95-110.
- AGUIAR, W. M. J.; OZELLA, S. Núcleos de significação como instrumento para a apreensão da constituição dos sentidos. **Psicologia: Ciência e Profissão**, Brasília, v. 26, n. 2, pp. 222-245. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-98932006000200006>.
- AGUIAR, W. M. J.; OZELLA, S. Apreensão dos sentidos: aprimorando a proposta dos núcleos de significação. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 94, n. 236, pp. 299-322. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2176-66812013000100015>.
- AGUIAR, W. M. J.; SOARES, J. R. S.; MACHADO, V. C. Núcleos de significação: uma proposta histórico-dialética de apreensão de significações. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v.45 n.155, pp.56-75. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053142818>.
- ANGOTTI, J. A. P. Desafios para a formação presencial e a distância do físico educador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 2, pp. 143-150, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000200004>.
- ARAÚJO, R. S.; VIANNA, D. M. A carência de professores de ciências e matemática na educação básica e a ampliação das vagas no ensino superior. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, pp. 807-822, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400003>.
- ARROIO, A.; RODRIGUES FILHO, U. P.; SILVA, A. B. F. da. A formação do pós-graduando em química para a docência em nível superior. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, pp. 1387-1392, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000600040>.
- BORGES, O. Formação inicial de professores de física: formar mais! Formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 2, pp. 135-142, 2006. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/cLsQgYnRVq5cwcTkvqGT6Mv/abstract/?lang=en>>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- BOZZINI, I. C. T. et al. **PIBID UFSCar: uma parceria colaborativa entre universidade e escola**. 1ed.São Carlos: Pedro & João Editores, 2018.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Parecer CNE/CP nº 9, de 8 de maio de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Portal MEC. Brasília, DF:MEC/CNE/CP, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº. 9: estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física. Diário Oficial da União. Brasília, 26 mar. 2002. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces09\\_02.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces09_02.pdf)>. Acesso: em 25 mar. 2022.
- CAMARGO, S. **Discursos presentes em um processo de reestruturação curricular de um Curso de Licenciatura em Física: o legal, o real e o possível**. 285f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Doutorado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.

- CARVALHO JUNIOR, G. D. As Concepções de ensino de física e a construção da cidadania. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n.1, pp. 53-66, 2002. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9294>>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- CORTELA, B. S. C. **Formação inicial de professores de física: fatores limitantes e possibilidades de avanços**. 288f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Doutorado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.
- DARROZ, L. M.; WANNMACHER, C. M. D. Aprendizagem docente no âmbito do PIBID/Física: a visão dos bolsistas de iniciação à docência. **Revista Ensaio Pesq. Educ Ciênc.** Belo Horizonte. v. 17. n. 3. p. 727-748. set-dez 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172015170309>.
- DAVIS, C.; AGUIAR, W. M. J. Atividade docente: transformações do professor na perspectiva da psicologia sócio-histórica. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 14, n. 2, pp. 233-244, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-85572010000200006>.
- GARCIA, C. M. O professor iniciante, a prática pedagógica e o sentido da experiência. **Formação Docente**. Belo Horizonte, v. 02, n. 03, pp. 11-49, 2010. Disponível em <<https://revformacaodocente.com.br/index.php/rbpf/article/view/17>>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- GATTI, B. A. et al. **Um estudo avaliativo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pi-bid)**. FCC/SEP. São Paulo: Brasil, 2014.
- GIMENEZ, A. P.; CHAVES, T. V. O PIBID como espaço de construção de saberes docentes em um curso de licenciatura em física. **Revista Insignare Scientiae**. v. 2. n. 4. set-dez 2021. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2019v2i4.10998>.
- GOBARA, S. T.; GARCIA, J. R. B. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, pp. 519-525, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000400009>
- IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 6. Ed. Cortez. São Paulo: Brasil, 2006.
- KUENZER, A. Z. A formação de professores para o ensino médio: velhos problemas, novos desafios. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 32, n. 116, pp. 667-688, 2011. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/es/a/JB47HW4XrnBSbYT4zM5N6gh/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- KUSSUDA, S. R. **A escolha Profissional de Licenciandos em Física de uma universidade pública**. 184 f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Mestrado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.
- MARCHAN, G. da S. **Políticas públicas, currículo e o processo de formação docente: um estudo sobre as configurações curriculares dos cursos de Licenciatura em Física de uma Universidade Pública**. 244 f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Mestrado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.
- MARCHAN, G. da S.; NARDI, R. Uma análise do Perfil Identitário Docente Proposto Pelas Licenciaturas em Relação aos Princípios Formativos Propostos pelas DCN da Física. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. Campinas. Atas do VIII ENPEC. Unicamp. Disponível em <[http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viii/enpec/trabalhos.htm](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/trabalhos.htm)>. Acesso em: 01 set 2020.
- MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, suppl. 1. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.
- OBARA, C. E.; BROIETTI, F. C. D. e PASSOS, M. M. Contribuições do PIBID para a construção da identidade docente do professor de Química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, 2017, p. 979-994. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170040003>
- ONOFRE, M.R. **Ações e experiências compartilhadas do PIBID UFSCar**. 1ed.São Carlos: Pedro & João Editores, 2018.
- PASSOS, L. F. **Práticas formativas em grupos colaborativos: das ações compartilhadas à construção de novas**

- profissionalidades.** In: ANDRÉ, M. (Org.) Práticas inovadoras na formação de professores. Papirus. Campinas: Brasil, 2016.
- PENA, F. L. A. Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula? Carta ao Editor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 4, pp. 293-295, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172004000400002>.
- PINHEIRO, C. DA S.; COLOMBO JUNIOR, P. D. Contribuições do PIBID na construção da identidade docente de professores de ciências da natureza e matemática. **Revista Brasileira de Pós Graduação**. v. 17. n. 37. p. 1-27, jul 2021. Disponível em <<https://rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/1719/934>>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- PIMENTA, S. G. **Saberes pedagógicos e atividade docente.** Cortez. São Paulo: Brasil, 1999.
- PIMENTA, S. G. Professor pesquisador: mitos e possibilidades. **Contrapontos**, Itajaí, v. 5, n.1. pp. 09-22. 2005. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/332687157\\_Professor-Pesquisador\\_mitos\\_e\\_possibilidades](https://www.researchgate.net/publication/332687157_Professor-Pesquisador_mitos_e_possibilidades)>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência.** 5. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- PINTO, J. M. de R. O que explica a falta de professores nas escolas brasileiras? **Jornal de Políticas Educacionais**, n. 15, pp. 03–12, 2014. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/jpe/article/view/39189>>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- PIRATELO, M. V. M.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. de M. Um estudo a respeito das evidências de aprendizado docente no PIBID da Licenciatura em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 31. n. 3, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p493>.
- ROCHA, L. P.; FIORENTINI, D. O desafio de ser e constituir-se professor de matemática durante os primeiros anos de docência. In: 28a REUNIÃO ANUAL DA ANPED, v. único. pp. 1-17. Caxambu – MG. Disponível em: <<http://28reuniao.anped.org.br/>>. Acesso em: 01/09/2020. 2005.
- SANTOS, C. A. B.; CURI, E. A formação dos professores que ensinam física no ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 4, pp. 837-849, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000400007> OK
- SECCO, D.; REBEQUE, P. V. Uma revisão da literatura sobre a formação inicial de professores de Física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. único, Águas de Lindoia. Anais. Abrapec. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/>>. Acesso em: 2015.
- SILVA, F. K. . M. da; OLIVEIRA, F. G.; MATOS, A. H. de M. Potencialidades reflexivas para a formação inicial a partir do PIBID e do Estágio. **Laplage Em Revista**, v. 4, n.1, p.274-286, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24115/S2446-6220201841408p.274-286>.
- SOARES, J. R. **Atividade docente e subjetividade:** sentidos e significados constituídos pelo professor acerca da participação dos alunos em atividades de sala de aula. 317f. Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Psicologia da Educação. Doutorado em Educação: Psicologia da Educação. Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2011.
- VEIGA, I. P. A. **Docência como atividade profissional.** In: VEIGA, I. P. A.; D'ÁVILLA, C. M. (Orgs.) Profissão docente: novos sentidos, novas perspectivas. 1a ed. Papirus. Campinas: Brasil, 2008.
- VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem.** 1a Ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2001.







## DIVERSIFICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA ATIVAR E MANTER O INTERESSE EM AULAS DE QUÍMICA

### DIVERSIFICATION OF TEACHING STRATEGIES TO ACTIVATE AND MAINTAIN INTEREST IN CHEMISTRY CLASSES

## DIVERSIFICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA ATIVAR E MANTER O INTERESSE EM AULAS DE QUÍMICA

Jesus Cardoso Brabo\* , Elzeni Oliveira da Silva\*\* 

Cómo citar este artículo: Brabo, J. C; Silva, E. O. (2021). Diversificação de estratégias didáticas para ativar e manter o interesse em aulas de Química. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 153-167. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16489>

#### Resumo

Este trabalho propôs a elaboração e avaliação de um módulo didático de introdução à Química, voltado especificamente para turmas de EJA. Um produto educacional baseado em sugestões de pesquisas contemporâneas da área de ensino de Química e em recomendações das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica. A fim de introduzir os jovens e adultos nos estudos de Química, foi proposto uma combinação de atividades de leitura e interpretação de textos, Mão na massa e POE (Prediga, Observe e Explique), colocada em prática em uma turma de vinte alunos da primeira etapa EJA/Ensino Médio (período noturno) de uma escola pública da cidade de Belém/PA. Dados de pesquisa foram coletados e analisados de forma qualitativa, a fim de averiguar mudanças comportamento, insights e eventuais aprendizagens dos alunos, tendo como referência técnicas de etnografia escolar e análise de conteúdo. São discutidas algumas evidências de que o conjunto de atividades proposto tem potencial didático para ativar e manter o interesse e envolvimento de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) na aprendizagem de Química.

**Palavras chave:** Química. Interesse. Meios de ensino. Educação de adultos.

#### Abstract

It is a proposal for designing and evaluating didactic material to an introduction to Chemistry to educate young and adults. It was an educational process based on the results of contemporary research about teaching Chemistry and the recommendations of the current Brazilian Curriculum Guidelines for this

Recibido: junio de 2020; aprobado: febrero de 2022

\* Doutor em Ensino de Ciências. Universidade Federal do Pará – UFPA, Brasil. E-mail: brabo@ufpa.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6757-0540>.

\*\* Mestre em Docência em Ciências e Matemática. Instituto Federal do Pará – IFPA. E-mail: elzeni.silva@ifpa.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8152-680X>.

teaching modality. Youth and adults developed a combination of reading activities, interpretation of texts, hands-on activities, and POE (Predict, Observe and Explain), developed in a class of twenty high school students from a public institution in Belem city, Brazil. Data was collected and analyzed qualitatively, to determine changes in behavior, ideas, and eventual learning of students concerning Chemistry, using school ethnography and analysis as reference techniques of content analysis. At the final, the didactic potential to activate and maintain the interest and participation of students in learning Chemistry is discussed, based on the activities proposed in the material.

**Keywords:** Chemistry. Interest. Teaching methods. Young and Adults Education.

### Resumen

Se presenta el diseño y evaluación de un material didáctico para la introducción a la Química, dirigido a la educación de jóvenes y adultos. Fue un proceso educativo basado en resultados de investigación contemporánea en el área de la enseñanza de Química y las recomendaciones de las Directrices Curriculares Brasileñas actuales, para esta modalidad de enseñanza. Se les presentó a los jóvenes y adultos una combinación de actividades de lectura, interpretación de textos, actividades hands on y POE (Predecir, Observar y Explicar), puesta en práctica en una clase de veinte estudiantes de secundaria de una escuela pública en la ciudad de Belém en Brasil. Los datos de la investigación se recopilaron y analizaron de forma cualitativa, con el fin de determinar los cambios en el comportamiento, las ideas y el aprendizaje eventual de los estudiantes con relación a la Química, teniendo como técnicas de referencia la etnografía escolar y el análisis de contenido. Al final, se discute el potencial didáctico para activar, mantener el interés y la participación de los estudiantes en el aprendizaje de Química, a partir de las actividades propuestas en el material.

**Palabras clave:** Química, Interés, Métodos de enseñanza, Educación de adultos.

## 1. Introdução

A chamada Educação de Jovens e Adultos (EJA) ainda é um grande desafio no Brasil. De acordo com o último relatório do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística sobre o assunto, 65,9 milhões de pessoas com mais de 15 anos não frequentavam a escola e não concluíram o ensino fundamental completo, das quais 12,9 milhões foram consideradas analfabetas (IBGE, PNAD 2011).

Para atender adequadamente esse grande contingente de pessoas, muito mais que expandir a oferta de vagas, era essencial aprimorar os objetivos e qualidade das aulas da EJA. HADDAD

(2009) mostrou que até o início dos anos 2000 a EJA visava basicamente a alfabetização instrumental (saber ler, escrever e fazer cálculos) e só após a última reforma curricular da modalidade (BRASIL, 2002) passou a privilegiar o chamado letramento, entendido como o desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e atitudes que favorecem o uso de conhecimentos nas mais diversas práticas sociais. Ou seja, somente após as reformas curriculares recentes a EJA passou a privilegiar não apenas a aprendizagem da “leitura da palavra”, mas sim a “leitura de mundo”.

A diferença de idade é apenas um dos fatores que devem ser considerados, já que grande parte dos

estudantes de EJA são pessoas que tiveram a sua vida escolar interrompida por força de circunstâncias do tipo: ter que auxiliar no sustento da família, cuidar da nova família formada, sofrer pressão do cônjuge para sair da escola, não dispor de tempo e/ou recursos financeiros para se manter estudando, ter histórico de repetência, sérias dificuldades de aprendizagem e adaptação escolar etc. Na maioria das vezes, o retorno dos adultos à escola acontece justamente por conta das dificuldades sociais e de inserção no mercado de trabalho que a falta de estudos acaba implicando.

As coisas complicam um pouco mais quando se trata de ensinar Química para alunos dessa modalidade. Estudos realizados sobre o ensino de Química no Brasil e no exterior têm mostrado, entre outras coisas, que a Química como disciplina da educação básica e até mesmo universitária é considerada impopular e irrelevante aos olhos dos estudantes (KRAJCIK, MAMLOK, HUG, 2001); que, do jeito que é frequentemente apresentada, não promove habilidades cognitivas de ordem superior (ZOLLER, 1993); que os alunos acabam aprendendo coisas que não correspondem ao que os professores de química desejam que eles realmente aprendam (ÖZMEN, 2004); que o ensino de química, de uma maneira geral, não está mudando, principalmente porque os professores têm medo da mudança e precisam de orientação (MALDANER, 1999; GIROTTO JUNIOR, DE PAULA, MATAZO, 2019). Para piorar, todas essas dificuldades referem-se a pesquisas realizadas com estudantes da educação regular. Nas turmas de EJA, frequentemente, mesmo aqueles estudantes que conseguem tirar boas notas em disciplinas de ciências naturais, apresentam dificuldade de interpretar textos ou explicações de conhecimentos científicos e tecnológicos relacionados à Química e/ou dificuldade de aplicar em situações concretas as fórmulas, nomes e diagramas memorizados durante as aulas etc. (VERONEZ, VERONEZ, RECENA, 2009).

Este trabalho apresenta alguns detalhes e resultados do processo de elaboração e avaliação

de um módulo didático de introdução à Química, voltado especificamente para turmas de EJA. Um produto educacional baseado em sugestões de pesquisas contemporâneas da área de ensino de Química e em recomendações das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (BRASIL, 2013).

Durante a elaboração do módulo em questão, especificamente, procurou-se sondar as dificuldades que, geralmente, alunos da EJA têm em compreender conhecimentos básicos de Química e, diante disso, selecionar estratégias didáticas que, mais apropriadamente, poderiam ser utilizadas para contornar os problemas de aprendizagem e motivação detectados.

O resultado de algumas pesquisas recentes sobre ensino de Química na EJA, como as COSTA, AZEVEDO e DEL PINO (2017) e FIGUEIREDO et al. (2017), têm apontado a diversificação da natureza das atividades educativas como um princípio didático importante. Além, disso uma revisão de um número considerável de estudos internacionais sobre interesse dos alunos em aulas de ciências, realizada por JACK e LIN (2017), concluiu que a melhor forma de atrair e manter o interesse dos alunos nas aulas (um fator essencial para aprendizagem) é justamente a diversificação de estratégias didáticas.

Considerando os resultados e recomendações das pesquisas supra-citadas, sugestões didáticas de estratégias do tipo Mão na massa (SCHIEL, 2005) e Prediga, Observe e Explique - POE (WHITE, GUNSTONE, 1992; HAYSON, BOWEN, 2010) foram utilizadas para compor atividades didáticas predominantemente dialogadas, onde questões e hipóteses são postas em discussão e submetidas a testes empíricos ou escrutínio argumentativo, ao mesmo tempo em que os estudantes são estimulados a pensar sobre o assunto, expor e debater suas ideias prévias e fazer registros em forma de textos, mapas conceituais, esquemas, quadro sinópticos etc. As implicações do uso desse conjunto de atividades em uma turma de EJA é objeto desta pesquisa.

## Como manter o interesse de alunos em aulas de ciências?

Uma revisão de pesquisas sobre interesse em aulas de ciências de escolas americanas e europeias, relativamente recente, desenvolvido por POTVIN e HASNI (2014), demonstrou que a transição entre o ensino fundamental e médio é o período chave durante o qual o interesse das crianças em aprender ciência começa a declinar. As pesquisas revisadas POTVIN e HASNI (2014) indicam que esse declínio ocorre principalmente devido ao excesso de ênfase no desempenho acadêmico dos alunos nas avaliações escolares e ao fracasso em promover entre os estudantes uma compreensão da utilidade do ensino escolar em suas vidas pessoais e/ou profissionais.

Segundo POTVIN e HASNI (2014), a ênfase exagerada no desempenho acadêmico acaba dificultando que os estudantes apreciem de forma mais efetiva a beleza e poder sublime da ciência como uma representação racional dos fenômenos naturais. Essa falta de sensibilidade e interesse pela ciência transportam-se para a vida adulta dos estudantes e os impede de perceber desde cedo como a aprendizagem da ciência amplia a experiência pessoal e oportunidades de intercâmbios sócio-culturais; sufoca o prazer e o interesse em aprender a ciência ao longo da vida e, conseqüentemente, dificulta o exercício pleno da cidadania, principalmente quando este envolve a tomada de decisão sobre assuntos de interesse social que requerem domínio de conhecimentos científicos.

Embora jovens possam demonstrar desinteresse pelos conteúdos vistos em salas de aula, isso não quer dizer que eles realmente não se interessam por assuntos científicos. Uma pesquisa realizada por OSBORNE e COLLINS (2001) mostrou que crianças e jovens da Inglaterra, por exemplo, são relativamente bem predispostos e tem interesse em aprender ciências, mas não da forma como é apresentada em sala de aula. Nesse caso, a tarefa não é, portanto, criar interesse, mas redirecioná-

lo ao conteúdo da ciência escolar. Aproximando, de maneira adequada, o conhecimento pessoal dos estudantes dos problemas, métodos e atitudes científicas que gostaríamos que aprendessem.

O interesse é essencial para o engajamento. Segundo KRAPPA e PRENZEL (2011), em geral, quando cientistas renomados são perguntados sobre o porquê de dedicarem a vida a examinar fenômenos científicos, respondem: queremos saber como as coisas funcionam – nos interessa. Ou seja, o interesse pelo conhecimento é a força motriz por trás da pesquisa.

Nesse sentido, o grande desafio dos professores seria despertar o interesse dos alunos para a experiência de prazer e fascínio que a descoberta pessoal possibilita. Isso não só tornaria a aprendizagem da ciência genuína e individualmente interessante, mas também permitiria a realização de aprendizagem como uma conquista pessoal, não somente uma obrigação escolar (BEDIN, DEL PINO, 2018).

Com esse intuito de sistematizar informações a respeito do interesse dos estudantes, JACK e LIN (2017) reuniram e compararam estudos a respeito do interesse dos estudantes sobre diferentes estratégias de ensino em aulas de ciências e outras disciplinas. A ideia básica desse estudo é que, assim, como um fazendeiro hábil intercede para controlar a acidez e alcalinidade do solo para promover o melhor potencial de crescimento natural de plantas, ao professor de ciências caberia a tarefa crítica de selecionar as melhores estratégias e materiais instrucionais para melhor explorar, satisfazer e agradar aos interesses dos alunos (JACK, LIN, 2017).

Após revisar, em diferentes bases de dados internacionais, pesquisas e artigos de revisão sobre o tema (estratégias de ensino que mais despertam interesse dos estudantes), JACK e LIN (2017) destacaram três artigos de revisão, cujos resultados, contrastados entre si, apontam nove estratégias instrucionais específicas que têm o potencial de tornar a aprendizagem da ciência mais interessante (Tabela 1):

**Tabela 1:** Tipos de estratégias que tornam as aulas de ciências mais interessantes

| Estratégia                   | Qutub<br>(1972) | Hootstein<br>(1994) | Zahorik<br>(1996) |
|------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| Envolvimento Pessoal         | X               | X                   | X                 |
| Significativamente relevante | X               | X                   | X                 |
| Novidade/desafio             | X               | X                   |                   |
| Autonomia                    | X               | X                   |                   |
| Professor-aluno              | X               |                     | X                 |
| Confiança estudantil         | X               |                     |                   |
| Insight anedótico            |                 |                     | X                 |
| Trabalho em grupo            |                 |                     | X                 |
| Variiedade                   |                 |                     | X                 |

Fonte: JACK e LIN (2017)

Como se pode ver na tabela 1, entre os nove principais tipos de estratégias didáticas que as pesquisas citadas demonstraram ser mais interessantes para os estudantes, duas delas – atividades significativamente relevantes e que as requerem envolvimento pessoal – aparecem nos três artigos de revisão mencionados e três delas – novidade/desafio, autonomia e professor-aluno – aparecem em pelo menos dois.

Cada um dos nove itens mostrados na tabela 1, na verdade são uma espécie de rótulo para um conjunto de expedientes didáticos utilizados pelos professores, que não se excluem mutuamente. A fim de esclarecer do que se trata, vale a pena ver como JACK e LIN (2017) definiram cada um desses rótulos:

*Envolvimento pessoal* rotula um conjunto de estratégias que demanda uma ativa participação em atividades, engajando os alunos em diferentes tipos de atividades de resolução de problemas e/ou elaboração de produtos que não se restrinjam a meros trabalhos escolares para fins avaliativos, mas tenham utilidade além da sala de aula (textos, vídeos, campanhas, relatórios de pesquisas etc.).

*Estratégias de cunho significativamente relevante* envolvem os estudantes em tarefas relacionadas os interesses e conhecimentos prévios dos estudantes o que implica em uma participação ativa na compreensão do assunto que está sendo objeto de estudo.

*Novidade/desafio*, como o próprio rótulo sugere, são aquelas tarefas que surpreendem ou desafiam os alunos, conectando-lhes emocionalmente ao tema, através da diversão ou surpresa provocada pela experiência de aprendizagem.

*Atividades que estimulam a autonomia* também despertam interesse dos estudantes, uma vez que exigem que eles se encarreguem de tarefas que implicam a divisão de responsabilidades para execução de uma determinada finalidade educativa.

*O conjunto de estratégias sob o rótulo professor-aluno* incluem ações do tipo: (a) dar atenção pessoal aos alunos para ajudá-los a superar suas dificuldades de aprendizagem; (b) informar claramente aos estudantes o que se espera que aprendam e cobrar de acordo; (c) dar espaço e respeitar a participação e opiniões dos estudantes; (d) permitir que os estudantes disponham de tempo adequado para refletir sobre o que aprenderam, (e) evitar o tédio e melhorar o engajamento, ao ponderar eventuais concepções alternativas dos estudantes e (f) criar atividades de aprendizagem que sejam divertidas e agradáveis.

Atividade rotuladas como *confiança estudantil* estão relacionados à atitude dos professores em demonstrar respeito e valorizar dúvidas e opiniões dos estudantes, permitindo-lhes compartilhar abertamente as suas ideias com colegas, sem medo de represálias, e fazer perguntas sobre informações ou conceitos que eles têm dificuldade em compreender. Isso permite que os estudantes possam aprender a partir de situações inesperadas, e os incentiva a ir além do que é trazido pelo professor. Dando-os oportunidades para experimentar o prazer do sentimento de interesse genuíno na própria atividade instrutiva.

*Insights anedóticos* se referem às situações nas

quais os professores (ou pessoas convidadas) descrevem experiências pessoais (ou históricas) – geralmente em tom humorístico, descontraído e entusiasmado – estimulando os estudantes a vivenciarem a emoção pessoal do que está sendo narrado e, assim, prepará-los para aprender mais sobre o conteúdo de ciência que possa estar relacionado ao caso.

*Trabalho em grupo* são as tarefas de interações interpessoais entre estudantes que fornecem oportunidades para produção de artefatos e permitem tornar a aprendizagem dos estudantes visível para eles, para outros colegas e para o professor.

*Variedade* refere-se ao uso de diferentes objetos ou aparatos para ajudar os estudantes a pensar mais profundamente sobre o tema, tais como quebra-cabeças, jogos, animações de computador, trabalhos de campo etc. A adoção do princípio do uso de variedade, em tese, possibilita que o professor tenha maiores chances de atender as distintas expectativas de aprendizagem de estudantes com diferentes estilos de aprendizagem. Em suma, segundo JACK e LIN (2017), os dados da Tabela 1 sugerem que o interesse na aprendizagem escolar requer dos estudantes: (1) engajamento pessoal ativo, (2) compreensão significativa da relevância cognitiva do assunto a ser estudado, (3) experiências emocionais divertidas ou que causem surpresas e (4) relações socialmente positivas de apoio dos professores e colegas.

Em um estudo anterior (JACK, LIN, 2014), os mesmos autores encontraram um padrão consistente de três estímulos-chave para a instrução: (1) novidade, (2) envolvimento e (3) significação. Com isso, postularam que, quando esses três estímulos educacionais específicos são combinados em sala de aula um Triângulo de Combustão de Interesse é formado e pode transformar o estado inicial de desinteresse em aprender a ciência para um estado de interesse, envolvimento e aprendizagem de conteúdos científicos.

### 3. Princípios e estratégias selecionadas para elaboração do módulo didático

De posse da informação de quais tipos de estratégias podem ser utilizadas para despertar o interesse dos alunos, ativando o Triângulo de Combustão de Interesse sugerido por JACK e LIN (2014, 2017), decidiu-se compor um conjunto de atividades para ensinar conceitos básicos de Química para alunos da EJA. A intenção foi utilizar as ideias sobre estratégias didáticas mais interessantes e recomendações curriculares atuais (BRASIL, 2002; BRASIL, 2013) para compor as atividades de introdução à Química, com o intuito contornar os problemas de desmotivação e desinteresse dos estudantes, engajando-os cognitivamente e emocionalmente nas tarefas didáticas e, assim, aumentar as chances de aprendizagem dos conhecimentos e habilidades científicas almejadas.

A partir de então, com o intuito de fornecer um direcionamento para a elaboração das atividades do módulo, foi elaborada a seguinte lista de princípios didáticos de referência.

- Diversificar a natureza das atividades: e assim potencializar o fator surpresa/novidade nas aulas, fazendo com que os estudantes fiquem curiosos sobre “o que professor vai inventar hoje?”. Além disso, tal medida visa evitar a monotonia do uso exclusivo ou exagerado de qualquer que seja a estratégia didática.
- Dar oportunidades para que os estudantes tomem consciência de seus eventuais conhecimentos prévios e possam contrastá-los com hipóteses cientificamente aceitas ao longo da História da ciência. Isso lhes possibilitará entender a natureza e a função das hipóteses científicas e suas relações com eventuais evidências empíricas de confirmação ou descarte das hipóteses, tornando os conceitos apresentados mais significativamente relevantes.
- Estimular a exposição de dúvidas que surgirem durante as aulas, ainda que pareçam

triviais. Mesmo que o professor não seja capaz de respondê-las de forma imediata, tais dúvidas podem ser objeto de discussão em aulas posteriores ou pesquisa bibliográfica dos próprios alunos. Estimulando assim o envolvimento pessoal dos estudantes nas atividades e a confiança em si e no professor.

- Incentivar a prática do diálogo aberto e respeitoso sobre ideias: fazendo os estudantes perceberem que mesmo ideias equivocadas ou aparentemente triviais podem servir como base para aprendizado de conhecimentos científicos, fazendo-os praticar o uso de diferentes tipos de argumentos, mostrando as diferenças e aplicações de cada um deles (descrições, inferências, categorizações, falácias etc.).
- Dar oportunidades para que os estudantes produzam e organizem seus próprios dados de forma autônoma. Uma prática típica do cotidiano científico que poderá ajudá-los a perceber de onde vem e como esses dados são obtidos e organizados, além de ajudá-los a compreender como interpretar tabelas e gráficos que aparecem nos textos didáticos de Química ou mesmo aqueles veiculados no noticiário impresso ou televisivo.
- Utilizar atividades do tipo mão na massa (hands-on), dando oportunidades nas quais os estudantes tenham contato e manipulem aparatos de Química, que, além de estimular a curiosidade, poderá dar-lhes a noção de como, de onde vem e para que servem os objetos que eventualmente são ilustrados em livros de Química.
- Praticar leituras direcionadas de textos informativos: ensinando-lhe e dando-lhes oportunidades de praticar a marcação de trechos importantes, elaboração de dúvidas, produção de sínteses ou tópicos e a interconversão de texto em esquemas (mapas conceituais, sumários, organogramas etc.)
- Sempre que possível, apresentar e discutir aspectos históricos e/ou sociais (contexto da descoberta, aplicações tecnológicas,

impactos ambientais, controvérsias científicas ou sociais) relacionados ao assunto que está sendo estudado em aula, utilizando de insights anedóticos, vídeos ou textos jornalísticos sobre o assunto.

- Fornecer feedback sobre as previsões, hipóteses e explicações apresentadas: através da exposição e discussão de algumas das respostas em sala os estudantes poderão tomar consciência de eventuais acertos e equívocos e assim procurar não repetir eventuais erros de interpretação, raciocínio, ortografia, gramática, representação etc. Para evitar possíveis constrangimentos relacionados a esse tipo de atividade, pode-se optar em comentar as respostas sem identificar quem as elaborou.

Prediga, Observe e Explique – P.O.E. (WHITE, GUNSTONE, 1992) e atividade do tipo Mão na Massa (SCHIEL, 2005) foram duas das estratégias didáticas disponíveis na literatura da área de Educação em Ciências que, a nosso ver, estão relativamente de acordo com a maioria das recomendações acima listadas. Ambas foram pensadas e tem sido amplamente utilizadas especificamente em aulas de ciências da educação básica, possuem etapas de explicitação e discussão de conhecimentos prévios, possibilitam a manipulação de materiais e trabalho em grupo, entre outras vantagens didáticas. Para fins de esclarecimento, a seguir, serão apresentados alguns pormenores de cada uma dessas estratégias.

### 3.1. P.O.E. - Prediga, Observe e Explique

A chamada estratégia Prediga, Observe e Explique - P.O.E. (ou simplesmente POE) originalmente foi elaborada como uma técnica de pesquisa das chamadas concepções alternativas (CHAMPAGNE, KLOPFER, ANDERSON, 1980; GUNSTONE, WHITE, 1981) e logo em seguida foi adaptada para uso em aulas de ciências naturais.

Consiste na realização guiada de um experimento em três etapas distintas mas interdependentes – predição, observação, explicação (WHITE, GUNSTONE, 1992). Na primeira etapa o professor

descreve o passo a passo de um fenômeno ou experimento científico, cujos desdobramentos possam causar certa dose de surpresa aos estudantes, apresentando e explicando a função de cada aparato e substância utilizados no experimento e estimulando a curiosidade da turma.

Antes de completar todos os passos anunciados, o professor instiga os estudantes a elaborar e registrar (de forma escrita, desenhada ou esquemática) previsões sobre o que eles acham que vai acontecer após a execução de determinados passos. Tais previsões devem ser acompanhadas da descrição das possíveis razões/causas imaginadas pelos estudantes.

Em seguida, o professor inicia a execução dos passos previamente anunciados e pede aos estudantes que observem atentamente o que de fato acontece, dando oportunidades para que eles, durante essa etapa, debatam e tentem conciliar possíveis conflitos entre suas previsões e observação dos resultados dos experimentos.

Após o debate e eventuais repetições de alguns passos do experimento e/ou modificações de variáveis para testes de novas hipóteses – que eventualmente possam surgir durante o debate sobre o que efetivamente foi observado – o professor sintetiza na lousa as ideias apresentadas pelos diferentes grupos e/ou indivíduos e expõem a explicação cientificamente aceita do fenômeno em questão, chamando atenção para eventuais limitações ou falhas das hipóteses alternativas que tenham sido apresentadas pelos estudantes durante a atividade.

O POE é uma estratégia didática de orientação construtivista que visa tornar as aulas de laboratório mais próximas da prática real de cientistas, ajudando o professor a explicitar e debater eventuais conhecimentos prévios dos estudantes, engajando-os em reflexão e debate sobre observações e experiências, a fim de obter uma compreensão mais efetiva dos fenômenos e teorias científicas em pauta (WHITE, GUNSTONE, 1992).

O princípio construtivista de que todas as observações são carregadas de teoria subjaz o modelo de experimentação do tipo POE, que se originou como alternativa ao modelo de experimentação didática baseado na execução de práticas de laboratório excessivamente diretivas, cuja baixa eficácia de aprendizagem de conhecimentos científicos vinha sendo duramente criticada.

Na época, revisões de pesquisas sobre aulas de laboratório, tais como as de TAMIR (1977) e HOFSTEIN e LUNETTA (1980), mostraram que muitos professores que conduziam atividades práticas em laboratórios de ciências, ao invés de dar oportunidades de reflexão e discussão de hipóteses, esclarecimento de dúvidas e consulta à fontes de informação, acabavam se preocupando mais em fazer com que seus estudantes realizassem corretamente os experimentos. Ou seja, acabavam se preocupando mais com a manipulação dos aparatos e coleta de medições, deixando em segundo plano a discussão de hipóteses alternativas e dúvidas que poderiam ser exploradas durante a realização dos experimentos, inclusive a respeito de eventuais erros de execução ou incidentes intrigantes.

Desde então, a técnica POE vem sendo usada tanto como instrumento de coleta de concepções alternativas quanto como inovação didática de aulas práticas convencionais (WHITE; GUNSTONE, 1992; HAYSON; BOWEN, 2010) e, mas recentemente, como princípio de elaboração de experimentos simulados em computador (KEARNEY, 2004; AKPINAR, 2014).

Um estudo desenvolvido por BRABO, CAJUEIRO e VIEIRA (2017) mostrou que é possível adaptar experimentos científicos clássicos e transformá-los em atividades do tipo POE. No entanto, segundo esses autores, não pode ser qualquer experimento: o fenômeno estudado necessariamente deve ser suficientemente curioso, estimulante, contraintuitivo e, ao mesmo tempo, não ser óbvio para os alunos, ser facilmente observado com instrumentos disponíveis e transcorrer rapidamente



(ou em um intervalo tempo menor que a duração da aula) para permitir a realização de todas as etapas de predição, observação/discussão e explicação. Naturalmente, para realizar atividades didáticas do tipo POE o professor deve estar preparado para gerir as discussões que possam decorrer das congruências ou discrepâncias das hipóteses apresentadas pelos estudantes para explicar suas respectivas previsões. Além disso, como qualquer outro tipo de atividade de experimentação prática, o professor deve dispor de infraestrutura mínima e de aparatos científicos e/ou substâncias químicas necessárias para realização dos experimentos e, principalmente, ter suficiente experiência para manipulá-los de acordo com normas segurança vigentes.

#### **Mão na Massa** (*La main à la patê*)

O chamado projeto Mão na Massa (*La main à la patê*) é uma iniciativa de educadores franceses, liderados pela Prêmio Nobel de Física Georges Charpack, cujo objetivo é revitalizar o ensino de ciências nas escolas de educação básica, disseminando e desenvolvendo um conjunto de sugestões didáticas e atividades do tipo hands-on, que estimulam a investigação de fenômenos e conceitos científicos, partindo de atividades experimentais de fácil realização e estimulando o desenvolvimento do raciocínio lógico e da linguagem oral e escrita (SCHIEL, 2005).

O projeto teve início em 1995, mediante o apoio e financiamento da Academia Francesa de Ciências. Atualmente faz parte do rol de projetos apoio pelo Inter-Academy Panel - IAP, órgão mundial das academias de Ciências e tem sido disseminado para diversos países no mundo. No Brasil o programa é desenvolvido desde 2001, com a denominação de ABC na Educação Científica, sob os auspícios da Academia Brasileira de Ciências.

Os autores do projeto Mão na massa reiteram que, diferentemente de muitos educadores possam pensar, os experimentos das atividades não foram propostos apenas com o objetivo de servir como mera demonstração de aplicação de determinado conceito ou teoria. Sua real função é motivar

e mobilizar os alunos a questionar, manipular e buscar explicações para o que está sendo observado, testando in loco eventuais hipóteses explicativas que surgem durante a realização da atividade. Enquanto isso, os estudantes são estimulados a registrar em forma de texto, desenhos e/ou esquemas os que observavam, suas questões e eventuais explicações.

Os autores do projeto possuem diversos livros com atividades elaboradas e testadas em escolas da França, Brasil e em outros países do Mundo, mas também realizam eventos para disseminar e resultados dos projetos com o objetivo de estimular professores da educação básica a produzirem, testarem e apresentarem os resultados suas próprias atividades “mão na massa”, de acordo com os seguintes passos (SCHIEL, 2005):

a. Seleção uma situação inicial: assunto, tema e/ou fato escolhido em função dos conteúdos, habilidades e/ou atitudes que se pretende ensinar, nível de escolaridade dos estudantes, recursos disponíveis (aparatos, ambientes, livros etc.) e interesses dos alunos.

b. (Re)formulação de questionamento dos alunos: após estimular os alunos a apresentar perguntas sobre a situação inicial apresentada, o professor ajuda na (re)formulação das perguntas, a fim de assegurar seu sentido, focalização no assunto que pretende abordar e na promoção da melhora da expressão oral dos alunos.

c. Elaboração das hipóteses e o conceito das investigações: as eventuais divergências detectadas na etapa anterior poderão servir como critério de agrupamento dos alunos (de níveis diferentes conforme as atividades). A partir daí, caberá ao professor dar as instruções sobre funções e comportamentos esperados dentro dos grupos, estimulando e auxiliando os grupos a formular oralmente suas hipóteses e roteiros de testes de verificação ou refutação das hipóteses apresentadas. Em seguida, ajudá-los a elaborar de forma escrita as respectivas hipóteses, roteiros (textos e esquemas) e suas previsões (o que eu acho que vai acontecer? por quais razões?) que, depois

de escritas, deverão ser apresentadas oralmente para toda a turma.

d. Investigação conduzida pelos alunos: execução e debate dos testes, fazendo-os tomar consciência do controle de variação dos parâmetros, descrever o que se passou (esquemas, descrição escrita), indagar sobre a possibilidade de reprodutibilidade dos testes/experimentos. Enquanto isso, o professor procura fazer o gerenciamento das anotações escritas pelos alunos, estimulando e tirando dúvidas e/ou ensinando a realizar determinados procedimentos. Cabe esclarecer que, alternativamente essa investigação pode ocorrer em forma de pesquisa bibliográfica: trazendo e discutindo evidências a favor e/ou contra as hipóteses apresentadas pelos grupos, encontradas e, livros, vídeos, internet etc.

e. A aquisição e a estruturação do conhecimento: o professor organiza um debate para confrontação dos resultados obtidos pelos diversos grupos, inclusive com conhecimento estabelecido (obtidos nos livros e na internet). Procurando e esclarecendo causas de eventuais conflitos, fazendo, junto com os estudantes, uma análise crítica dos experimentos realizados e eventuais proposta de experimentos complementares.

#### 4. Materiais e métodos

Para analisar os efeitos didáticos e motivacionais do uso dos princípios didáticos discutidos anteriormente foi elaborada uma proposta didática para introdução ao estudo da química – com a combinação de atividades de leitura interpretação de textos, mão na massa e POE – que foi colocada em prática em uma turma de vinte estudantes da primeira etapa EJA/Ensino Médio, que assistiam aulas em período noturno em uma escola pública da cidade de Belém, Pará, Brasil.

As atividades propostas – reunidas em forma de um módulo didático para professores (SILVA, BRABO, 2018) – foram realizadas ao longo de três encontros, de duas horas e meia cada, com uma semana de intervalo entre eles, conduzidos por uma das autoras deste artigo, professora de Química do quadro permanente da rede pública

estadual de educação básica.

Todos os estudantes também leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para fins de regulação ética da pesquisa. Por questões de privacidade, os nomes verdadeiros dos estudantes, cujas falas aparecem nesse texto, foram substituídos por pseudônimos.

Diante da natureza das atividades realizadas, dados de pesquisa foram coletados e analisados de forma qualitativa. A fim de averiguar mudanças de comportamento, insights e eventuais aprendizagens dos alunos, foram utilizadas algumas técnicas de etnografia escolar (ANDRÉ, 1995) e análise de conteúdo (BARDIN, 2011) para coletar e analisar anotações em diários de campo da própria pesquisadora (professora da turma), bem como as produções escritas dos alunos (tabelas, perguntas e registros escritos na lousa etc.). Também foi utilizado o chamado teste Cloze (TAYLOR, 1953; BRABO, CAJUEIRO, VIEIRA, 2017) para auxiliar na análise de ocorrência de eventuais conhecimentos prévios a respeito dos assuntos abordados, comparando-os a conceitos que efetivamente foram aprendidos após a participação nas atividades, descritas resumidamente a seguir.

No primeiro encontro, foi promovido uma espécie de apresentação do tema – com leitura, discussão e produção de textos – a fim de realizar um diagnóstico das habilidades de leitura e interpretação de textos e de conhecimentos prévios de Química, além de discutir algumas normas básicas de segurança de manipulação de instrumentos e reagentes. Inicialmente os alunos foram informados que iriam participar de atividades nas quais poderiam manipular alguns aparatos e substâncias e realizar alguns experimentos simples de Química. Na ocasião, a professora deixou sobre a mesa várias vidrarias e aparatos químicos para estimular a curiosidade dos alunos. Em seguida, foi solicitada a leitura de um texto curto (uma página) do livro didático de Química adotado na turma – que versava sobre as informações de rótulos e embalagens de produtos industrializados – para que os alunos respondessem as seguintes

perguntas, previamente apresentadas: (i) Segundo o texto, qual seria a melhor forma de prevenir as intoxicações? (ii) Descreva um exemplo de uma possível intoxicação por um os mais produtos mencionados no texto. Em seguida, os estudantes foram encorajados a apresentar e debater suas respostas com a turma. Terminada a discussão do texto, os estudantes foram instruídos à responder um teste Cloze sobre Propriedades da matéria (adaptado de FOGAÇA, 2016), assunto que seria objeto de discussão do próximo encontro.

No segundo encontro, algumas vidrarias e aparatos trazidos para aula pela professora (provetas, pipetas, béqueres, frascos de Erlenmeyer etc.) foram apresentados aos estudantes para por em prática uma atividade do tipo mão na massa (SCHIEL, 2005). Durante a exposição de cada aparato os estudantes foram estimulados a fazer perguntas que lhes ocorressem. Após a apresentação de cada aparato, houve uma breve explanação sobre algumas normas de segurança que deveriam ser seguidas durante a manipulação dos itens apresentados. Em seguida, os estudantes foram orientados a fazer uso de algumas vidrarias para tentar esclarecer a questão: Por que existem diferentes tipos de vidrarias para medir líquidos? Cada equipe de três estudantes ficou encarregada de medir o volume de amostras de água e comparar a precisão de medidas obtidas com diferentes vidrarias (provetas, béqueres e pipetas), enquanto a professora circulava entre as equipes, tirando e instigando dúvidas. Após todas as equipes sinalizarem que haviam terminado, foram solicitadas a apresentar suas conclusões e discutir insights e dificuldades decorrentes da tarefa.

No terceiro encontro, foi utilizada uma atividade do tipo POE (HAYSON, BOWEN, 2010) para desafiar a prever e explicar o comportamento de uma possível mistura de cinco diferentes líquidos (detergente, óleo vegetal, glicerol, álcool isopropílico e xarope de milho) em uma proveta (se misturariam todos? Só alguns? Quais? Caso não se misturassem, em qual patamar cada um deles ficaria? Por que?). Antes que propusessem suas

hipóteses e explicações, a professora apresentou o conceito de densidade aos estudantes, ensinando-lhes a determinar – com auxílio de pipetas, balança, béqueres etc. – a densidade de sólidos e líquidos. Em seguida, cada grupo foi orientado a determinar a densidade de um dos líquidos do experimento e anotar o resultado na lousa. Só então, os estudantes foram instruídos a escrever no caderno suas explicações para o possível comportamento da mistura proposta. Após todos os grupos terem elaborado suas respostas, tiveram a chance de apresentar e discutir com a turma suas respectivas previsões e explicações. Ao final, a professora efetuou a mistura anunciada e voltou a debater com os estudantes os acertos, equívocos e dúvidas apresentados pelos diferentes grupos. Para encerrar o encontro a professora solicitou aos alunos que revisassem o preenchimento do teste Cloze que havia sido feito no primeiro encontro. Corrigindo e/ou preenchendo lacunas de acordo com o aprenderam durante as atividades vivenciadas desde então.

## 5. Resultados e discussão

Todos os alunos ficaram bastante animados ao saberem, no primeiro encontro, que iriam manipular vidrarias e aparatos de química. Durante a explicação inicial nenhum dos estudantes demonstrou estar distraído ou desinteressado. Naturalmente, as perguntas foram surgindo:

“A gente vai poder ‘mexer’, mesmo?” (Ray)

“Isso é seu ou da escola?” (Lucas)

“Vai ter explosão?” (Rick)

Todas as cópias do texto proposto, recolhidas após a leitura, apresentaram trechos sublinhados pelos alunos. O que demonstra que se empenharam na leitura, seguindo as recomendações da professora. A antecipação das perguntas sobre o conteúdo do texto em questão, contribuiu significativamente para isso. Dezoito dos vinte estudantes presentes no primeiro encontro responderam por escrito as duas questões propostas, com respostas do tipo:

“Para que possamos nos prevenir de todos esses riscos é muito importante conhecer mais os materiais que nos cercam.” (Gisa)

“Eu conheci um caso de intoxicação com produto

de limpeza “água sanitária”. Ela era minha vizinha e tinha brigado com o namorado. Ela tava tão mal que acabou bebendo o produto. Ela ficou desacordada e foi parar no hospital, mas graças a Deus não aconteceu o pior.” (Gisa)

“Segundo o texto, a melhor forma de prevenir intoxicações, queimaduras e acidentes domésticos de modo geral com produtos tóxicos é ler atentamente as informações e as instruções escritas nos rótulos e embalagens dos produtos que utilizamos!” (Kley)

“Bom, um amigo meu estava lavando uma área de uma empresa onde trabalhava utilizando ácido daqueles tipos que se usa para remover limo do chão sujeiras de difícil remoção etc... Então sofreu uma queimadura em suas mãos ao ter contato direto com o produto!!!” (Kley)

De forma geral, embora apresentando alguns erros de ortografia, gramática e pontuação, as respostas às questões propostas demonstraram que a maioria dos estudantes conseguiu compreender o texto e expressar razoavelmente suas opiniões por escrito. Por outro lado, dois dos alunos presentes alegaram dificuldades de escrita para justificar a não entrega de suas composições, embora tenham manifestado oralmente a compreensão das ideias do texto.

No segundo encontro, os alunos demonstraram ainda mais interesse nas atividades do tipo mão na massa (hands-on) propostas. As vidrarias e aparatos disponíveis passavam de mão em mão enquanto a professora explicava a designação e utilidade de cada um. Durante as tarefas de manipulação dos aparatos (determinação e comparação de medidas)

foi possível observar certa preocupação dos alunos em não quebrar as vidrarias, parcialmente superado após alguns minutos de manipulação dos aparatos e auxílio da professora.

*“Professora, na nossa casa a gente tem que ter os mesmos cuidados!” (Drica)*

*“Lá em casa me chamam de chata, mas coloco regras para que não vire bagunça.” (Karen)*

*“Se quebrar alguma coisa a gente tem que pagar?” (Ray)*

*“Se der alguma coisa errada, tipo eu deixar cair ácido, o que eu faço professora?” (Nilda)*

Após debater os resultados das diferentes medições obtidas com diferentes vidrarias os estudantes, a pedido da professora, apresentaram por escrito comentários sobre as eventuais diferenças de medidas encontradas durante a realização da tarefa, tais como:

*“Os erros mais comuns são os manuseios de materiais errados e ultrapassar medidas e desrespeitar normas técnicas.” (Nilda)*

*“Um dos erros mais comuns é usar equipamentos errados e também ultrapassar as medidas que foi pedida, outro erro é também desrespeitar normas ditas.” (Gaby)*

A tarefa Prediga, Observe e Explique do terceiro encontro (torre de líquidos) também foi bastante estimulante para a turma. Os alunos demonstraram bastante empolgação ao manipular as vidrarias para obter as medidas de massa e volume e fazer os cálculos de determinação da densidade de cada líquido (Figura 1). As diferenças nos valores



**Figura 1:** alunos utilizando aparatos para calcular a densidade dos líquidos

Fonte: dados da pesquisa

obtidos com amostras aparentemente semelhantes despertaram a atenção dos estudantes. Após tirar dúvidas com a professora, isso acabou levando algumas equipes a usar a média dos valores de densidade, obtido com a razão de massa e volume de, pelo menos, três diferentes amostras de cada líquido, ao invés de considerar apenas o valor calculado a partir da medição de massa e volume de apenas uma amostra isolada.

Embora nenhuma das equipes tenha conseguido explicar de forma precisa o motivo das previsões na ordem de arranjo dos diferentes líquidos na proveta, após determinarem os valores de densidade de cada líquido, a maioria fez previsões acertadas a respeito do que iria acontecer em uma eventual mistura dos diferentes líquidos, como aparece nos desenhos de alguns estudantes (Figura 2 e 3).

Os resultados das aplicações test-retest do Cloze corroboram a suposição de que as atividades tiveram um impacto positivo na aprendizagem dos estudantes. Embora dois alunos simplesmente não

tenham preenchido nenhuma lacuna na primeira e nem na segunda aplicação do Cloze, 60% dos alunos da turma da apresentaram um incremento maior de que 50% na correção do teste. Ou seja, doze dos vinte alunos conseguiram corrigir (e/ou completar) mais da metade das lacunas deixadas em branco ou preenchidas de forma equivocada antes de terem participado das tarefas propostas.

## 6. Considerações finais

A análise da execução do conjunto de atividades diversificadas proposto – que deliberadamente procurou envolver simultaneamente os estudantes na leitura e discussão de textos, resolução de problemas e execução de tarefas hands-on – demonstrou um bom potencial para motivar estudantes da EJA a realizar as tarefas solicitadas e, aparentemente, engajá-los no processo de ensino-aprendizagem de conhecimentos químicos. O padrão de estímulos-chave para a instrução (novidade, envolvimento e significação), discutido por JACK e LIN (2014, 2017), parece ter sido alcançado mediante o efeito de novidade do uso das diferentes estratégias, aliado a constante necessidade dos alunos pensar e se expressar sobre o assunto, expondo e debatendo suas ideias prévias e fazendo registros, a respeito de fenômenos e conceitos científicos presentes no cotidiano deles. Embora a quantidade de aulas e atividades postas em análise tenha sido relativamente pequena, foi possível apresentar algumas evidências de que o conjunto de atividades proposto tem potencial didático para formar um Triângulo de Combustão de Interesse (JACK, LIN, 2014) e assim ativar e manter o interesse e melhor envolvimento dos alunos na aprendizagem de Química.

Os resultados apresentados reforçam importância de se trabalhar com estratégias diversificadas de natureza construtivista para ativar e manter o interesse dos alunos. Particularmente, isso é ainda mais imprescindível para alunos de turmas EJA que, geralmente, tem mais dificuldades de manter o foco nas aulas, pois, muitas vezes, chegam à escola cansados de suas rotinas de trabalho e

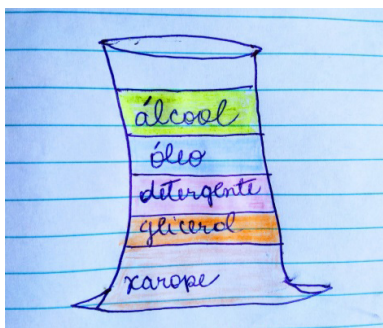


Figura 2: anotações da aluna Drica

Fonte: dados da pesquisa

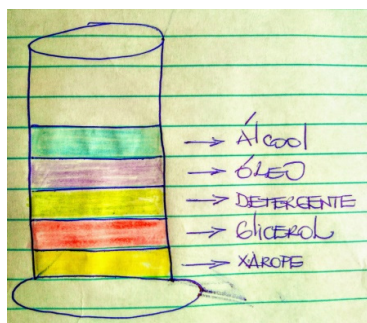


Figura 3: anotações da aluna Gisa

Fonte: dados da pesquisa

precisam dos melhores estímulos possíveis (LIMA, 2019).

Além de servir de referência para outras pesquisas análogas, espera-se que esse trabalho possa sensibilizar e inspirar outros professores de Química, e outras disciplinas, que atuam na Educação de Jovens e Adultos a adotar e/ou compor atividades didáticas similares, que tenham como princípios a diversificação de estratégias, a valorização dos conhecimentos prévios e o envolvimento de maneira efetiva dos alunos nas tarefas, de forma a ativar e manter constante o interesse dos estudantes em aprender habilidades e conhecimentos básicos de Química.

Naturalmente, ainda será necessária a realização de mais pesquisas sobre o uso do conjunto de sugestões didáticas propostas (SILVA, BRABO, 2018), para demonstrar que efetivamente vale a pena os professores de Química adotá-lo, em turmas de EJA ou mesmo em turmas de ensino regular.

## 7. Referências

- AKPINAR, E. The use of interactive computer animations based on POE as a presentation tool in primary science teaching. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, n. 4, 527-537, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9482-4>.
- ANDRÉ, M.E.D.A. **Etnografia da prática escolar**. Papirus. Campinas: Brasil, 1995.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 6a. ed. Edições 70. Lisboa: Portugal, 2011.
- BEDIN, E; DEL PINO, J. C. Dicumba – o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 13, n. 2, 338-352, 2018. <http://doi.org/10.14483/23464712.13055>.
- BRABO, J. C.; CAJUEIRO, D. D. S.; VIEIRA, B. N. Alfabetização científica e linguística com Cloze e P.O.E.: tratamento de água em comunidades ribeirinhas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.4, 18-29, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta curricular para a educação de jovens e adultos: segundo segmento do Ensino Fundamental**. MEC/SEF. Brasília: Brasil, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica**. MEC/SEF. Brasília: Brasil, 2013.
- CHAMPAGNE, A; KLOPFER, L; ANDERSON, J. Factors influencing the learning of classical mechanics. **American Journal of Physics**, n. 48, 1074-1079, 1980. <https://doi.org/10.1119/1.12290>.
- COSTA, M; AZEVEDO, R; DEL PINO, J. Temas geradores no ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos. **Revista Areté**, v. 9, n. 19, 147-161, 2017.
- FIGUEIREDO, A. M. T. A; SILVA JÚNIOR, C. A; SALES, F. R. P; SOUZA, N. S. Os desafios no ensino de Ciências nas turmas de Jovens e Adultos na área de Química. **Revista Inter Ação**, v. 42, n. 1, 214-232, 2017. <https://doi.org/10.5216/ia.v42i1.41928>.
- FOGAÇA, J. R. **Propriedades da Matéria**. Mundo Educação, 2016. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/propriedades-materia.htm>. Acesso em 31 dez. 2018.
- GIROTTI JUNIOR, G; DE PAULA, M; MATAZO, D. Análise de conhecimento sobre estratégias de ensino de futuros professores de química: vivência como aluno e reflexão como professor. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 14, n. 1, 35-50, 2019. <http://doi.org/10.14483/23464712.13123>.
- GUNSTONE, R. F; WHITE, R. T. Understanding of gravity. **Science Education**, n. 65, 291-299, 1981. <https://doi.org/10.1002/sce.3730650308>.
- HADDAD, S. A participação da sociedade civil brasileira na educação de jovens e adultos e na CONFINTEA VI. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 41, 355-369, 2009.
- HAYSON, J; BOWEN, M. **Predict, Observe, Explain: activities enhancing scientific understanding**. NTSA Press. Arlington: EUA, 2010.
- HOFSTEIN, A; LUNETTA, V. The Role of the Laboratory in Science Teaching: Research Implications. In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1-40, Boston. **Actas**. NARST. 1980. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED188912.pdf>. Acesso em:

- 10 jan. 2019.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2011: síntese de dados**. IBGE. Brasília: Brasil, 2011. Disponível em [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/default\\_sintese.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/default_sintese.shtm). Acesso em: 10 jan. 2019.
- JACK, B. M; LIN, H. Igniting and sustaining interest among students who have grown cold toward science. **Science Education**, n. 98, 792-814, 2014. <https://doi.org/10.1002/sce.21119>.
- JACK, B. M; LIN, H. Making learning interesting and its application to the science classroom. **Studies in Science Education**, v. 53, n. 2, 137-164, 2017. <https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1305543>.
- KEARNEY, M. Classroom use of multimedia-supported Predict–Observe–Explain tasks in a social Constructivist learning environment. **Research in Science Education**, v. 34, n. 4, 427-453, 2004. <https://doi.org/10.1007/s11165-004-8795-y>.
- KRAJCIK, J.; MAMLOK, R.; HUG, B. Modern content and the enterprise of science: Science education in the twentieth century. In: CORNO, L. (Ed.). **Education Across a Century: The Centennial Volume**. One-hundredth Yearbook of the National Society for the Study of Education. University of Chicago Press. Chicago: EUA, 2001. 205-238.
- KRAPPA, A; PRENZEL, M. Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. **International Journal of Science Education**. v. 33, n. 1, 27-50, 2011. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>.
- LIMA, A. O. As origens emocionais da evasão: apontamentos etnográficos a partir da Educação de Jovens e Adultos. **Horizontes Antropológicos**, v. 25, n. 54, 253-272, 2019. <https://doi.org/10.1590/s0104-71832019000200010>.
- MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, v. 22, n. 2, 289-292, 1999. <https://doi.org/10.1590/s0100-40421999000200023>.
- OSBORNE, J; COLLINS, S. Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 5, 441-467, 2001. <https://doi.org/10.1080/09500690010006518>.
- ÖZMEN, H. Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. **Journal of Science Education and Technology**, v. 13, n. 2, 147-159, 2004. <https://doi.org/10.1023/b:jost.0000031255.92943.6d>.
- POTVIN, P; HASNI, A. Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. **Studies in Science Education**, n. 50, 85-129, 2014. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>.
- SCHIEL, D. (Ed.). **Ensinar as ciências na escola: da educação infantil à quarta série**. Trad. de Marcel Paul Forster. CDCC. São Carlos: Brasil, 2005. Disponível em: <https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/08/pdf-ensinar-ciencias.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2022.
- SILVA, E. O; BRABO, J. C. **Química para EJA: Propriedades da matéria**. EduCAPES. 2018. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/431408>. Acesso em: 27 mar. 2022.
- TAMIR, P. How are the laboratories used? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 14, n. 4, 311-316, 1977. <https://doi.org/10.1002/tea.3660140408>
- TAYLOR, W. L. Cloze Procedure: a new tool for measuring readability. **Journalism Quarterly**, n. 30, p. 415-433, 1953. <https://doi.org/10.1177/107769905303000401>.
- VERONEZ, P. D; VERONEZ, K. N. S; RECENA, M. C. P. Concepções dos alunos do curso de educação de jovens e adultos sobre transformações químicas. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Florianópolis, **Atas**. ABRAPEC. 2009.
- WHITE, R.T.; GUNSTONE, R.F. **Probing Understanding**. Falmer Press. Londres: Inglaterra, 1992.
- ZOLLER, U. Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, n. 70, 195-197, 1993. <https://doi.org/10.1021/ed070p195>.





## LA ESTRATEGIA DE ESCRIBIR PARA APRENDER: EL CASO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO<sup>1</sup>

### THE STRATEGY OF WRITING TO LEARN: THE CASE OF CHEMICAL EQUILIBRIUM

## A ESTRATÉGIA DE ESCREVER PARA APRENDER: O CASO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO

Lucy Margoth Ortiz Cáceres\* , Boris Fernando Candela Rodríguez\*\* 

Cómo citar este artículo: Ortiz, L., Candela, B. (2021). La estrategia de escribir para aprender: el caso del equilibrio químico. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 168-183. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16531>

#### Resumen

Diversos estudios han mostrado que la enseñanza de las ciencias esta centrada en el profesor y la disciplina, donde realizan tareas rutinarias y de bajo nivel cognitivo. Para compensar lo anterior, diferentes investigaciones han revelado la importancia que tiene la introducción del lenguaje al aula como una herramienta de pensamiento y aprendizaje de los contenidos científicos. De ahí que, este estudio estudió la incidencia de la estrategia de escribir para aprender como un mediador en la comprensión de la química, así como documentar y representar la comprensión de la disciplina medida por la introducción de dicha estrategia, específicamente, en el concepto del equilibrio químico, con estudiantes de grado undécimo. Se usó una metodología de enfoque mixto por estudio de caso, donde se manejaron dos fases; cuantitativa y cualitativa. Para la primera, se utilizó como instrumento de recolección de información un test, y para la segunda, la observación, notas de campo, videos, documentos de los estudiantes y entrevistas. Los datos cuantitativos se analizaron utilizando el estadístico de ganancia de aprendizaje de Hake, y los datos cualitativos por medio del software ATLAS.ti con el fin de construir teoría, la cual se trianguló con los resultados del estadístico. Los resultados nos muestran cuatro generalizaciones naturalísticas que permitieron crear una teoría del caso, evidenciando una incidencia positiva en el aprendizaje del concepto estudiado.

**Palabras claves:** Lectura. Escritura. Oralidad. Comunidad de aprendizaje. Equilibrio Químico.

#### Abstract

Several studies have shown that science teaching revolves around the teacher and the discipline, where they perform routine tasks with a low cognitive level. To compensate for the above, different investigations have revealed the importance of introducing

Recibido: junio de 2020; aprobado: enero de 2022

<sup>1</sup> El presente artículo se basa en los resultados obtenidos durante la investigación realizada en la Maestría de educación, la cual tiene igual nombre. Universidad del Valle, 2017.

\* Magister en Educación. Universidad del Valle, Colombia. lucyunivalle@gmail.com – ORCID <http://orcid.org/0000-0002-6317-9680>

\*\* Magister en Educación. Universidad del Valle, Colombia. bofeca65@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5833-1975>



language into the classroom as a tool for thinking and learning scientific content. It is a study of the incidence using the strategy of writing to learn as a mediator in the understanding of chemistry, as well as, documenting and representing the comprehension of the discipline measured by the introduction of this strategy, specifically, in the concept of chemical equilibrium, with eleventh-grade students. It is a mixed approach methodology in the case study type, developing two phases; quantitative and qualitative. Firstly, was applied a test, as data collection instrument, and secondly, observation, field notes, videos, student documents, and interviews. Quantitative data were analyzed using the Hake learning to gain statistics and, qualitative data using the ATLAS.ti software to build theory, triangulated with information's statistics. Results show four naturalistic generalizations that allowed us to create a theory of the case, evidencing positive impact learning the concept under study.

**Keywords:** Reading. Writing. Orality. Learning community. Chemical balance

### Resumo

Vários estudos mostraram que o ensino da ciência é centrado no professor e na disciplina, onde realizam tarefas rotineiras e de baixo nível cognitivo. Para compensar o que precede, diferentes investigações revelaram a importância da introdução da linguagem na sala de aula como uma ferramenta para pensar e aprender conteúdo científico. Assim, este estudo teve como objetivo identificar a incidência da estratégia de escrita para aprender como mediador na compreensão da química, bem como para documentar e representar a compreensão da disciplina medida pela introdução explícita da referida estratégia, especificamente, na Conceito de equilíbrio químico em alunos da décima primeira série. Nesse sentido, uma metodologia de abordagem mista foi utilizada por estudo de caso, onde foram tratadas duas fases quantitativas e qualitativas, para a primeira, um teste foi utilizado como instrumento de coleta de dados e, para o segundo, observação, notas de campo, vídeos, documentos estudantis e entrevistas. Os dados quantitativos foram analisados utilizando a estatística de ganhos de aprendizado de pescada e os dados qualitativos através do software ATLAS.ti para construir teoria, que foi triangulada com os resultados da estatística e, portanto, resolve o problema, finalmente obtendo quatro generalizações naturalistas que permitiram criar uma teoria do caso, evidenciando um impacto positivo na aprendizagem do conceito estudado.

**Palavras-chave:** Leitura. Escrevendo. Oralidade. Comunidade de aprendizagem. Equilíbrio químico.

## 1. Introducción

Por lo general, en las aulas de química de la escuela secundaria la enseñanza es diseñada e implementada tomando como centro el profesor. En estas el lenguaje es asumido únicamente desde una perspectiva de enseñanza y comunicación, sin

tomar consciencia que éste tiene un alto potencial de actuar como una herramienta de pensamiento y aprendizaje de esta disciplina. La anterior situación se convierte en una barrera para que los estudiantes puedan aprender y comprender los conceptos de la química, teniendo en cuenta que muchos de éstos son de naturaleza abstracta.

Para contrarrestar lo anterior, las nuevas perspectivas constructivistas socioculturales donde el lenguaje juega un papel clave, proponen que las clases deben ser activas y dialógicas, con el fin de que los estudiantes construyan significados personales, después de haber interactuando con sus pares académicos (ERICKSON & MACKINNON, 1991; ROTH, 1990). En este sentido, los estudiantes necesitan de ambientes de aprendizaje que les brinden la posibilidad para negociar sus ideas en un entorno social con el propósito de construir, perfeccionar, modificar, reconstruir y comunicar sus concepciones científicas. Así pues, en las últimas décadas los educadores de profesores de ciencias se han focalizado en estudiar la estrategia de escribir para aprender un contenido particular, sin descuidar las otras competencias lingüísticas (SANTA & HAVENS, 1991; PRAIN & HAND, 1996).

Por otro lado, la estrategia de escribir para aprender ciencias les brinda a los estudiantes la oportunidad de comprender, ya que a través de esta logran establecer redes conceptuales, las cuales son una característica inherente de todo texto científico. Desde luego, que dicha estrategia les permite a los estudiantes representar las ideas que previamente han sido construidas en un plano intersubjetivo, para ello, deben establecer entre las proposiciones un conjunto de relaciones de orden jerárquico, comparativo, clasificatorio, causal, enumerativo, secuencial, aditivas, adversativas, y de contrastante; estas se traducen en la macroestructura y microestructura del texto científico cuyo fin es el de comunicar un patrón semántico.

Como resultado de lo anterior los educadores de profesores de química han comenzado a concebir la estrategia de escribir como una herramienta de pensamiento y aprendizaje del currículo de esta disciplina (GREENBOWE, RUDD & HAND, 2007). De ahí que, en este estudio se considere que esta estrategia juega un papel clave para la comprensión del concepto de equilibrio

químico. Además, el equilibrio químico resulta ser clave dentro del currículo de la química, ya que, es central a la disciplina y presenta gran conectividad dentro y a lo largo de los grados de escolaridad. Lo que genera relaciones con otros contenidos como reacción química, ecuación química, reversibilidad, concentración, cantidad de sustancia, entre otros, lo que implica que la enseñanza de equilibrio químico ocupe una gran parte del plan de estudios de la química.

Es así, como el presente estudio de caso, posibilita la obtención de conocimiento sobre cómo integrar la estrategia de la escritura en el aula de química como una herramienta de pensamiento y aprendizaje. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo general, identificar la incidencia de la estrategia de escribir para aprender como un mediador en la comprensión del concepto equilibrio químico. Y sus objetivos específicos son, identificar el índice de ganancia de aprendizaje del concepto de equilibrio químico; representar las acciones de los estudiantes y profesores durante la introducción de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico, y, documentar y representar la comprensión del concepto del equilibrio químico mediada por la introducción de la estrategia de escribir para aprender química. A partir de todo lo anterior, se plantea la siguiente la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué incidencia tiene introducir al aula la estrategia de escribir para aprender, en la comprensión del concepto del equilibrio químico?

## 2. Marco de referencia

### 2.1 *El aula de ciencias como una comunidad de aprendizaje*

Para lograr que la introducción del lenguaje al aula de ciencias sea exitosa, es necesario que se presente un cambio radical de la visión tradicional de la enseñanza, donde sean los estudiantes los protagonistas y encargados de gestionar su propio aprendizaje y el de sus pares académicos. Para ello, se requiere que el aula sea concebida como una comunidad de aprendizaje, puesto que, en ésta se

deja a un lado el aprendizaje de conocimientos estandarizados, individuales y dirigidos por el maestro, a uno donde los estudiantes son capaces desarrollar maneras de cuestionar y resolver problemas más complejos que requieren diferentes tipos de conocimientos y de representaciones (BIELACZYC & COLLINS, 1999).

En este sentido, en una comunidad de aprendizaje debe existir una cultura que se caracteriza por: (1) la diversidad de conocimientos entre sus miembros, (2) un objetivo común de avanzar continuamente en los conocimientos y habilidades colectivos, (3) un énfasis en aprender a aprender a lo largo de la vida, y (4) un mecanismo para compartir lo que se aprende. Igualmente, su enfoque debe responder a las necesidades de los estudiantes para hacer frente a cuestiones complejas, resolver las cosas por sí mismos, comunicarse y trabajar con personas de diversos orígenes y puntos de vista, y compartir lo aprendido con otros (BIELACZYC & COLLINS, 1999).

### 2.2 *La estrategia de escribir para aprender química.*

Los resultados de diferentes investigaciones en educación en ciencias, han evidenciado que la habilidad de la escritura representa para los estudiantes, un avance simbólico en el pensamiento y en el razonamiento lógico (VYGOTSKY, 1978, CITADO POR HOLLIDAY, YORE, & ALVERMANN, 1994, p 478). Por lo anterior, se puede afirmar que esta habilidad congrega de manera sistemática a las otras dos (oralidad y lectura), puesto que en el proceso de escritura los estudiantes plasmarán las ideas que han discutido con sus pares y que han enriquecido con la lectura de diversos textos o fuentes de información (RIVARD, 1994; KEYS, HAND, PRAIN Y COLLINS, 1999; HOHENSHELL Y HAND, 2006).

La importancia que se le ha asignado a la escritura, está relacionada con la combinación de cuatro factores según APPLEBEE (1983): el primero resalta la permanencia de la palabra escrita, que le proporciona al escritor realizar una continua revisión y reflexión de sus textos; el segundo,

es la necesidad de explicitar todas las ideas del escritor para que sean entendidas en diferentes escenarios; el tercer factor, hace alusión a los recursos derivados de las formas convencionales del discurso de organización y pensamiento por medio de las nuevas ideas o experiencias y como es la relación entre ellos; y, finalmente, la naturaleza activa de la escritura. (ROWELL, 1997)

Acerca de la importancia que retoma la introducción de la escritura como una estrategia de aprendizaje al aula de ciencias, es fundamental diferenciar esta de la mera actividad física de escritura mecánica e irreflexiva, puesto que, el fin de dicha introducción es que los estudiantes alcancen por medio de este proceso una comprensión conceptual de los contenidos científicos. Lo anterior, debido a que la estrategia de escribir para aprender les brinda a los estudiantes la oportunidad de recoger, almacenar y plasmar las ideas que han construido a través de la transacción de significados y formas de significar dentro de una comunidad de aprendizaje (PRAIN, Y HAND, 1996). Para ello, CASSANY (1996) propone tres pasos fundamentales: planear, evaluar y producir; para lo cual los estudiantes deben enumerar y organizar ideas, seleccionar las ideas principales y establecer relaciones con las otras, estructurar la macro y superestructura del texto, identificar el propósito de escritura y la población a quien irá dirigido y, ampliar su conocimiento consultando diferentes fuentes bibliográficas, todo lo anterior es evaluado constantemente en el proceso de producción.

Como se mencionó anteriormente, la escritura mejora la comunicación como consecuencia que los estudiantes se esfuerzan por transmitir de manera clara su representación mental por medio del escrito (KINTSCH, 1986). Lo anterior se logrará si, aparte de formarlos disciplinariamente, en el aula el docente instruye a los estudiantes en gramática, vocabulario, análisis de información, ortografía, utilización de diagramas, figuras y tablas, técnicas de escritura, tipos de textos, entre otros, para que se facilite y enriquezca la escritura, ya que sin estos conocimientos los estudiantes no

lograrán llevar a cabo procesos como la selección y jerarquización de las ideas, y así mismo, no se hará una retroalimentación crítica al texto en cuestión (CASSANY, 1996). En otras palabras, la escritura no mejorará solo con la práctica si no va acompañada de una orientación precisa, donde el maestro critique, apoye e instruya a sus estudiantes, pero no desde su intuición sino desde los modelos lingüísticos. Dicha instrucción dentro de una comunidad de aprendizaje debe ir acompañada de espacios de socialización de sus textos para que sus pares académicos hagan aportes frente a la estructura, cohesión, coherencia, forma, función y demás características del texto y con ello se retroalimenta tanto el conocimiento científico como el lingüístico (PRAIN & HAND, 1996).

Así que, cuando los estudiantes aprenden estas normas lingüísticas podrán fácilmente agregar, eliminar, modificar o mejorar el texto. Sin embargo, es muy común encontrar que en las escuelas dichas normas no se enseñan desde las ciencias y el área donde son trabajadas, se lleva a través de una secuencia que no es significativa para los estudiantes. Por lo cual, muchos investigadores proponen que para instruir escritores competentes deben desarrollarse varias habilidades al mismo tiempo de forma interactiva y fluida, para que no sean memorizadas limitadamente sino, por el contrario, queden disponibles en su memoria de trabajo para ser usadas en la construcción de significados, de ideas y relaciones (GLYNN ET AL., 1994).

Otros rasgos importantes para tener en cuenta en la introducción de la estrategia de escribir para aprender al aula, son los tipos de actividades que se realizan para generar escritos. Estas actividades deben ser tareas auténticas y actividades curriculares focalizadas en situaciones problemas, en las que su resolución implique la interacción de los estudiantes, tanto en pequeños grupos de discusión como con toda la clase, así, ellos tendrían la oportunidad de desarrollar competencias de la oralidad, la lectura y la escritura (RIVARD & STRAW, 2000). Al igual que deben implicar una

audiencia real como sus compañeros, estudiantes de diferentes grados, padres de familia, agentes del estado, invitados escolares, entre otros con el fin de persuadirlos o llamar a la acción.

Adicionalmente encontramos una estrategia de escritura desarrollada por ELBOW (1993, 1981) citado por GLYNN Y MUTH (1994), que consiste en la “escritura libre”, comparada con una lluvia de ideas donde inicialmente los estudiantes no prestan atención a la gramática de las oraciones, pero esta es corregida con la evaluación de cada borrador. Este tipo de tareas, aumenta la producción de ideas, puesto que favorece a los estudiantes en el uso de sus recuerdos almacenados en la memoria de trabajo además de reducir el temor que les produce iniciar a escribir. Por otro lado, encontramos la actividad propuesta por GRAVES (1983) citado por los investigadores ya mencionados, que consiste en una rueda de escritura que se realiza mediante la reunión del maestro con uno o varios estudiantes, donde discuten de un tema en particular y de éste salen preguntas claves y de guía que ayudan a los estudiantes a mejorar su escritura.

### *2.3 Enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico.*

#### *2.3.1 El equilibrio químico: un contenido generativo del currículum de la química.*

Como ya se ha mencionado, la selección del tópico a enseñar dentro de una comunidad de práctica tiene un papel importante y no debe ser escogido al azar. Por el contrario, deben cumplir características como las propuestas por PERKINS Y UNGER (1999): clave dentro del currículum; interesante para los estudiantes y para los profesores; central a la disciplina y presenta gran conectividad dentro y a lo largo de los grados de escolaridad. Así mismo, es necesario considerar que, en la estrategia de escribir para aprender, en la enseñanza del tópico seleccionado se deben utilizar tipos de tareas de escritura, como informes de prácticas experimentales, producción de textos

multimodales, entre otras.

Las condiciones anteriormente nombradas sobre el tópico a enseñar, las cumple el equilibrio químico. Puesto que: se encuentra relacionado a otros contenidos de la química como reacción química, ecuación química, reversibilidad, concentración, cantidad de sustancia, entre otros, lo que implica que la enseñanza de equilibrio químico ocupe una gran parte del plan de estudios de la química. Adicionalmente, la comprensión de este concepto genera la oportunidad a los estudiantes de continuar extendiendo el desarrollo de los esquemas conceptuales de la proporcionalidad directa e inversa, e igualmente, les permitirá a los estudiantes crear bases para explicar diferentes sistemas y procesos científicos (ROCHA ET AL., 2000, CITADO POR GARAY, CANDELA & VIÁFARA, 2015, p. 69).

Cabe mencionar, que uno de los principales objetivos de la enseñanza de la química es ayudar a que los estudiantes comprendan que el equilibrio químico es un equilibrio dinámico en el que dos semi-reacciones, directa e inversa, se llevan a cabo (CAMPANARIO Y BALLESTEROS, 1991); así mismo se espera que estos aprendan a utilizar la ley de acción de masas y el principio de Le Chatelier para predecir el resultado de los posibles cambios en las variables (presión, volumen) que intervienen en él.

### 2.3.2 Dificultades y concepciones alternativas sobre equilibrio químico.

Diversos estudios, han evidenciado que el concepto de equilibrio químico presenta un número considerable de dificultades de aprendizaje, como por ejemplo los citados por GARAY, CANDELA Y VIÁFARA, (2015, p. 74) (Rocha et al., (2000); BERMÚDEZ Y DE LONGHI, (2011); CAMPANARIO, (2002); POZO, (1991); KIND, (2004)), entre las dificultades más comunes de aprendizaje del equilibrio químico se encuentran: Se tiende a relacionar equilibrio químico con algo "estático" y "equilibrado", como algo que finaliza; la asociación del término equilibrio a una igualdad

e inmovilidad.

Los estudiantes perciben que las velocidades de una reacción en un sistema en equilibrio pueden cambiar, mientras otras disminuyen o permanecen constantes, es decir, no han adquirido que el concepto de velocidad se aplica a un sistema como un todo.

Una idea previa del cambio de condiciones del estado en equilibrio, es la de tratar a todas las sustancias involucradas en la reacción, como independientes, en lugar de identificar las interacciones entre ellas.

Pueden creer que la reacción directa se completa antes de que la reversa comience. Los estudiantes conciben las reacciones directa e inversa como sucesos separados e independientes, como si se tratase de dos recipientes diferentes.

### 3. Metodología

En coherencia con el problema y los objetivos de investigación se considera pertinente utilizar una metodología de enfoque mixto por estudio de casos. Esta perspectiva metodológica tal como lo plantea CRESWELL (2009) citado por ALBAYERO, TEJADA & CERRITOS (2020) permite conocer tanto la frecuencia, la amplitud, la magnitud, la complejidad y la generalización (enfoque cuantitativo), como la profundidad y la comprensión (enfoque cualitativo), de la incidencia que tiene introducir al aula la estrategia de escribir para andamiar la comprensión del contenido equilibrio químico en los estudiantes de grado once.

Con el propósito de dar solución a la pregunta de investigación se toma la decisión de asumir un diseño metodológico estructurado en dos fases, las cuales se desarrollan de manera entrelazada. En este sentido, la primera fase responde al primer objetivo específico de la investigación, para ello, se utilizó una fuente de recolección de información cuantitativa aplicándose en dos momentos por medio del pre y post-test. Ahora bien, la información obtenida se analiza a través del estadístico de

ganancia de aprendizaje de Hake<sup>1</sup>. La segunda fase, direcciona el segundo y tercer objetivo del estudio. Así, esta brinda el escenario para recoger los datos de naturaleza cualitativa, a través de entrevistas semiestructuradas, observación y videos de las clases y los trabajos escritos de los estudiantes. Posterior a la recolección de los datos se procede a realizar un análisis de la información utilizando el software ATLAS.ti con el fin de construir una teoría de carácter naturalístico que se triangula con los resultados arrojados por el estadístico de Hake, y de esta forma darle solución al problema.

A su vez, esta investigación está basada en un estudio de caso instrumental, ya que el caso se seleccionó por conveniencia (STAKE, 1998). El caso que fuese a ser seleccionado debía estar compuesto por cuatro elementos claves: las características del docente y su estrategia de enseñanza, así como el material de instrucción que se lleva al aula, y, finalmente, los estudiantes. Así, conociendo los elementos definidos, se realizó la búsqueda del caso, y se encontró un aula de química que recogiera todas las exigencias en una institución educativa de carácter público de la ciudad de Cali. En esta hay un docente (quien por confidencialidad llamaremos Diego), él conoce y hace explícita en sus clases la estrategia de escribir para aprender y, desde hace muchos años conlleva a que su aula sea una comunidad de práctica, donde los estudiantes realicen la coconstrucción de sus conocimientos.

La estrategia de enseñanza utilizada por el docente, es de una perspectiva constructivista sociocultural; en la que se incluye el reconocimiento de las concepciones de los estudiantes, a través de tareas que implican el uso de la oralidad y la escritura. Igualmente, en este caso el docente utilizó como material de instrucción, un Objeto Virtual de Aprendizaje llamado, ¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico? <sup>2</sup> Este

material es un producto de una investigación de diseño de materiales de aprendizaje de las ciencias naturales de la Universidad del Valle, creado por GARAY, CANDELA Y VIÁFARA (2015). Para terminar, con respecto a los estudiantes, son un grupo de diecisiete adolescentes entre los 16 - 17 años que cursan grado undécimo. Quienes se encontraban estudiando el concepto de la investigación y han trabajado lenguaje de la ciencia en las clases de química desde el año lectivo anterior.

### 3.1 *Análisis de datos*

Los datos recogidos en el trabajo se utilizaron para crear una teoría fundamentada, que hace referencia a una teoría derivada de los datos recopilados de una forma sistemática, que serán analizados por medio de un proceso de investigación, aquí la recolección de datos, el análisis y la teoría deben guardar una estrecha relación (STRAUSS & CORBIN, 2002). Así pues, considerando los dos tipos diferentes de datos (cualitativos y cuantitativos), se inicia el proceso de interpretación y análisis de estos, en este caso considerando los fundamentos teóricos y estadísticos de la ganancia de aprendizaje de Hake y mediante el ordenamiento conceptual y teorización de la teoría fundamentada de Strauss y Corbin. Para ello, se utiliza el software ATLAS.ti. Estas fases tendrán el propósito de generar un conjunto de generalizaciones naturalísticas, cuyo desarrollo produce una teoría que permita comprender este caso.

#### 3.1.1 *Análisis de datos cuantitativos*

El análisis de los datos obtenidos del pre y post test se hizo por medio de la ganancia media de HAKE (1998). Inicialmente, los resultados fueron organizados y estudiados considerando el total de respuestas satisfactorias por estudiantes, para estructurar la información recogida. A continuación, se podrá hallar la ganancia normalizada de Hake, que determina la razón del

<sup>1</sup> Ver páginas 8 y 9.

<sup>2</sup> Ver [http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G\\_10/S/menu\\_S\\_G10\\_U04\\_L03/index.html](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_10/S/menu_S_G10_U04_L03/index.html)

aumento de una prueba antes de la intervención y una prueba posterior a ella respecto del máximo aumento posible, y tiene valores que cubren el intervalo de [0,1] (HAKE, 1998).

Ahora bien, se presentará el modelo matemático que configura el estadístico de ganancia de Hake:

$$g_{corr} = \frac{[(\text{postest}\%) - (\text{pretest}\%)]}{[(100\%) - (\text{pretest}\%)]}$$

A continuación, se muestra la ganancia de Hake corregida obtenida para este estudio. Para lo cual, se presentan los resultados obtenidos de cada estudiante, reportando los siguientes rendimientos: ningún alumno logró el 100% en el pretest, por el contrario, más de la mitad los valores alcanzados fueron del 20%. El promedio de clase del pretest fue de 27.64%, el promedio del postest fue de 87.05% y la ganancia normalizada promedio fue de 0.82 de un valor máximo de uno, lo que evidencia que se logró una mejor comprensión del tópico equilibrio químico, durante el uso de la estrategia de escribir para aprender<sup>3</sup>.

$$g_{corr} = \frac{(87.058 - 27.647)}{(100 - 27.647)} = 0.82$$

Sin embargo, es necesario resaltar, que dicha ganancia de aprendizaje que alcanzaron los estudiantes está relacionada con la intervención utilizada en la clase de escribir para aprender, así mismo la administración y gestión de la clase que el profesor realizó. Aunque, es pertinente aclarar que no se puede asegurar que los estudiantes hayan abandonado sus concepciones alternativas, pero el rango de efectividad es un buen reporte para garantizar un aprendizaje.

### 3.1.2 Análisis de datos cualitativos

Para la realización del análisis cualitativo, se tomó en cuenta la teoría fundamentada de STRAUSS Y CORBIN (2002), así como los datos obtenidos a través de la observación y los videos de las

<sup>3</sup> En la investigación se calculó la Ganancia de Hake por pregunta, para conocer cuál fue el avance de los estudiantes en cada concepto que configura al equilibrio químico. Para lo cual, se obtuvo una ganancia de aprendizaje del 0,88.

sesiones de clase, las producciones escritas por los estudiantes y las entrevistas. Para lo cual se inició a realizar un ordenamiento conceptual que es el precursor de la teorización, el cual fue realizado mediante el uso de un software de análisis de datos cuantitativos, llamado ATLAS.ti. Así pues, este ordenamiento, consistió en codificar los momentos claves y elementos más relevantes de los datos recogidos. Para los códigos designados se crea un sistema de categorías que posteriormente serán relacionadas por una categoría medular.

### 3.2 Codificación

Para esta investigación se tuvo en cuenta los datos obtenidos, así como considerando lo planteado en el problema de investigación y lo desarrollado en el marco teórico. Los cuales se descompusieron en pequeñas unidades de análisis importantes para la investigación (codificación abierta), que posteriormente fueron reagrupadas en categorías según las propiedades en común, y, se creó una categoría medular (codificación selectiva), lo anterior permitió el desarrollo teórico de la incidencia de la introducción al aula de la estrategia de escribir para aprender equilibrio químico (codificación axial).

Tabla 1. Relación de categorías

| Categoría Medular   | Categorías   |
|---|--|
| La estrategia de escribir para aprender, como una herramienta para la comprensión equilibrio químico. | Relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender |
|   | Elementos que configuran las tareas de escritura   |
|   | Características del aula de química                |

## 4. Resultados

Considerando las relaciones entre la categoría medular y las categorías, así como los datos obtenidos con el estadístico de Hake, se establecieron tres generalizaciones naturalísticas, cuyas propiedades serán descritas a continuación.

#### **4.1. El efecto de relacionar la oralidad, la lectura y la escritura para la comprensión del equilibrio químico.**

Esta generalización surge de vincular la categoría: relaciones entre hablar, leer, escribir y aprender con la categoría medular. Aquí evidencia cómo la relación de las habilidades lingüísticas es fundamental en el proceso de aprendizaje del equilibrio químico. Así pues, se resaltan los momentos en los cuales durante las clases los estudiantes a través del uso del lenguaje hacen explícita la comprensión que han alcanzado de dicho concepto, también, se recogen las impresiones que tienen sobre cómo aporta el uso de dichas habilidades en su aprendizaje. Finalmente, se establece que la escritura es la habilidad que recoge sistemáticamente a la oralidad y la lectura, puesto que esta es el producto final de las discusiones en clase y del reconocimiento de las relaciones semánticas entre los conceptos que subyacen a los modelos teóricos y los fenómenos naturales.

En la clase de química del caso estudiado se puede observar como en diferentes momentos los estudiantes interactúan con sus pares utilizando las tres habilidades lingüísticas como mediadoras de la comprensión de los procesos que subyacen al equilibrio químico. Así pues, durante el desarrollo de todas las actividades de aprendizaje se logra evidenciar que el profesor usa como una de sus estrategias de enseñanza la lectura comprensiva. El objetivo que funda a esta estrategia es el de asistir a los estudiantes en el desarrollo tanto de las habilidades de lectura como a la construcción de una comprensión profunda de algunas de las ideas que configuran el fenómeno del equilibrio químico, además de comprender y conocer los cambios que debe hacer el escritor cuando su texto va dirigido a diferente audiencia y con distintos propósitos.

Adicionalmente, el profesor inicia las actividades de lectura colocando a sus estudiantes a inferir el tema del texto leyendo únicamente el título, con ello los estudiantes hacen las predicciones

respectivas frente a la intención comunicativa del escritor. Posteriormente, realizan la lectura párrafo por párrafo identificando las ideas principales y secundarias, examinan la coherencia y cohesión existente entre ellas, y evalúan la propiedad y cualidad de los argumentos. Lo que les posibilita a los estudiantes habituarse con las relaciones semánticas constituidas entre los modelos teóricos y los fenómenos naturales, permitiéndoles desarrollar una comprensión procedimental y conceptual sobre el concepto equilibrio químico, y aprender sobre el uso del lenguaje científico y sus patrones de comunicación.

Posterior al proceso de lectura, se conforman pequeños grupos (tres o cuatro estudiantes) de discusión en los cuales los estudiantes desarrollarán la habilidad de la oralidad, puesto que en ellos comparten sus ideas ya fuese para demostrar la comprensión obtenida del concepto o para persuadir a sus compañeros frente a sus percepciones. La habilidad de la oralidad que se desarrolla en dichos grupos les permite a los estudiantes perder el temor para exponer sus ideas y también para enriquecer éstas considerando las de sus compañeros.

Adicionalmente, la habilidad de la oralidad en los estudiantes se refuerza con una nueva organización del aula, que implica discusiones con todos los compañeros donde cada grupo expone los acuerdos conceptuales a los que han llegado, para así convencer a los otros de la confiabilidad y validez de sus argumentos. Además, esta gestión del aula permite evidenciar un enriquecimiento en su comprensión al compartir las ideas con sus pares después de la negociación e interacción que implica la discusión en clase. De igual modo, las discusiones que genera el profesor en clase, le permite monitorear diferentes aspectos como la utilización del lenguaje verbal, el compromiso, la comprensión sobre los conceptos desarrollados y evaluar el progreso o avance de cada uno de sus estudiantes.

Igualmente, en el transcurso de las discusiones en clase se observa cómo el lenguaje cotidiano



oral de los estudiantes va transformándose en lenguaje científico. Una de las razones es porque el profesor les exige constantemente expresar sus ideas después de haberlas pensado utilizando las palabras científicas que ya conocen, también, porque se esfuerzan en parafrasear lo que el escritor les está comunicando en utilizando un lenguaje más formal.

La tarea final de la clase consiste en la elaboración de un texto escrito, donde cada estudiante expresa su comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno químico estudiado. El profesor conociendo los marcos teóricos del uso del lenguaje en las aulas de ciencias, decide que esta sea la última tarea debido a que la escritura es la habilidad lingüística con mayor complejidad y que recoge a las habilidades de la oralidad y la lectura. En este sentido, en el desarrollo de las clases se puede evidenciar como los procesos de lectura comprensiva y las nutridas discusiones que se suscitan brindan la oportunidad a los estudiantes para aprender sobre el concepto en cuestión, el cual posteriormente a través de un escrito que implica un alto nivel de abstracción y un compromiso cognitivo deben desarrollar.

Teniendo en cuenta lo anterior, los estudiantes elaboran un plan de escritura en el cual consideran la macro y superestructura y de esta manera iniciar su escrito, donde tienen la oportunidad de reconsiderar, borrar y mejorar las ideas para transformar el texto. Esa planeación inicialmente no tiene un énfasis gramatical, puesto que la intención es que los estudiantes contemplen todas las ideas que tienen del concepto, las definiciones propias, sus concepciones y creencias. De hecho, el ambiente de apoyo y libre de amenaza que ha logrado Diego tener en sus clases, les permite a los estudiantes utilizar el proceso de escribir para sondear, analizar, refinar su conocimiento, además de organizar sus ideas y comunicar su comprensión.

Uno de los textos que deben escribir los estudiantes hace referencia velocidad de reacción y factores que la afectan, este contenido al ser

evaluado inicialmente en el pretest por medio de 3 preguntas tiene resultados de menos del 40% de estudiantes que responden de forma correcta, pero al analizar los resultados del postest se evidencia que más del 90% de los estudiantes responden de forma satisfactoria, lo que permite evidenciar como los estudiantes lograron analizar el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas y, utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química.

#### **4.2 La implementación de un modelo de escritura como una herramienta de aprendizaje y comprensión del equilibrio químico.**

Al crear un puente de comunicación entre la categoría medular y la categoría elementos que configuran las tareas de escritura, nace la presente generalización. Esta busca recoger las diversas características de los tipos de escritura y su interconexión, las interacciones sujeto - tema - tarea y los resultados que se obtienen para el aprendizaje del concepto en cuestión. De este modo, reconocer y aplicar todos los elementos que configuran una tarea de escritura ayuda a extender los tipos de textos que producen los estudiantes, así como cambiar el propósito evaluativo por el cual escriben, los posibles lectores a quienes se dirigen y método de producción que llevan a cabo. Así pues, el docente considera ciertas características para guiar las tareas de escritura de sus estudiantes. Con lo que se puede corroborar que no solo se tienen que conocer las referentes para la introducción de la escritura al aula de química, sino también las características especiales que deben tener las tareas que se asignan a los estudiantes.

Ahora bien, para asignar las tareas de escritura a los estudiantes Diego les hace explícito los diferentes elementos requeridos para realizar una composición escrita. En este sentido, indica que el proceso de la elaboración de un escrito de tener

en cuenta lo siguiente: la audiencia a quien va dirigido, el tipo de texto a desarrollar, un tópico del cual escribir y el método de producción que van a usar, como se puede observar en la siguiente viñeta:

P: Hoy vamos a leer un trabajo sobre la teoría de colisiones y el complejo activado que realizaron sus compañeros, está dirigido a los profesores, el propósito es explicar los conceptos, el género es científico y el método de producción es un procesador de texto.<sup>4</sup>

En la clase de química se utilizaron diferentes tipos de textos acordes con el género discursivo académico y haciendo uso del lenguaje como un sistema interpretativo, personal, provisional y flexible. Entre los tipos de textos más utilizados en el aula están los descriptivos, argumentativos, informativos y explicativos, estos pueden estructurar la composición textual de manera individual o combinada con el propósito de comunicar un patrón conceptual. Así pues, los estudiantes tienen que considerar las características de cada uno de estos para realizar sus producciones textuales, con ello deben revisar la estructura del texto, así como la macro y microestructura, organizar la información y seleccionar el tipo de terminología a utilizar.

Otro elemento importante a resaltar de la clase, es que el profesor siempre al asignar las tareas de escritura a los estudiantes define explícitamente el o los propósitos de estas. Como resultado de esto, los estudiantes logran ampliar su comprensión durante la escritura de textos con propósitos establecidos, puesto que ya no solo ven sus tareas como un medio para adquirir una nota, sino un proceso que les posibilita aprender, indagar, expresar las ideas sobre el concepto en cuestión. Cabe resaltar que, los propósitos de escritura son retomados en diferentes momentos: antes de iniciar la estructuración del texto, los estudiantes

seleccionan de su memoria los conocimientos acerca del tema y reflexionan sobre éstos, plantean conjeturas sobre las explicaciones y hacen su plan de escritura. Durante la composición textual, ellos manifiestan ir a buscar información sobre el contenido y, utilizan las ideas de otros textos que estén alineadas con el fenómeno estudiado. Luego, parafrasean estas con el fin de clarificar, ampliar, refinar, justificar y reorganizar sus propias ideas. Una vez terminado el texto los estudiantes deben haber logrado cumplir el propósito o si no reformularse y reestructurarse el escrito.

Por otra parte, la audiencia es uno más de los elementos que el profesor utiliza para establecer las tareas de escritura lo cual resulta ser clave en el desarrollo de estas, dado que, al considerarla les exige a los estudiantes seleccionar información, terminología y ejemplos para que los posibles lectores comprendan la intención comunicativa de su escrito. Entre los potenciales lectores que Diego usa están pares académicos, estudiantes de grados inferiores, padres de familia y él. Así, por ejemplo, para una de las tareas de química el profesor pide a sus estudiantes realizar un texto donde expliquen las teorías de complejo activado y colisiones dirigido a él, en el cual se puede observar que para la elaboración de la tarea los estudiantes utilizan el lenguaje formal de la química. Con esto, el profesor monitorea la función y la forma del texto e induce una evaluación colectiva del escrito donde son partícipes todos los estudiantes bajo su guía.

Con respecto a otro de los elementos claves de las tareas, durante las clases de química los estudiantes tienen la alternativa de utilizar diferentes métodos de producción de sus trabajos escritos, es así como ellos podían realizar algunos de éstos en pequeños grupos, individualmente o con toda la clase. También, existen variaciones en los medios de producción incluyendo computadores donde hacen uso de procesadores de texto, blogs y páginas web y a mano en sus cuadernos, carteles y hojas de block. Sin embargo, de estos últimos los estudiantes prefieren utilizar los procesadores de texto, ya que indican que es más fácil para

<sup>4</sup> Documento 128. Actividad 1. Cinética Química: Un caso con el peróxido de hidrógeno

ellos realizar cambios, usar imágenes, conservar versiones anteriores y revisar frecuentemente sus escritos.

Lo anterior se puede evidenciar en una de las entrevistas que se les realizaron a los estudiantes:

..la elaboración de textos con formato digital, tuvo variabilidad de ventajas a la hora de estructurar nuestros textos de forma digital, ya que nos hace un poco más fácil manipular este medio, añadir información, organizar nuestras ideas y corregir cada una de ellas<sup>5</sup>...

El siguiente elemento a tratar son los contenidos sobre los cuales los estudiantes escriben en las clases de química, así, docente selecciona al equilibrio químico como uno de los contenidos fundamental del currículo de esta disciplina. Ahora bien, las diferentes composiciones escritas elaboradas por los estudiantes, dejan ver el comienzo del desarrollo de un lenguaje multinivel aspecto esencial para la comunicación en la actual sociedad de la información y la economía del conocimiento. Además, estas actividades de escritura le permitieron a Diego, identificar las dificultades, limitaciones, concepciones alternativas y la comprensión de las entidades y procesos del fenómeno que presentan los estudiantes.

En consecuencia, con lo anterior, se puede aseverar que la conjunción de los elementos a considerar en las tareas de escritura les permite a los estudiantes comprender los conceptos que configuran el fenómeno del equilibrio químico. Específicamente, en algunas viñetas analizadas, se puede observar que el estudiante logra comprender lo sucedido a nivel submicroscópico de los reactivos y productos, también, se observa la utilización de un lenguaje multinivel para la explicación del ordenamiento de los átomos y la obtención de productos. Lo que también se puede corroborar con los resultados del postest en preguntas relacionadas con esta temática, donde se evidencia que más del doble de los estudiantes

después de la intervención lograron comprender los conceptos de este tópico, obteniendo mas del 90% de estudiantes que acertaron.

#### **4.3 El aula de química: comunidad de aprendizaje mediada por el lenguaje escrito.**

Al enlazar la categoría: características del aula de química con la categoría medular, surge la tercera generalización, en la cual se condensa la información sobre la importancia que tiene la instrucción a los estudiantes sobre cómo usar el lenguaje científico desde las bases teóricas lingüísticas. Por otra parte, considerar como la organización del aula y las estrategias pedagógicas utilizadas por el profesor pueden potenciar el aprendizaje del equilibrio químico.

En relación a las características que tiene el aula de química del caso estudiado, se ha observado que es un espacio en el que los estudiantes son los protagonistas, libre de amenazas y miedo, donde todos son partícipes y escuchan y respetan a los demás. Es así como en las clases de química, se identifica que el docente siempre busca un conocimiento colectivo que apoye y potencie el aprendizaje individual, por ende, en el aula siempre se suscitan discusiones, se presentan argumentos y contraargumentos que enriquecen la capacidad de defender sus creencias o concepciones, adicionalmente, se seleccionan casos para ser estudiados sobre el equilibrio químico que tengan relación con la cotidianidad de los estudiantes. Lo anterior se confirma con una entrevista realizada a un estudiante del caso:

...La enseñanza del profesor es muy diferente a la empleada en otras asignaturas ya que se basa en una metodología en donde permite al estudiante participar activa y asertivamente en clase por medio de un constante diálogo, resolución de situaciones problemas y la posición crítica a adquirir frente a los conocimientos de nuestros compañeros, profesor o nosotros mismos; acompañados, claro está, con argumentos firmes y propios del área<sup>6</sup>...

5 Documento P42. Entrevista a estudiantes

6 Documento P38. Entrevista a estudiantes.

Con respecto a las estrategias de enseñanza que utiliza el profesor en las clases de química, se pueden destacar dos que usa frecuentemente y que sirven para que los estudiantes organicen sus ideas y mejoren su entendimiento. La primera de ellas, es conocida como el POE (predecir, observar y explicar) la cual le permite al profesor conocer qué tanto comprenden los estudiantes sobre el fenómeno estudiado, al enfrentarlos a tres tareas específicas: 1. predecir y justificar los posibles resultados de algún experimento que se va a realizar; 2. observar y registrar las observaciones detalladamente del experimento que se realice; y 3. explicar lo observado, analizar y comparar sus predicciones con los resultados para que sean replanteadas.

La segunda estrategia utilizada por el profesor, es conocida como tiempo de espera, la cual consiste en darles algunos segundos a los estudiantes para que organicen sus ideas antes de exponerlas. Lo anterior, con el propósito que estos sean conscientes de la importancia de elaborar respuestas que tenga una coherencia y terminología adecuada; por lo general, el maestro asigna de cinco a veinte segundos donde el estudiante realice esta organización y exprese de mejor forma sus ideas y entendimientos.

Algunas características a considerar en la gestión del aula, las cuales también ejercen una fuerte influencia en el aprendizaje del equilibrio químico son la organización del salón, las actividades de aprendizaje de perspectiva sociocultural, el uso de TIC como herramienta cognitiva y, el compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal de los estudiantes. La primera de ellas, es necesaria para la dinámica de las clases de química, por lo cual los estudiantes se organizan en pequeños grupos de discusión y estructura interactiva con toda la clase. La segunda característica, son las actividades de aprendizaje de perspectiva sociocultural, donde los estudiantes pueden alcanzar una comprensión recíproca del equilibrio químico cuando evalúan sus propios textos para hacer correcciones pertinentes, contraargumentan las ideas de sus

compañeros y escriben diferentes tipos de textos. La tercera característica, es el uso de TIC como una herramienta cognitiva, que le permite al docente representar las ideas que estructuran el tópico de equilibrio químico utilizando animaciones, videos o laboratorios virtuales. Esta herramienta, también, posibilita la gestión de manera efectiva de la enseñanza, dado que, el profesor cuenta con artefactos tecnológicos con los que puede proyectar diferentes actividades, así como que cada estudiante tenga un computador para realizar consultas, lecturas y escritos, lo que resulta novedoso e interesante para ellos.

Finalmente, una característica más que debe tener el aula de química son los acuerdos y compromisos que el docente pactan con los estudiantes, con los cuales, él es el organizador y facilitador de las actividades y los estudiantes quienes deben gestionar su aprendizaje y el de la comunidad. Para ello, ellos adquieren compromisos a nivel comportamental, con la conducta que tenga en las clases; cognitivo, al generar preguntas y contraargumentos, al participar activamente en las discusiones, y, motivacional, con la actitud e interés que reflejen para aprender.

Simultáneamente, el docente realiza en su clase una instrucción explícita del uso del lenguaje científico en el aula de química. Dicha instrucción de las estrategias de lectura, oralidad y escritura estimula la transformación del conocimiento de los estudiantes, ya que, le permite tomar conciencia de la relación intrínseca entre el aprendizaje de la química y la práctica del lenguaje científico. Para esta instrucción, es importante que de la misma forma como los estudiantes aprenden a hacer ciencias al lado de un docente idóneo y competente, aprendan a leer, escribir y hablar de ciencias junto a un profesional que conozca los referentes lingüísticos de la disciplina.

Es así como Diego les enseña a sus estudiantes los procesos de lectura comprensiva, la utilización de terminología científica para expresar claramente sus ideas y, cómo escribir un texto con coherencia y cohesión que represente claramente la intención

comunicativa de cada uno de ellos. De igual modo, en las clases de química el docente instruye a sus estudiantes sobre cómo deben expresar sus ideas al momento de hablar. Igualmente, los estudiantes son instruidos en la escritura, aprenden sobre las reglas y significados de escribir con actividades como el análisis detallado de las características lingüísticas de ejemplos textuales, construcción conjunta de diversos tipos de textos, revisión de sus textos para calificar la forma y función del mismo.

Por último, uno de los textos trabajados en el aula mediados por las TIC está relacionado con las reacciones reversibles, el cual permitió evidenciar el aprendizaje que alcanzaron los estudiantes, puesto que en sus explicaciones logran explicar los procesos que ocurren a nivel submicroscópico. Además, del uso que hacen de los conceptos trabajados anteriormente, trayéndolos a la mente para poder explicar y entender lo sucedido en este tipo de reacciones. Lo anterior, también se puede constatar en el resultado de la ganancia de Hake que permite comprender el rendimiento positivo que se obtuvo al final de la intervención, afirmando que todo el proceso educativo descrito en cada una de las categorías permitió que los estudiantes aprendieran sobre equilibrio químico.

## 5. Conclusiones

Finalmente, es posible concluir que el enfoque de investigación de carácter mixto generó una serie de evidencias que apoyan la hipótesis de que la implementación de la estrategia de escribir para aprender asiste a los estudiantes en la construcción de la comprensión de las entidades y procesos que subyacen del equilibrio químico.

En este sentido, la incidencia efectiva de la estrategia de escribir para aprender el contenido de equilibrio químico se corrobora por medio del índice de 0,82, valor que indica el haber alcanzado por parte de los estudiantes un nivel de comprensión del contenido alto. Por otra parte, la introducción de la estrategia de escribir

para aprender tiene una incidencia positiva en la comprensión de las entidades y procesos que subyacen al fenómeno del equilibrio químico. Esto debido a que, la amalgama de los diferentes elementos que constituyen la estrategia les da la oportunidad a los estudiantes de desarrollar un pensamiento de orden superior. Así pues, la relación de las tres habilidades lingüísticas oralidad, lectura y escritura parece acrecentar el aprendizaje del equilibrio químico y mejoran el procesamiento cognitivo del mismo.

Por lo cual, se destaca la importancia que tiene trabajar las tareas de escritura acompañadas de procesos antecesores de discusión y lectura comprensiva. Igualmente, se estima que los estudiantes pueden aprender química a través del uso adecuado de actividades de lectura, oralidad y escritura. Así, hablar de química desarrolla la competencia de la argumentación, leer les permite ampliar los marcos de conocimientos manejados por ellos y escribir lleva su pensamiento a un nivel superior. También, se puede garantizar que los elementos que componen a las tareas de escritura son clave en las clases de química. Debido a que, al combinar éstos resulta una variedad de opciones y demandas de tareas que pueden ser efectivas para mejorar el aprendizaje de los conceptos que configuran al equilibrio químico. Para lo anterior, es necesario que los estudiantes reescriban, revisen y mejoren sus escritos continuamente, lo que les proporciona la oportunidad de generar y refinar nuevas comprensiones. Así mismo, considerar los diferentes elementos que configuran las tareas, les permite a los estudiantes realizar un plan de escritura, ya que, según el propósito, la audiencia y el tipo de texto deben organizar sus ideas, la terminología a utilizar y la estructura del texto con el cual pretenden comunicar su entendimiento. Se debe agregar que, trabajar en el aula con elementos como la diversidad de conocimiento, el progreso continuo y colectivo, y, la gestión de los estudiantes de su aprendizaje, que caracterizan a una comunidad de aprendizaje, incide positivamente en el aprendizaje del equilibrio

químico. Así pues, al enfrentar a los estudiantes a resolver las cosas por sí mismos, trabajar en grupo y hablar, escuchar, leer y escribir sobre ciencia son mecanismo de apropiación y oportunidades para que los estudiantes comprendan las entidades y procesos que subyacen al fenómeno de equilibrio químico.

No obstante, aunque la incidencia de la estrategia de escribir para aprender fue positiva en la comprensión del equilibrio químico, se debe considerar que el caso estudiado es ideal, puesto que en el aula de éste se considera el lenguaje como una herramienta de comunicación y aprendizaje de la química. De ahí, surge la necesidad de formar profesores que valoren el lenguaje como un elemento constitutivo del conocimiento científico, además, de enseñar la química ayuden a desarrollar las habilidades lingüísticas, concibiéndolas como una herramienta de pensamiento y aprendizaje y, no solo de enseñanza. Así pues, el maestro puede enseñar a leer y a escribir en el proceso simultáneo de la enseñanza de la química y el uso del lenguaje.

## 6. Referências

- ALBAYERO, M. S., TEJADA, M., & CERRITOS, J. D. J. (2020). Una aproximación teórica para la aplicación de la metodología del enfoque mixto en la investigación en enfermería. *Entorno*, (69), 45-50. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i69.9562>
- APPLEBEE, A.N. Learning to write in the secondary school (Final Report). 270. Stanford Univ., CA. School of Education. Re-Armbruster. 1983.
- BIELACZYK, K., & COLLINS, A. Learning communities in classrooms: A reconceptualization of educational practice. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, Boston: Inglaterra. 1999. 269-292.
- CAMPANARIO, J. M., & BALLESTEROS, R. A short program for teaching chemical equilibrium. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 10(2), 87-94. 1991. <https://doi.org/10.1093/teamat/10.2.94-a>
- CASSANY, D. La mediación lingüística: ¿una nueva profesión? *Terminómetro*, 2 [Número especial: La terminología en España], 62-63. (1996).
- ERICKSON, G. L., & MacKinnon, A. M. Seeing classrooms in new ways: On becoming a science teacher. *The reflective turn: Case studies in and on educational practice*, 15-36. 1991.
- GARAY, A.; CANDELA, B. & VIÁFARA, R. Teorías del diseño instruccional y los objetos de aprendizaje: El caso del equilibrio químico dinámico. Universidad del Valle. 2015.
- GLYNN, S. M. & MUTH, K. D. Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 1057-1073. 1994. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310915>
- GREENBOWE, T. J.; RUDD, J. A., & HAND, B. M. Using the science writing heuristic to improve students' understanding of general equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 84(12), 2007. <https://doi.org/10.1021/ed084p2007>
- HAKKE, R. R. Interactive engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanic's test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74. (1998). <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- HALLIDAY, W. G.; YORE, L. D., & ALVERMANN, D. E. The reading-science learning-writing connection: Breakthroughs, barriers, and promises. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 877-893. 1994. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310905>
- HOHENSHELL, L. M. & HAND, B. Writing-to-learn Strategies in Secondary School Cell Biology: A mixed method study. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 261-289. 2006. <https://doi.org/10.1080/09500690500336965>
- KEYS, C. W.; HAND, B., PRAIN, V., & COLLINS, S. Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of research in science Teaching*, 36(10), 1065-1084. 1999. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199912\)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I)
- KINTSCH, W. Learning from text. *Cognition and Instruction*, 3, 87-108. 1986. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci0302\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci0302_1)
- PERKINS, D. N. & UNGER, C. Teaching and learning

- for understanding. Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, 2, 91-114. 1999.
- PRAIN, V. & HAND, B. Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 12(6), 609-626. 1996. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(96\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(96)00003-0)
- RIVARD, L. O. P. A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983. 1994. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310910>
- RIVARD, L. P. & STRAW, S. W. The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study. *Science & Education*, 84, 566-593. 2000. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200009\)84:5<566::AID-SCE2>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200009)84:5<566::AID-SCE2>3.0.CO;2-U)
- ROTH, K. J. Developing meaningful conceptual understanding in science. *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, 139-175. (1990).
- ROWELL, P. M. Learning in school science: The promises and practices of writing. 1997. <https://doi.org/10.1080/03057269708560102>
- SANTA, C.M. & HAVENS, L.T. Learning through writing. In C.M. Santa & D.E. Alvermann (Eds.), *Science learning: Processes and applications* (pp. 122- 133). Newark, DE: International Reading Association. 1991.
- STRAUSS, A. & CORBIN, J. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Traducida por Eva Zimmerman de Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, Facultad de enfermería (Trabajo original publicado en 1990). 2002.
- STAKE, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.





## MODELAGEM MATEMÁTICA COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO EM ADMINISTRAÇÃO

### MODELAJE MATEMÁTICO COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO EN LA ESCUELA INTEGRADA DE ADMINISTRACIÓN

### MATHEMATICAL MODELING AS A PEDAGOGICAL TOOL IN ADMINISTRATION INTEGRATED HIGH SCHOOL

Flavio Fernandes\* , Vitor José Petry\*\* 

Cómo citar este artículo: Fernandes, F.; Petry, V. J. (2022). Modelagem Matemática como instrumento pedagógico no Ensino Médio Integrado em Administração. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 184-200. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16559>

#### Resumo

##### Resumo

Este trabalho é resultado da aplicação de um projeto de Modelagem Matemática com uma turma de Ensino Técnico em Administração Integrada ao Ensino Médio. São abordados diversos aspectos quanto a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula, através da exploração de situações reais associadas às rotinas administrativas. A partir da criação de “empresas” para produzir lanches, os alunos tiveram a oportunidade de explorar conteúdos da Matemática associados à formação técnica, mostrando desta forma, a potencialidade interdisciplinar do trabalho com a modelagem. São apresentadas algumas das atividades desenvolvidas durante a aplicação do projeto, seguidas da interpretação e análise textual discursiva dos resultados obtidos durante o seu desenvolvimento. Dentre as abordagens observadas, destacam-se a exploração e modelação de funções (afins, exponenciais e definidas por mais de uma sentença), inequações e os aspectos motivacionais que a modelagem proporcionou para a aprendizagem de conteúdos da Matemática. O uso de recursos tecnológicos como ferramentas de apoio também se mostrou oportuno durante a aplicação do projeto.

**Palavras chave:** Modelo matemático. Ensino profissional. Aprendizagem pela experiencia

#### Abstract

Results of the application of a Mathematical Modeling project in a Technical Teaching Class in Integrated Administration in High School are presented. Several aspects arise regarding the use of Mathematical Modeling in the classroom, throughout the exploration of real situations associated with

Recibido: junio de 2020; aprobado: enero de 2022

\* Mestre em Matemática. Professor no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Chapecó, Brasil. E-mail: flavio.fernandes@ifsc.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7983-8217>

\*\* Doutor em Matemática Aplicada. Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Chapecó, Brasil. E-mail: vitor.petry@uffs.edu.br. <https://orcid.org/0000-0002-8838-8753>.



administrative routines. By creating "companies" that produce snacks, students can explore Mathematics content associated with technical training, thus showing the interdisciplinary potential of work with modeling. Some of the activities developed during the project application are presented, followed by the interpretation and discursive textual analysis of the results obtained during its development. Among different approaches appear the exploration and, modeling of functions (affine, exponential, and defined by more than one sentence), inequalities, and the motivational aspects that modeling provided for the learning of Mathematics contents. The use of technological resources such as support tools was also appropriate during the project's implementation.

**Keywords:** Mathematical model. vocational education. Learning through experience

### Resumen

Este trabajo es el resultado de la aplicación de un proyecto de Modelaje Matemático con un grupo de Educación Técnica en Gestión Integrada a la Secundaria. Se abordan varios aspectos relacionados con el uso de la Modelación Matemática en el aula, a través de la exploración de situaciones reales asociadas a las rutinas administrativas. A partir de la creación de "empresas" para la producción de refrigerios, los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar contenidos de Matemática asociados a la formación técnica, mostrando así el potencial interdisciplinario del trabajo con la modelación. Se presentan algunas de las actividades desarrolladas durante la aplicación del proyecto, seguidas de la interpretación y análisis textual discursivo de los resultados obtenidos durante su desarrollo. Entre los enfoques observados, se destacan la exploración y modelación de funciones (afín, exponencial y definidas por más de una oración), desigualdades y los aspectos motivacionales que la modelación aportó para el aprendizaje de contenidos de Matemáticas. El uso de recursos tecnológicos como herramientas de apoyo también fue oportuno durante la implementación del proyecto.

**Palabras clave:** Modelo matemático. Educación vocacional. Aprendiendo através de la experiencia

## 1. Introdução

A Modelagem Matemática, embora tenha sua origem não diretamente associada ao ensino, vem ganhando espaço na área de Educação Matemática em diferentes níveis de ensino. Tratando-se de uma ferramenta pedagógica alternativa ao ensino tradicional, possui diversas características atraentes tanto para os alunos, que vivenciam na prática as situações que utilizam a Matemática, quanto para os professores que podem utilizá-la como complemento na sua prática pedagógica. A grande quantidade de aplicações dos conceitos de Matemática no dia-a-dia oportuniza aos alunos a

escolha de temas de seus interesses na tentativa de aproximar a matemática ensinada na sala de aula à realidade vivenciada em seu cotidiano. Trabalhando nesta perspectiva, espera-se que o professor consiga maior atenção e participação dos alunos no desenvolvimento prático e teórico das aulas.

Tendo em vista o aspecto motivacional para a aprendizagem trazido por esta prática pedagógica, neste trabalho apresenta-se o resultado de um projeto de Modelagem Matemática desenvolvido em uma turma de 35 alunos do primeiro ano do Ensino Médio em um Instituto Federal no Brasil. O objetivo geral é investigar possíveis benefícios e

desafios da aplicação de um projeto de Modelagem Matemática no Ensino Técnico em Administração integrado ao Ensino Médio no que tange à formação geral dos alunos. Assim, nesta pesquisa, busca-se responder ao seguinte problema: Como a abordagem de problemas interdisciplinares por meio da Modelagem Matemática pode contribuir na motivação e na aprendizagem de conteúdos da matemática em um curso de Ensino Técnico em Administração? Destaca-se que o curso em que foi aplicado o projeto, visa não só a formação geral do aluno, mas também a formação profissional como Técnico em Administração.

Neste trabalho discute-se aspectos relacionados aos principais conteúdos da Matemática abordados. Como exemplo, destacam-se o estudo de funções afins, exponenciais, funções definidas por várias sentenças e inequações correspondentes. O uso de recursos tecnológicos, como o software GeoGebra e as planilhas eletrônicas, favoreceram a construção de tabelas e a análise de diferentes cenários surgidos ao longo do processo de modelagem. Os problemas de Matemática foram gerados a partir de empresas fictícias criadas pelos grupos de alunos com o objetivo de produzir alimentos a serem vendidos em um evento. As questões da área técnica em Administração estavam associadas, principalmente à otimização dos custos de produção, qualidade dos alimentos e obtenção de lucro.

## 2. A Modelagem e o Ensino da Matemática

A capacidade humana de raciocinar e questionar os fenômenos do mundo e de buscar soluções para os problemas a partir da compreensão destes, levou as pessoas a buscarem respostas e a formularem métodos de registro, de controle e de previsões. Com o avanço das Ciências, até o século XIX, as primeiras manifestações da Modelagem Matemática estão associadas à Matemática Aplicada, conforme relatos de Burak (1992), e de Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Dentre os diversos autores que propõe uma definição para Modelagem Matemática, Bassanezi

(2009, p. 16) afirma que “A Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Esta definição evidencia a relação importante estabelecida entre realidade e sala de aula, uma vez que é a partir de situações reais que os alunos e o professor exploram os conceitos da Matemática, buscando a ligação entre a linguagem matemática e a linguagem do mundo. “A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62). Assim, a Modelagem Matemática tem como características prever, interpolar e extrapolar situações ou fenômenos de modo a auxiliar ou orientar na tomada de decisões. Esta concepção de Modelagem é adotada neste trabalho, ao montar empresas fictícias para explorar conceitos e conteúdos da Matemática que estão presentes também em situações de empresas reais.

A utilização da modelagem no ensino de Matemática no Brasil é percebida em apontamentos e produções intelectuais principalmente a partir da década de 1970. O surgimento e valorização desta corrente da Modelagem Matemática está associada à busca da descentralização do ensino na figura do professor, que deixa de ter o papel de “detentor do saber” e passa a focar o ensino na figura do aluno e seu contexto sócio-cultural. Assim, o professor com o seu saber, torna-se partícipe no processo de ensino-aprendizagem valorizando o contexto e a realidade onde o aluno está inserido.

O trabalho com a Modelagem Matemática requer uma sequência de atividades ou fases, defendidas por alguns autores. De acordo com Burak, a modelagem aplicada no ensino de Matemática utiliza basicamente os cinco passos descritos a seguir: “1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e o desenvolvimento

do conteúdo matemático no contexto do tema; e 5) análise crítica das soluções” (BURAK, 2004, p. 3). Biembengut e Hein (2016) caracterizam as fases da Modelagem Matemática como sendo: a) Interação; b) Matematização; c) Modelo. Estas fases visam estruturar um sistema de organização geral de procedimentos metodológicos para a implementação da proposta em sala de aula, uma vez que a Modelagem Matemática apresenta uma característica de imprevisibilidade de conceitos a serem abordados. Desta forma, o conhecimento e cuidado a respeito destas fases auxiliam o professor a organizar uma sequência didática de suas atividades a partir da proposta trazida pelos alunos. Burak (1992) destaca que os princípios básicos desta abordagem estão pautados na formulação do tema de acordo com o interesse dos alunos e na obtenção e utilização dos dados trazidos do ambiente a ser pesquisado.

Biembengut e Hein (2016), sugerem que o tema não está inserido nas fases da Modelagem Matemática, ficando este como parte anterior ao processo de modelagem, juntamente com o diagnóstico. Para estes autores, o tema pode ser escolhido tanto pelos alunos quanto pelo professor, destacando que a escolha do tema por parte dos alunos pode trazer algumas dificuldades associadas à adequação ao conteúdo programático, complexidade para os alunos e/ou para o professor que pode não ter tempo suficiente para prepará-lo e aplicá-lo adequadamente nas aulas. Independente da escolha, o que se prioriza sempre é a percepção do professor quanto às expectativas e a motivações dos alunos para uma boa produção. Neste trabalho, o tema foi discutido e adaptado pelos alunos a partir da sugestão do professor.

Ao abordar esta prática pedagógica no ensino de Matemática, Klüber e Burak (2008) destacam a importância de evitar os “excessos” de rigor presentes na Modelagem Matemática praticada no âmbito da Matemática Aplicada. A justificativa de tal cautela está no fato dos alunos de Ensino Básico não terem grande aparato de instrumental matemático como os cientistas pesquisadores da Matemática

Aplicada, o que pressupõe que é necessário, em muitos modelos, fazer simplificações das variáveis e adaptações que venham ao encontro da ampliação do conhecimento do aluno a partir de onde ele se encontra, sem porém, tornar menos significativos os resultados a serem obtidos.

A respeito dos resultados e modelos matemáticos obtidos a partir da Modelagem Matemática, é imprescindível sempre manter uma postura crítica sobre as condições de sua validação. Neste sentido, Borba e Skovsmose (2008) alertam quanto aos cuidados com a “ideologia da certeza” na Matemática. Os resultados em Matemática não podem ser apresentados sempre como uma verdade absoluta que generaliza todos os problemas similares ou que valida incontestavelmente uma solução. Devem ser refletidos e questionados, pois, por exemplo, a forma da obtenção dos dados pode influenciar nos resultados e a Matemática pode ser manipulada para se alcançar algum resultado com objetivo de influenciar tomadas de decisões. Assim, “a Matemática pode ser aplicada a problemas apenas se estes são ‘cortados’ de uma forma apropriada, para se adequar à Matemática, e a Matemática é ‘perfeita’ apenas quando construímos um contexto suficientemente adequado para essa proposta.” (BORBA e SKOVSMOSE, 2008, p. 131) É notável que nos teoremas tais verdades incontestáveis podem ser apresentadas, porém vale lembrar que estes geralmente são pautados em axiomas tidos como verdadeiros e que fundamentam as demonstrações, ou seja, uma simples contestação axiomática pode pôr em risco todo o rigor de um teorema.

Barbosa (2001) evidencia três perspectivas atuais da Modelagem na Educação Matemática, sendo duas provenientes das correntes internacionais apontadas por Kaiser-Messmer e a terceira sugerida pela própria autora. São elas: pragmática, científica-humanista e sócio-crítica. Na perspectiva pragmática o enfoque está na resolução de problemas reais do dia-a-dia preocupando-se com a futura profissão do aluno (conhecimento

técnico). Na perspectiva científico-humanista o objetivo é usar a Modelagem Matemática como uma motivação conceitual para aprofundamento teórico da Matemática, ou seja, o enfoque está na própria Matemática que aborda o problema, porém, sem ênfase ao problema em si, ou seja, a preocupação está no programa já pré-estabelecido (conhecimento matemático). A perspectiva sócio-crítica, visa valorizar o conhecimento reflexivo, ou seja, fazer indagações e reflexões acerca das implicações dos resultados evidenciados (conhecimento reflexivo). Dentro das suas peculiaridades, cada perspectiva tem o seu valor, e esta proposta não tem como finalidade defender alguma delas, embora apresente características pragmáticas.

Diante do exposto a Modelagem Matemática busca ser um elo entre a realidade dos alunos com a Matemática. Sua aplicação no Ensino Básico vem ganhando adeptos e é apresentada aqui como uma ferramenta de ensino, sobretudo para Ensino Médio Técnico Profissionalizante, principalmente pelo fato de dar a liberdade de oportunizar situações administrativas aos alunos dentro de temas associados a sua formação profissional.

### 3. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa foi desenvolvida com alunos de 14 a 17 anos de idade no primeiro ano do Curso Técnico em Administração integrado ao Ensino Médio de um Instituto Federal. O trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa, que de acordo com Teixeira (2003) é aquela que tem o ambiente como fonte dos dados e que se preocupa com o significado das situações para a vida dos alunos, embasando o processo de avaliação não exclusivamente nos resultados, mas com enfoque indutivo na análise dos dados. As empresas fictícias criadas pelos grupos de alunos tornaram-se ambientes onde eles decidiram quais lanches seriam produzidos. Desta forma, pesquisaram os melhores ingredientes e condimentos a serem usados de modo a manter a qualidade associada ao menor custo possível. Com o intuito de solucionar estas questões os alunos

utilizaram a Matemática para resolver problemas relacionados a Administração.

A aplicação do projeto de modelagem ocorreu em uma turma onde um dos pesquisadores foi o professor responsável pelo Componente Curricular de Matemática, o que caracteriza o trabalho como uma pesquisa-ação. Segundo Tripp (2005, p. 445), “a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos[...]”. Evidencia-se a característica de, neste caso, o professor ser o próprio pesquisador de sua prática.

A percepção crítica dos dados é o fator imprescindível dentro da análise, desde a forma de sua coleta até a interpretação dos resultados. Neste sentido, ressalta-se que parte dos dados da pesquisa foram obtidos através de aplicação de 2 questionários com perguntas abertas e fechadas. O primeiro questionário teve como finalidade fazer um diagnóstico da turma e o segundo, aplicado ao final do trabalho, visou investigar as percepções dos alunos quanto ao uso desta prática pedagógica. Durante o processo de execução do projeto de Modelagem Matemática, dados também foram obtidos através de produções dos alunos e diário de campo, conforme sugerido por Creswell (2007) e Petry (2010). No diário buscou-se realizar os registros das situações ocorridas durante a aplicação do projeto, como as manifestações e indagações dos alunos e professores envolvidos no trabalho.

A análise dos dados foi feita na forma narrativa conforme sugerido por Teixeira (2003), que visa o diálogo frequente com o raciocínio indutivo e dedutivo e entre descrição e interpretação visando a constatação crítica e dialógica com os referenciais pesquisados. Tais aspectos serão evidenciados na próxima seção deste artigo. A avaliação ocorreu em conformidade com Biembengut e Hein (2016, p. 27-28), que enfatizam que esta deve pautar-se em dois aspectos principais: “avaliação como fator

de redirecionamento do trabalho do professor e avaliação para verificar o grau de aprendizado do aluno”.

O desenvolvimento da pesquisa deu-se pela divisão da turma em sete grupos. Foi apresentada aos grupos a definição de Modelagem Matemática e os objetivos da proposta através de slides explicativos em aula e que foram disponibilizados através da plataforma virtual utilizada por professores e alunos para comunicação e disponibilização de materiais, frequência e notas. Cada grupo escolheu, a seu critério, um ramo de produção de alimento (lanches) que posteriormente foram produzidos por eles e vendidos na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e Semana do Empreendedorismo, evento anualmente promovido pelo Instituto no mês de outubro. Os primeiros encontros foram destinados a determinação do nome, lema, missão, visão e logo da empresa, e para o desenvolvimento de uma pesquisa de mercado acerca do produto a ser produzido pelo grupo. Os alunos fizeram também uma pesquisa de preços da matéria prima, visando a otimização dos custos e estratégias de produção. Algumas etapas deste trabalho contaram com a participação dos professores das áreas de Introdução à Administração, Organização, Sistemas e Métodos, Artes e Química. Os professores desses componentes curriculares contribuíram com o desenvolvimento das atividades relativas ao projeto nas situações pertinentes à suas áreas. Para exemplificar, a Professora da disciplina de artes contribuiu em suas aulas na orientação dos alunos quanto a elaboração das logomarcas de cada empresa.

As atividades de Modelagem Matemática foram desenvolvidas em várias etapas, denominadas neste trabalho de encontros. Para cada encontro foi produzido material específico para orientação geral das atividades previstas. A partir dos dados e dúvidas trazidos pelos alunos, os materiais foram sendo produzidos e direcionados à solução destes para uma melhor organização didática. Inicialmente foi determinada uma hora aula semanal para o projeto de Modelagem Matemática,

porém posteriormente ao se aproximar a data do evento, houve a necessidade de ampliar para três encontros semanais totalizando 15 aulas de 55 minutos cada.

#### **4. Aplicação do projeto, resultados e discussões**

Com a finalidade de conhecer melhor os sujeitos da pesquisa, algumas informações obtidas no primeiro questionário são apresentadas na sequência. Dentre os alunos envolvidos no projeto, 13,89% cursaram o Ensino Fundamental em escola pública municipal, 19,44% são provenientes de escola pública estadual, 55,56% são provenientes de escola privada e 11,11% desenvolveram parte de seus estudos em escolas públicas e parte em escolas privadas. Quando questionados quanto ao gosto pela Matemática, 8% dos sujeitos responderam que gostam muito, 53% que gostam pouco e 39% responderam que não gostam de Matemática. Possivelmente estes índices refletem suas “crenças de autoeficácia”, que de acordo com González, Ortega e Vásquez (2020) são as crenças que os alunos têm de si mesmos em relação às suas habilidades como aprendizes de matemática. Ainda segundo os autores, essa crença é consequência do que o aluno considera ser “capaz de fazer, como se sente emocionalmente ao fazê-lo, como se percebe em relação aos outros e o que os outros dizem sobre ela.” (GONZÁLEZ, ORTEGA e VÁSQUEZ, 2020, p. 6, tradução nossa). Em relação aos motivos que levaram os sujeitos a escolher o Curso Técnico em Administração, 49% escolheram como fator determinante o fato de ser um curso profissionalizante, 35% pela qualidade de ensino oferecida pela Instituição, 8% pela vontade dos pais, 6% por motivos diversos e apenas 2% por querer de fato seguir seus estudos na área de interesse do curso. Observou-se que a qualificação técnica escolhida foi por conveniência entre os cursos ofertados no Instituto e na região, uma vez que a maioria não demonstrava interesse em seguir estudos na área de Administração. Embora a projeção profissional para a maioria não era na área de profissionalização do curso, o tema

escolhido despertou o interesse dos estudantes.

#### **4.1. Descrição das principais atividades desenvolvidas na aplicação do projeto**

No primeiro encontro foi apresentado o projeto aos alunos, momento em que falou-se sobre a Modelagem Matemática, sobre os objetivos e a finalidade do projeto. Na sequência, passou-se para a escolha do tema e a formação dos grupos de trabalho. Para o desenvolvimento do projeto, cada grupo constituiu uma “empresa” com a finalidade de produzir e vender lanches em um evento que ocorreria na Instituição de Ensino. Inicialmente foram convidados a nomear e caracterizar a sua empresa por meio da definição de um nome, missão, visão e logo, caracterizando, desta forma uma identidade empresarial. Com a caracterização das empresas, e a definição do produto a ser elaborado e vendido por cada grupo, no encontro seguinte foi solicitado aos alunos que pesquisassem na internet informações sobre o produto, tais como: preço de mercado, diferentes variações de sabores, matérias-primas necessárias para sua produção e demais informações que julgassem pertinentes a sua produção. Com esta pesquisa, os grupos definiram uma receita a ser utilizada e fizeram o levantamento das matérias-primas necessárias. Como atividade extraclasse deste encontro, os alunos foram instigados a pesquisarem preços de diferentes marcas de matéria-prima em diferentes mercados e fornecedores da cidade. Para facilitar na padronização dos dados, foi apresentada uma tabela com as principais informações que eles precisavam obter.

No encontro seguinte, os alunos escolheram dentre os fornecedores e marcas de matérias-primas, aquelas que eles utilizariam para sua produção. Estes dados foram organizados em tabelas e foi efetuado o cálculo do custo de matéria-prima necessária para a produção por porção do produto. Foram orientados a estabelecer estratégias visando evitar desperdícios de matéria prima, o tamanho das unidades a serem produzidas, custo por unidade, dentre outros aspectos relativos à otimização de custos e à própria organização da

atividade. No cálculo dos itens a serem utilizados nas receitas apareceram dúvidas a respeito da proporcionalidade e conversão de unidades de medidas. Aproveitou-se o momento para a formalização de tais conceitos de forma construtiva com toda a turma, aproveitando dados trazidos por um dos grupos. A partir da formalização desses conceitos, os grupos passaram a concluir os cálculos solicitados como atividade extraclasse. Para a construção de um modelo do custo de produção, foi solicitado aos alunos que procurassem pesquisar e determinar os custos pertinentes aos demais insumos necessários à produção, como embalagens, utensílios, palitos, adesivos, fitas, potes, dentre outros. Tais custos, juntamente com os custos dos ingredientes foram classificados como custos variáveis por dependerem da quantidade produzida. Além destes, também foram apresentados, através de material explicativo, alguns exemplos de custos considerados fixos (que não dependem da quantidade a ser produzida), como por exemplo: aluguel do espaço, água, luz, telefone, salários dos funcionários, aluguel de utensílios, dentre outros. Embora os alunos não tivessem todos os custos listados no material impresso, optou-se em apresentar a existência destas possibilidades nas empresas, para que eles compreendessem que o modelo que estava sendo utilizado para os custos de suas empresas era um modelo simplificado. A simplificação dos modelos apresentados não desqualifica a utilização da Modelagem Matemática no ensino, uma vez que tal prática é prevista como possibilidade por diferentes autores, como por exemplo, Klüber e Burak (2008). Como atividade extraclasse, foi proposto aos alunos o desenvolvimento do cálculo aproximado do custo que eles teriam com água e energia elétrica, deixando sob responsabilidade de cada grupo a construção do modelo necessário com socialização e discussão dos resultados no encontro seguinte. Foram observadas diversas dificuldades dos alunos para a composição desse modelo, principalmente nos cálculos envolvendo aproximação dos custos de energia elétrica e de

água, onde apresentaram vários erros de cálculo e de comparações com unidades de medidas. Percebeu-se que os alunos utilizaram conceitos de proporcionalidade para obtenção dos valores aproximados, porém os valores de consumo não eram representativos da realidade. Dessa forma, novamente fez-se necessário a intervenção do professor pesquisador para conduzir as discussões visando a obtenção de dados condizentes com a realidade das situações envolvidas, considerando-se por exemplo, a potência dos equipamentos utilizados, o tempo de uso e o preço por unidade de energia consumida. Além do aspecto interdisciplinar dessa atividade ao abordar questões de Física, aproveitou-se o momento para discutir aspectos relacionados a funções definidas por mais de uma sentença, visto que as cobranças do consumo de energia elétrica e de água costumam ocorrer com preços diferenciados de acordo com faixas de consumo. Foram abordados também aspectos relacionados com o domínio e a imagem das funções.

No encontro seguinte os alunos foram orientados para a proposição de um modelo de custo variável a partir dos dados apurados anteriormente. Foi construída uma tabela com os alunos, onde constavam valores de custo variável para certas quantidades de espetos de morangos de chocolate conforme dados trazidos por um dos grupos (Tabela 1).

A partir desta tabela os alunos construíram no plano cartesiano um gráfico de dispersão.

Tabela 1 – Custo variável dos espetos de morangos de chocolate.

| Quantidade | Custo por unidade |
|------------|-------------------|
| 10         | R\$ 8,75          |
| 20         | R\$ 4,37          |
| 30         | R\$ 3,25          |
| 40         | R\$ 2,44          |
| 50         | R\$ 2,15          |
| 60         | R\$ 1,79          |

Fonte: os autores.

Foram instigados a obter a função afim que em sua concepção, “melhor” caracterizava os dados do gráfico. Surgiu então a ideia de escolher dois pontos e determinar a função afim que passasse por estes pontos através da resolução de um sistema de equações de duas incógnitas. Após a realização coletiva dessa atividade, foi solicitado aos alunos que cada um escolhesse um outro par de pontos para determinar a função afim passando por estes. As retas foram traçadas no mesmo sistema cartesiano a fim de discutir questões relativas às diferentes aproximações de modelos matemáticos na tentativa de representar uma mesma situação real. Inicialmente os alunos construíram os gráficos no caderno e posteriormente foram levados ao laboratório de Informática para utilizar o software Geogebra para construir o mesmo gráfico produzido na sala de aula. Aproveitou-se a utilização do software para explorar a ferramenta de regressão polinomial que visa minimizar as diferenças entre os pontos e a função calculada. O resultado dessa atividade é mostrado na figura 1. Ao analisar a característica de distribuição dos pontos no gráfico, surgiu a ideia da construção de um modelo de função do tipo exponencial:  $f(x) = c \cdot a^x$ . Novamente iniciou-se a atividade, buscando curvas de aproximação a partir da escolha de pares de pontos para posteriormente utilizar a ferramenta disponível no software, conforme mostrado na figura 2.

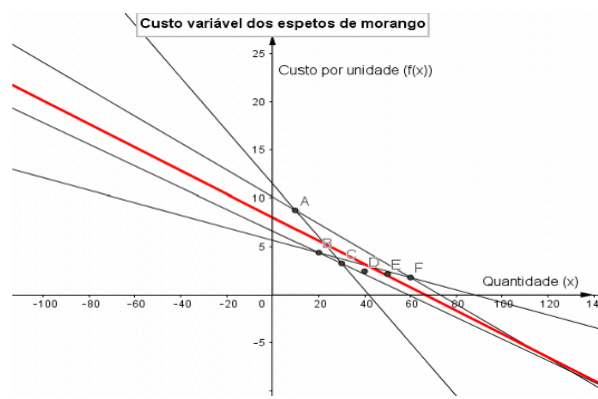
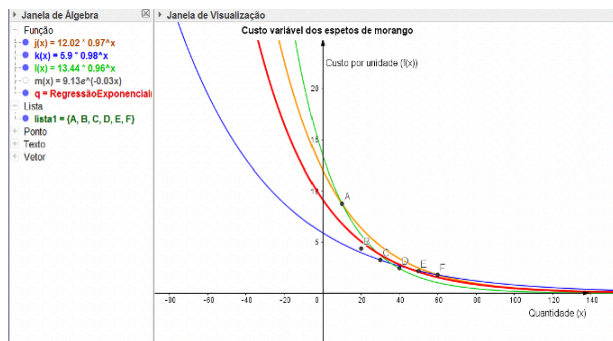


Figura 1. Retas obtidas a partir de pares de pontos e reta obtida por regressão polinomial (linha mais espessa).



modelos matemáticos visam obter aproximações das situações reais e que o modelo final depende das escolhas dos métodos matemáticos presentes em cada problema. Os gráficos mostrados nas figuras (Figura 1 e Figura 2) ilustram as variações do modelo de acordo com o conjunto de pontos escolhido.

As atividades descritas foram desenvolvidas a partir da tabela de custos variáveis de um dos grupos. Como atividade extraclasse, foi solicitado aos alunos o desenvolvimento de modelos semelhantes com as tabelas apresentadas pelos demais grupos.

Dando sequência ao trabalho, no encontro seguinte passou-se a discutir a função relativa ao lucro projetado por cada empresa. Estabeleceu-se um modelo padrão para todos os grupos de forma a considerar a função lucro como:  $L(x) = R(x) - C(x)$ , onde  $x$  representa a

quantidade de produtos a serem vendidos,  $R(x)$  a receita obtida pela venda de  $x$  unidades e  $C(x)$  o custo de produção de  $x$  unidades do produto. Cada grupo ficou responsável pela definição do valor de venda e da estimativa do custo, de acordo com o abordado anteriormente. O objetivo dessa atividade era fazer com que os alunos percebessem que se eles gastaram um determinado valor para a produção, estes custos necessitam ser superados pelas receitas na venda dos produtos para se obter lucro.

Considerando que a atividade visava proporcionar a compreensão da dinâmica da modelagem, optou-se em inicialmente considerar uma produção fixa de cada produto, o que leva à  $C(x)$  ser uma função constante que foi obtida a partir da aplicação do modelo desenvolvido anteriormente para a quantidade definida pelo grupo. Observou-se que isso caracteriza uma simplificação do modelo visto que em muitas situações reais, principalmente a longo prazo, a produção depende da demanda de vendas. Situações com custos variáveis são consideradas em atividades posteriores. As funções obtidas por cada grupo são apresentadas na tabela 2 onde  $x$  e  $y$  representam as quantidades vendidas de cada produto.

Como cada grupo estabeleceu uma quantidade máxima de unidades a serem produzidas,

Tabela 2. Tabela das funções lucro das empresas.

| Grupo/Empresa   | Função Lucro obtida por cada grupo                            |  |
|-----------------|---|--|
|                 | $L(x) = R(x) - C(x)$ ou $L(x, y) = R(x) + R(y) - C(x) - C(y)$ | Domínio  |
| Doce Sensação   | $L(x) = 3x - 143$   | $\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 60\}$                               |
| Pâtisserie      |   | $\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 120\}$                              |
| Brown Cookie    | $L(x) = 2x - 118,68$  | $\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 100\}$                              |
| Pizza Point     | $L(x) = 3x - 230,50$  | $\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 120\}$                              |
| Delícia gelada  | $L(x) = 3,5x - 164,60$  | $\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 90\}$                               |
| Cute Candy      | $L(x, y) = x + 2y - 148,10$                                   | $\{x, y \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 150 \text{ e } 0 < y \leq 100\}$ |
| Snack do Gringo | $\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq \dots\}$                     | $\{x \in \mathbb{N} / 0 < x \leq 100\}$                              |

Fonte: os autores.



delimitou-se o domínio da função. Aproveitou-se a atividade para introduzir a ideia de inequações para posterior trabalho com estudo dos sinais, sistemas de inequações e domínio de algumas funções.

As funções desenvolvidas pelos grupos são resultado de todo o processo de pesquisa de preço e operações realizadas nas aulas anteriores. Mais uma vez, o modelo apresentado por eles tem como objetivo prever as possibilidades e riscos futuros, auxiliando-os na tomada de decisões, conforme esperado da Modelagem Matemática de acordo com Bassanezi (2009). Embora tenham ocorrido alterações desta previsão inicial de gastos em virtude de variações de preços e mudanças de estratégias pelos grupos, tornou-se fundamental os alunos terem realizado estas simulações.

Destaca-se que o grupo “Cute Candy” apresentou uma situação diferenciada dos demais grupos quanto à resolução da equação. O fato de terem dois produtos distintos com valores diferenciados para venda (R\$ 1,00 e R\$ 2,00), fez com que sua função tivesse duas variáveis. Desta forma, para a previsão da quantidade mínima de unidades a vender para obter o lucro, chegaram a uma inequação envolvendo duas variáveis. Esta situação não estava prevista no planejamento inicial do projeto, porém, como foi apresentada por um dos grupos, optou-se em discuti-la em sala, corroborando com uma das características do trabalho com Modelagem Matemática, que é uma certa imprevisibilidade das discussões que podem ocorrer. Não demorou para os alunos perceberem que esse problema poderia apresentar mais de uma solução. Como as quantidades vendidas são números naturais, cujos valores são limitados superiormente, observou-se que o número de possíveis soluções seria finito. Optou-se neste caso em fazer a resolução coletiva do problema, conforme segue:

A empresa Cute Candy terá um custo fixo de R\$ 148,10 para produzir doces que serão colocados à venda a R\$ 1,00 e a R\$ 2,00, respectivamente. Deseja-se saber a quantidade (ou quantidades) de

itens que precisam ser vendidos de modo a obter lucro, sabendo que a produção máxima é de 150 unidades do doce que será vendido por R\$ 1,00 e de 100 unidades do doce que será vendido por R\$ 2,00. Considerou-se  $x$  a quantidade do produto que será vendido por R\$ 1,00 e  $y$  a quantidade do produto que será vendido por R\$ 2,00 e tomando o custo fixo de 148,10, para que a empresa tenha lucro, obteve-se a seguinte inequação com duas incógnitas:

$$x + 2y > 148,10$$

Inicialmente foi identificada a expressão que indica o momento em que não se tem lucro nem prejuízo, representada por:

$$x + 2y = 148,10$$

Tal expressão é representada pela equação de uma reta que associa para cada valor  $x$  a quantidade  $y$  de valor necessário para se obter 148,10, ou seja,

$$y = \frac{148,1 - x}{2} = 74,04 - \frac{x}{2}$$

Como as quantidades  $x$  e  $y$  são ambas positivas, o(s) resultado(s) do problema estará(ão) no primeiro quadrante do plano cartesiano. As limitações na produção de doces vendidos por R\$ 1,00 e R\$ 2,00 indicam que o eixo  $x$  terá um valor máximo de 150 unidades enquanto o eixo  $y$  terá um valor máximo de 100 unidades. Assim, como o objetivo é arrecadar valores superiores a 148,10, o conjunto solução do problema será composto pelos pares de números naturais presentes na área sombreada da figura 3.

Para aprofundar conceitos relativos ao estudo de funções, exercícios complementares foram apresentados aos alunos onde as funções custo e receitas apresentavam formas diversas aos problemas emergidos no projeto de modelagem. Após este estudo, os alunos foram instigados a estabelecer novos modelos na tentativa de descrever os dados apresentados, considerando diferentes situações possíveis. Também foram elaborados gráficos de dispersão representando os custos em função da quantidade de unidades produzidas, utilizando dados organizados em tabelas na planilha eletrônica. Em alguns casos,

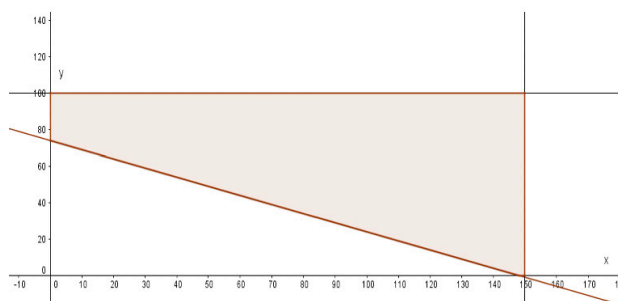


Figura 3. Representação geométrica da solução da inequação com duas incógnitas

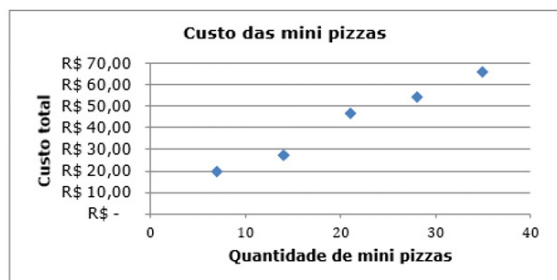


Figura 4. Gráfico de dispersão do custo de mini pizzas

optou-se em dividir o domínio da função em subconjuntos, estabelecendo funções com mais de uma sentença, situação exemplificada no modelo apresentado pelo grupo “Pizza Point”. Os dados apresentados pelo grupo sugerem que o custo total em função da quantidade de unidades de mini pizzas produzidas é representado pelo gráfico mostrado na Figura 4.

Após discussão com a turma, o grupo optou por dividir o domínio em dois subconjuntos: o primeiro para valores de menores ou iguais a 21 unidades e o segundo para valores maiores que 21. Utilizando o recurso de aproximação de linhas de tendência disponível no programa da planilha eletrônica, obtiveram as leis de formação do modelo, conforme segue:

$$C(x) = \begin{cases} 12,249e^{0,0623x}, & \text{se } 0 < x \leq 21 \\ 27,786e^{0,0246x}, & \text{se } 21 < x \leq 35 \end{cases}$$

Os alunos perceberam, a necessidade de utilizar o ponto de abscissa 21 nas duas leis de formação, mesmo que na representação do domínio, o referido valor não pertencia ao segundo subconjunto. Aproveitou-se o momento para retomar questões

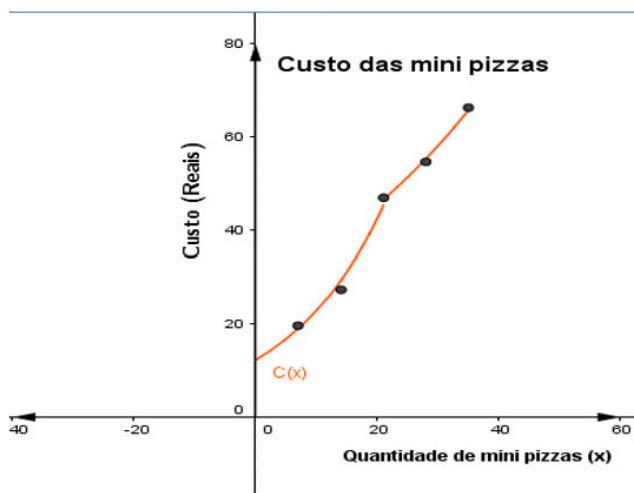


Figura 5. Representação do modelo do custo das mini pizzas através de funções com duas sentenças.

relativas à intervalos abertos e fechados e noções intuitivas de limites. Fazendo extrapolação até as proximidades de zero e utilizando a função de duas sentenças obtida, pôde-se gerar o gráfico apresentado na figura 5.

Percebe-se nesta construção, um ponto de descontinuidade para  $x = 21$ . Quando se optou em separar em dois intervalos distintos, as duas linhas de tendência passam a ser desconexas, podendo ocasionar tal efeito. Nota-se que, tomando  $f_1(x) = 12,249e^{0,0623x}$  e  $f_2(x) = 27,786e^{0,0246x}$  temos  $f_1(21) \cong 45,3198126e^x$ , o que evidencia que os limites laterais são diferentes neste ponto.

Considerando o preço de venda de cada unidade do produto de R\$ 3,00, a Função Lucro obtida a partir da venda de  $x$  unidades foi

$$L(x) = R(x) - C(x) = \begin{cases} 3x - 12,249e^{0,0623x}, & \text{se } 0 < x \leq 21 \\ 3x - 27,786e^{0,0246x}, & \text{se } 21 < x \leq 35 \end{cases}$$

Ao comparar a função lucro mostrada na tabela 2 e a função obtida na atividade descrita acima, observou-se novamente que o mesmo problema pode ser simulado por diferentes modelos, considerando diferentes hipóteses (no primeiro caso, considerou-se uma quantidade fixa de produção, enquanto, no segundo modelo, a

**Tabela 3.** Livro-caixa do grupo Snack do Gringo.

| <b>Livro Caixa – Empresa (Snack do Gringo)</b> |                              |       |            |            |             |
|--|------------------------------|-------|------------|------------|-------------|
| Data   | Histórico                    | Doc.  | Entrada    | Saída      | Saldo       |
| 07/10/16                                       | Capital Inicial              |       | R\$ 100,00 |            | R\$ 100,00  |
| 14/10/16                                       | Acréscimo do capital inicial |       | R\$ 30,00  |            | R\$ 130,00  |
| 17/10/16                                       | Pgto. Supermercado           | 65031 |            | R\$ 42,06  | R\$ 87,94   |
| 17/10/16                                       | Pgto. Embalagens             | 9940  |            | R\$ 9,85   | R\$ 78,09   |
| 17/10/16                                       | Pgto. Frutolandia            | 2342  |            | R\$ 29,70  | R\$ 48,39   |
| 18/10/16                                       | Vendas                       |       | R\$ 261,00 |            | R\$ 309,39  |
| 19/10/16                                       | Pgto. Frutolandia            | 2350  |            | R\$ 104,00 | R\$ 205,39  |
| 19/10/16                                       | Vendas                       |       | R\$ 480,00 |            | R\$ 685,39  |
| 20/10/16                                       | Pgto. Embalagens             | 1431  |            | R\$ 12,00  | R\$ 673,39  |
| 20/10/16                                       | Vendas                       |       | R\$ 452,00 |            | R\$ 1125,39 |
| 21/10/16                                       | Pgto. Bebidas                | 33857 |            | R\$ 365,68 | R\$ 759,81  |

Fonte: os autores.

quantidade produzida varia de acordo com a previsão de venda). Essa discussão se torna interessante na medida que ao se trabalhar com modelagem matemática, as soluções passam a não serem mais únicas, e a Matemática passa a ser vista como uma ferramenta que pode mostrar diversas situações, de forma a auxiliar na tomada de decisões. Outro fato relevante na discussão foi relativo à validade do modelo para valores de  $x$  não muito superiores a 35, devido ao comportamento de crescimento rápido função exponencial e a faixa de valores considerados na obtenção do modelo.

Após essa atividade, os alunos novamente foram estimulados a desenvolver novos modelos com os dados dos demais grupos. Nestas atividades buscou-se também a motivação para estudar inequações envolvendo funções não lineares e a utilização do método gráfico para sua solução, tendo o computador como ferramenta auxiliar. Alguns alunos apresentaram dificuldades em determinadas etapas do desenvolvimento das atividades propostas, sendo que o professor pesquisador prestou auxílio direcionando a construção do aprendizado.

Aproximando-se da data do evento onde fariam a venda, foi organizado um encontro onde cada grupo levou uma amostra de seus produtos e apresentou para os professores que integraram o projeto e para os colegas. Nesta atividade foram discutidas questões sobre o sabor e forma dos produtos, tamanho e forma das embalagens, ajustes de preços, a organização do evento,

higiene na elaboração dos produtos, planejamento na organização e exposição, estratégias de venda, dentre outros assuntos.

Para a produção dos lanches, antes do evento cada grupo recebeu um valor fixo em duas etapas, totalizando R\$ 130,00 para auxiliar na compra das matérias-primas. Este valor foi disponibilizado aos grupos através do PROPI (Programa de apoio ao Desenvolvimento de Projetos Técnicos de Finalidade Didático-Pedagógica em Cursos Regulares do Instituto). Os grupos que excederam este valor organizaram-se e investiram dinheiro pessoal, resgatando-o ao final da atividade. Na semana posterior ao evento, os alunos produziram tabelas denominadas por eles de “livro-caixa” para prestação de contas e cálculo dos lucros obtidos no processo e realizaram a apresentação dos resultados nas aulas de Fundamentos da Administração e Organização, Sistemas e Métodos. Os lucros obtidos foram destinados ao caixa da turma para utilização na sua formatura. Na tabela 3 é mostrada prestação de contas do grupo Snack do Gringo, enquanto na tabela 4 é apresentado

**Tabela 4.** Lucro líquido e valor para o caixinha de formatura.

| <b>Relatório Geral</b> |                           |                    |
|------------------------|---------------------------|--------------------|
| <b>Empresa</b>         | <b>Valor para o caixa</b> | <b>Lucro</b>       |
| Cute Candy             | R\$ 427,00                | R\$ 297,00         |
| Delícia Gelada         | R\$ 180,75                | R\$ 50,75          |
| Pizza Point            | R\$ 295,27                | R\$ 165,27         |
| Sanck do Gringo        | R\$ 759,81                | R\$ 619,81         |
| Pâtisserie             | R\$ 205,56                | R\$ 75,56          |
| Doce Sensação          | R\$ 217,00                | R\$ 87,00          |
| Brown Cookie           | R\$ 182,36                | R\$ 52,36          |
| <b>Totais</b>          | <b>R\$ 2.267,75</b>       | <b>R\$ 1357,75</b> |

Fonte: os autores.

o fechamento do lucro da turma e o valor a ser “doado” para o caixa da formatura.

#### 4.2. Análise das atividades desenvolvidas

No desenvolvimento do projeto de Modelagem Matemática foi possível utilizar situações reais associadas aos processos administrativos para compor uma base de exploração de conceitos de Matemática na sala de aula. Este processo se dá pela interação dos alunos entre si e entre o objeto de estudo através das intervenções e apontamentos do professor. Aspectos interdisciplinares, sempre que possível, podem ser trabalhados em conjunto com professores de outras áreas do conhecimento, tornando o trabalho ainda mais diversificado e amplo. Observa-se que neste projeto, a Modelagem Matemática foi incorporada ao ensino de forma paralela ao desenvolvimento do currículo estabelecido pela Instituição de Ensino, ocupando apenas parte das aulas da disciplina de Matemática.

Quanto aos benefícios e desafios trazidos pela aplicação da Modelagem Matemática, pode-se evidenciar a potencialidade que as questões administrativas têm a contribuir com situações que suscitam a Matemática como solução de seus problemas. A aproximação entre professores de diferentes áreas e entre os alunos é um fator positivo, uma vez que auxilia na produção coletiva e na proposição de soluções tendo como partida diferentes pontos de vista, o que evidencia a necessidade do trabalho em equipe e do diálogo em meio a divergências de ideias. Um desafio associado a esta pesquisa está na quebra de paradigma do método tradicional de ensino tanto para o professor quanto para os alunos.

No questionário respondido pelos alunos antes da aplicação desta proposta, apenas 7% dos investigados preferem trabalhar a Matemática a partir de problemas que exigem interpretação. Tal resultado, levou a explorar o uso de ferramentas tecnológicas de modo a contribuir na variação das atividades propostas. Mesmo com este fator inicialmente desafiador, no questionário

final pôde-se observar que, 91% dos alunos responderam que a Modelagem Matemática influenciou positivamente na motivação para o aprendizado de Matemática. Para apresentar as manifestações dos alunos, buscando preservar sua identidade, estes foram identificados pela letra “A” seguida de um número, atribuído aleatoriamente a cada aluno de 1 a 35. Dessa forma, A1 representa o aluno 1 e assim, sucessivamente. Algumas justificativas apresentadas foram: “É uma atividade dinâmica e que diferencia das aulas normais” (A5); “porque com esses tipos de trabalhos fica mais fácil entender a matemática [...]” (A12); “[...] mostra que podemos aprender a ver o que acontece por trás, ou seja, até chegar a venda do produto” (A7); “Se você estiver em um grupo que você consiga se comunicar bem e ter uma relação de parceria você aprenderá bem mais facilmente o conteúdo de Matemática” (A28); “faz com que os alunos se envolvam com a matéria” (A14); “o fato de criar uma empresa fictícia e fazê-la funcionar, traz mais ânimo na forma de aprender” (A15); “A matemática não costuma ser uma matéria muito adorada pelos alunos, por isso fazer uma atividade diferente pode facilitar o interesse” (A22); “Aprender matemática na sala de aula, repetindo inúmeros exercícios é muito cansativo e desanimador. As atividades de Modelagem ajudam no aprendizado e são divertidas” (A31).

Analisando as respostas dadas pelos alunos, percebe-se a importância de alguns aspectos pedagógicos oportunizados que eles valorizam, tais como o envolvimento na produção do conhecimento; diversificação do formato da aula; trabalho em grupo; aplicação da Matemática em situações reais; ausência de atividades de repetição e caráter dinâmico. Estes elementos presentes nos resultados apresentados pelos alunos também são evidenciados em trabalhos da literatura, como em Fernandes e Petry (2018) e Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Um aspecto desafiador é não tornar a Modelagem Matemática uma forma tradicional de ensino, pois existe o risco deste direcionamento pelo

professor quando este já possui uma metodologia de ensino arraigada. A abertura para a mudança de abordagem de ensino neste caso é imprescindível, é o que Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 24) denominam de “fuga da zona de conforto”.

Um dos problemas proposto nesta pesquisa foi o de identificar os cuidados necessários para que a Modelagem Matemática pudesse contribuir significativamente no aprendizado dos educandos. Ceolim e Caldeira (2015) e Burak (1992, p.58) apontam para a preocupação de professores a respeito do cumprimento do currículo escolar. Tal preocupação também foi evidenciada neste trabalho pelo professor pesquisador e também apontada por alguns alunos, associando ao tempo de duração do projeto nas aulas conforme as citações que seguem. Ao perguntar sobre a motivação da Modelagem Matemática para o aprendizado um aluno respondeu: “Acho importante, mas deveria ter ocupado menos tempo, muito conteúdo utilizado no vestibular não rendeu” (A19). Nota-se a preocupação com o currículo (Base Comum) no sentido de preparação para concursos de vestibulares, aspecto muito procurado pelos alunos ao matricular-se nos Institutos Federais. Nas respostas acerca dos aspectos negativos da aplicação da Modelagem também apareceram respostas similares: “Parada do conteúdo do Ensino Médio” (A32); “Nós perdemos muitas aulas de outros conteúdos de Matemática, mas as aulas foram produtivas mesmo assim” (A20); “É uma atividade que exige muito tempo” (A29); “Na minha opinião mesmo tendo aplicações matemáticas o conteúdo não rendeu, sinto que perdi muito tempo sem aprofundar o conteúdo do 1º ano” (A3). Sendo atividade diferente, o aluno A32, por exemplo, interpretou que com a Modelagem Matemática houve uma “parada do conteúdo do Ensino Médio”, o que não ocorreu de fato, pois os aspectos conceituais trabalhados buscaram entrar em consonância com os conteúdos do Ensino Médio, como percebeu-se no desenvolvimento apresentado em parágrafos anteriores. Observou-se nestes casos

a preocupação de alguns alunos ao compararem os aspectos trabalhados com a sequência dos conteúdos da disciplina dispostos no Projeto Pedagógico adotado pela Instituição de Ensino.

Neste aspecto percebe-se que mesclar Modelagem Matemática e currículo escolar não é tarefa fácil, mas que pode ser incorporada a partir de estratégias de organização das aulas, distribuindo as horas de maneira a manter parcialmente o currículo e utilizar a própria modelagem para implementar este no processo. Outras formas de trabalho podem ser implementadas, como a utilização de Modelagem Matemática como Projeto Integrador nos cursos técnicos e organização de horários extracurriculares para trabalho com reforço escolar como exemplificado no trabalho de Fernandes e Petry (2018) e Weber e Petry (2015).

Algumas críticas foram apontadas pelos alunos a respeito das divergências de opiniões, “improdutividade” de membros do grupo e atritos entre membros do próprio grupo, devido às produções coletivas oportunizadas pelo trabalho. Neste sentido, o professor deve estar atento a estes eventuais problemas para buscar solução no processo para evitar a desmotivação dos alunos. É importante também organizar a avaliação de modo que sejam realizadas atividades individuais e de auto-avaliação dos grupos, para identificar e tornar a avaliação mais coerente.

Além dos conceitos de Matemática apresentados anteriormente, destaca-se aqui a percepção de aprendizagem apresentada pelos próprios alunos a partir do questionário apresentado ao final da atividade. Ao responder a pergunta: “A Modelagem Matemática é uma ferramenta importante para o aprendizado de Matemática?” destacam-se algumas respostas quanto a justificativa positiva na aprendizagem, tais como: “Mais conhecimento e aprendizagem em relação a parte administrativa” (A7); “Facilidade na compreensão de como organizar uma empresa” (A15); “Adquirimos conhecimentos no quesito das necessidades e deveres de uma organização” (A18); “Conseguimos entender quais as preocupações e deveres que uma empresa tem

internamente. Nós podemos aprender matemática com administração, que é o curso que fazemos, então eu acho que foi muito importante” (A23); “A atividade foi muito produtiva. Conseguimos ter uma noção bem melhor sobre o conteúdo e com relação ao dinheiro” (A12); “Um ponto positivo foi que aprendemos um pouco sobre o funcionamento das empresas e como a matemática pode auxiliá-la em seu desenvolvimento” (A14); “O maior entendimento do assunto trabalhado, aprendemos a ter organização, e novas formas de administrar, não só a empresa criada mas tudo que está ao nosso redor, também conseguimos, em algumas vezes, trabalhar em grupo” (A28). Percebe-se que os elementos apresentados, de forma geral, enfatizam a relação entre a Matemática e a prática administrativa, o que era esperado a partir da ideia central da Modelagem Matemática. Nota-se também que os alunos associaram em suas respostas aspectos de aprendizagem não só de Matemática, mas de conceitos e práticas administrativas, o que mais uma vez destaca o caráter interdisciplinar do trabalho. Essa percepção corrobora também com Burak ao afirmar que “o processo de ensino é deflagrado pelo professor, na Modelagem Matemática é compartilhado com o grupo de estudantes, cuja motivação advém do interesse pelo assunto” e que “a obtenção dos dados, sempre que possível, no ambiente em que vivem e atuam os estudantes desperta maior entusiasmo para a atividade, promove a discussão sobre aspectos a pesquisar, favorece um olhar mais atento à situação e reforça a atividade formativa.” (BURAK, 2019, p. 104).

### 5. Considerações Finais

Considerando o exposto neste trabalho, sugere-se que a Modelagem Matemática aplicada nas aulas do Ensino Médio Integrado em Administração contribuiu para um melhor envolvimento dos alunos com os conteúdos tanto do componente curricular de Matemática quanto nos demais componentes. A integração e troca de ideias entre os alunos nas atividades em grupo (mesmo com

alguns desentendimentos) e entre os professores na relação interdisciplinar, contribuíram para o bom andamento das aulas.

É notório o potencial de conceitos e situações a serem abordados em sala ou em atividades extraclasse, o que demanda um constante trabalho de pesquisa conceitual e de produção de materiais didáticos adaptados às realidades apresentadas pelos alunos nas situações emergidas. A releitura da Matemática como uma ciência não necessariamente exata também é visualizada em muitos modelos aqui expostos, fator importante para a leitura crítica de dados apresentados por meios de comunicação no cotidiano do aluno. A possibilidade da utilização de um terço das aulas semanais de Matemática para a Modelagem Matemática foi fator significativo para o desenvolvimento das atividades, uma vez que o “fator tempo” sempre é um elemento dificultador para a implantação de projetos como este na escola.

Dentre os benefícios observados a partir deste trabalho, destacam-se o envolvimento e a motivação dos alunos e professores de diferentes componentes curriculares, considerando o desafio de oferecerem produtos a serem vendidos durante o evento. Também merece destaque, o dinamismo oportunizado nas aulas, o envolvimento dos alunos com a Matemática, a percepção de aplicação dos conhecimentos de Matemática na prática administrativa, a aprendizagem por método não tradicional de repetição, o desenvolvimento pessoal e da capacidade de trabalho em equipe, a aceitação das diferenças de opiniões e tomadas de decisões, além das práticas de organização de ideias e conceitos. Os principais desafios e cuidados evidenciados na pesquisa estão associados essencialmente às questões curriculares, porém podem ser amenizadas através da implementação de exercícios e atividades que envolvam os conceitos utilizados na modelagem e também através da utilização parcial do tempo das aulas para este tipo de trabalho.

Constatou-se também ser possível os alunos desenvolverem pesquisa na escola e a partir das

situações trazidas por eles ou pelos professores, com problemas interdisciplinares, aprenderem diversos conceitos associados à Matemática. Destacam-se como principais conceitos relativos à Matemática abordados durante o desenvolvimento das atividades: proporções, regra de três, aplicação de conversão unidades de medida em problemas práticos, construção de tabelas, construção de gráficos, funções (função constante, função afim e função exponencial), função de uma ou mais variáveis, função de uma ou mais sentenças, sistemas de equações, inequações, arredondamento estatístico, utilização de ferramentas tecnológicas (calculadoras, planilhas eletrônicas e software de construção geométrica), interpolação, extrapolação, operações algébricas, livro-caixa, custo, receita e lucro. Embora muitos desses assuntos já tenham sido trabalhados em anos anteriores, o trabalho oportunizou a aplicação destes em situações reais, e a percepção da necessidade de complementaridade entre diversos conteúdos para a construção do conhecimento.

O uso de recursos tecnológicos como ferramentas auxiliares se mostrou importante, uma vez que permitiu analisar, de forma rápida e objetiva, diferentes hipóteses ou cenários presentes em procesos de modelagem. Assim, foi possível visualizar diferentes soluções nos modelos analisados, possibilitando aos alunos avaliarem cada situação a partir das escolhas e simplificações consideradas.

## 6. Referências

- ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Básica. 1ª ed. Contexto. São Paulo: Brasil, 2016.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: 24ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED, Anais. Caxambu, 2001.
- BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. 3ª ed. Contexto. São Paulo: Brasil, 2009.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. 5ª ed. Contexto. São Paulo: Brasil, 2016.
- BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica: a questão da democracia. 4ª ed. Papirus. Campinas: Brasil, 2008.
- BURAK, D. Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Tese de Doutorado em Educação - Unicamp, Campinas, 1992.
- BURAK, D. A Modelagem Matemática e a sala de aula. In: Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática- I EPMEM. Londrina, 2004.
- BURAK, D. A Modelagem Matemática na perspectiva da educação matemática: olhares múltiplos e complexos. Educação Matemática Sem Fronteiras, v. 1, n. 1, p. 96-111, 2019. DOI: <https://doi.org/10.36661/2596-318X.2019v1i1.10740>.
- CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática na Educação Matemática: Obstáculos Segundo Professores da Educação Básica. Educação Matemática em Revista, n. 46, p. 25-34, 2015.
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2007.
- FERNANDES, F.; PETRY, V. J. Aprendizagem matemática a partir de um projeto pntegrador na Educação de Jovens e Adultos. Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 6, n. 2, XXXVIII CNMAC, Campinas, SP, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5540/03.2018.006.02.0254>.
- GONZÁLEZ, M. S. G; ORTEGA, J. C; VÁSQUEZ, F. M. R. "Aprender matemáticas es resolver problemas": creencias de estudiantes de bachillerato acerca de las matemáticas. Revista de Investigación Educativa de la Rediech, v. 11, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33010/ierierediech.v11i0.726>.
- KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. Educação Matemática em Pesquisa, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008.
- PETRY, L. S. Reconstrução do conhecimento dos alunos sobre ecossistemas por meio de unidades de aprendizagem. Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e Matemática - PUCRS, Porto Alegre, 2010.
- TEIXEIRA, E. B. Análise de dados na perspectiva científica: importância e desafios em estudos organizacionais. Desenvolvimento em questão, v. 1, n. 2, p. 177-201, 2003. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2003.2.177-201>.

- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>
- WEBER, P. E.; PETRY, V. J. Modelagem Matemática na educação básica: uma experiência aplicada na Construção civil. Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias. V. 10, n. 1, p. 40-54, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14483/jour.gdla.2015.1.a03>.







## TÍTULO: MANUAL PARA DOCENTES Y ESTUDIANTES BISOÑOS, AVEZADOS, O PROCRASTINADORES: LEER, ESCRIBIR E INVESTIGAR CON APOYO DE LAS TIC

Reseña Elaborada por: **Olga Lucía Castiblanco Abril\***

Cómo citar este artículo: Castiblanco, O, L. (2022). Reseña: Manual para Docentes y Estudiantes Bisoños, Avezados, o Procrastinadores: Leer, Escribir e Investigar con Apoyo de las TIC. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 201-204. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19349>

**Título:** Manual para Docentes y Estudiantes Bisoños, Avezados, o Procrastinadores: Leer, Escribir e Investigar con Apoyo de las TIC

**Autor:** Rigoberto Castillo, Ph.D.<sup>1</sup>

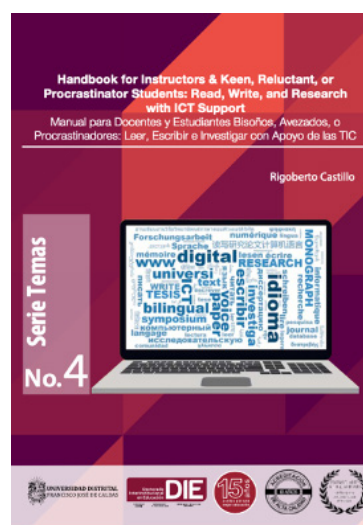
**Editorial:** Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

**Año de publicación:** 2021

**Ciudad:** Bogotá

**Idioma:** Inglés

**Número de páginas:** 191



### Introducción

Escribir para generar conocimiento es una tarea compleja que exige habilidades para organizar ideas, redactar y transmitir mensajes a los lectores. Por lo tanto, enseñar a escribir documentos de corte científico requiere una formación específica para la planeación de estos procesos. En este sentido, se encuentra un aporte a la formación de escritores en el ámbito académico. Esta reseña la elabora una académica que complementó su formación específica tomando un curso con el autor.

El manual nos presenta conocimientos sintetizados en torno a aspectos fundamentales de la lectura y la escritura académicas. Por un lado, se

<sup>1</sup> Rigoberto Castillo es Doctor en Educación de University of Texas at Austin. Licenciado en Filología e Idiomas de la Universidad Nacional de Colombia. Profesor e investigador en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Becario Fulbright y miembro del Grupo de Investigación Formación de Educadores. Profesor invitado de la Universidad San Buenaventura y Universidad de Caldas. El Dr. Castillo recibió de la Asociación Colombiana de Profesores de Inglés (ASOCOPI) el premio nacional Claire de Silva por sus aportes a la profesión. Email: [rcastillo@udistrital.edu.co](mailto:rcastillo@udistrital.edu.co) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9527-0120>

\* Ph.D. en Educación para la Ciencia. Profesora de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Email: [olcastiblancoa@udistrital.edu.co](mailto:olcastiblancoa@udistrital.edu.co). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8069-0704>

encuentra una caracterización del lector-escritor (Wreader) de la web, por otro lado, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para favorecer los procesos de búsqueda de información, organización y edición de las ideas, así como guías, listas de verificación y rúbricas para la construcción de la coherencia de textos. También nos facilita el análisis sobre los problemas de la educación lingüística y las posibilidades de innovación en este campo, del mismo modo que nos ofrece técnicas específicas para la producción y mejora de un escrito, con la respectiva ponencia oral del mismo. Brevemente describiré cada capítulo.

### **Capítulo I. Teorías subyacentes a la lectura y la escritura en la era digital**

De acuerdo con el autor, la competencia primordial que debe desarrollar el lector-escritor (Wreader) es la habilidad para reconocer el género (ensayo, informe de investigación, o tesis entre otros) e identificar sus características, de modo que su escrito sea acorde con el tema y el público. Lo segundo, es reconocer las partes del proceso, en donde debe tomar conciencia de lo que significa escribir para otros, lo que implica revisar y editar para mejorar la calidad del escrito y saber que el autor debe satisfacerse a sí mismo de acuerdo con sus sueños. Es decir, que debe comprender a la lectura y la escritura como una práctica social de construcción de significados para sí mismo y para los demás.

Nos orienta en la reflexión sobre el por qué la selección de los contenidos temáticos, la definición del estilo, del tono, y las decisiones sobre la estructura de composición de un texto, son aspectos centrales. También encontramos orientaciones específicas para crear partes de un texto, por ejemplo, sobre las partes de la introducción de un escrito que debería considerar ideas como; permitirle al lector reconocer la temática general del trabajo y enfocarse en el aspecto particular que se desarrolla, presentar el contexto y la importancia del desarrollo de este trabajo, ilustrar con algunas preguntas o situaciones problemas que involucren

al lector y finalmente resaltar los resultados potenciales del trabajo que se está relatando. En su libro anterior (Castillo, 2014), el autor ahonda en otras estrategias.

### **Capítulo II. Prácticas para generar ideas**

Las razones por las cuales alguien debe escribir un texto son múltiples, puede ser porque quiere convertirse en un escritor o porque simplemente le toca desarrollar esta actividad para avanzar en su proceso formativo, o porque tiene la necesidad de comunicar resultados de investigación o reflexiones que considera importantes para él y los demás. En todos los casos, lo más difícil siempre será empezar a escribir. En este capítulo encontramos una ayuda para ir paso a paso reconociendo quiénes somos, porque razón escribimos y qué tipo de producto queremos lograr.

Es necesario iniciar expresando la intención primaria mediante un diagrama, dibujo, o frase corta, que con el tiempo va a evolucionar en la medida que se vayan tomando decisiones para nutrir esa idea. Una de las decisiones es la lectura que se debe hacer para ampliar la comprensión del tema de escritura, para lo cual, conviene aprender a no perderse en la infinidad de información disponible en la Red y en las bibliotecas físicas o virtuales, así como, construir criterios de búsqueda de información, bien sea en la lengua materna o en otros idiomas, esto último abrirá posibilidades de comprender mas a fondo el tema. En esta parte, el lector encuentra enlaces y recursos técnicos para apoyarse al momento de crear un escrito, a modo de inspiración, o de guía para el proceso escritural.

### **Capítulo III. Prácticas para organizar ideas**

De acuerdo con el autor, los Wreaders pueden llegar a no encontrar sentido alguno en toda la información disponible en la red, pero además pueden presentar dificultades para organizar ideas. Las dificultades comienzan cuando el escritor no tiene claro un propósito. Por esto se describe una estrategia para construir el propósito y aclarar el público destino, avanzando por niveles. Se puede utilizar la estrategia de elaborar un andamiaje del texto, o de empezar por organizar una tabla de

contenidos, o elaborar criterios de análisis para discutir con pares buscando recibir retroalimentación que le permita al autor analizar su escrito desde una perspectiva crítica.

Otro aspecto fundamental para un Wreader es aprender a leer, interpretar y utilizar la información que encuentra. Esto implica sintetizar información, resaltar aspectos importantes, comparar diferentes estudios sobre un tema y evaluar cuáles resultan más pertinentes para la propia producción. De este modo, podrá enriquecer sus ideas de fondo sobre el contenido, encontrar inspiración o ejemplos de metodologías de investigación, diferenciar procedimientos e instrumentos para consolidar los datos con su respectivo análisis y encontrar la forma adecuada de presentar su escrito. Esta guía es de especial ayuda por ejemplo, para , quienes deben presentar un trabajo de grado para optar al título profesional, ya que deberán incursionar en el campo de la producción académica sobre tópicos específicos de su profesión.

#### **Capítulo IV. Prácticas para revisar las ideas**

Cuando un autor ha terminado de escribir su texto podría pensar que ya llegó al final, pero, aún falta una fase definitiva que es la revisión del escrito completo. Usualmente se maneja desde el concepto de “corrección de estilo”, lo cual es importante para mejorar la ortografía, digitación, gramática, las normas del formato y la unificación de estilo de lenguaje. Sin embargo, hay otros aspectos que deben ser revisados; la coherencia interna del documento, la conexión entre las ideas desarrolladas por el autor, así como la conexión entre sus ideas y las de los referenciales utilizados, el uso de lenguaje pertinente para el público objetivo, los aspectos relacionados con la calidad de la investigación o del estudio que dio origen al escrito, entre otros. En este capítulo se muestran técnicas y criterios para la revisión del texto mediante el proceso “arriba-abajo y abajo-arriba”, el cual puede ser hecho por pares y/o por el mismo autor a manera de autoanálisis crítico y reflexivo.

La edición de un texto se concibe como una práctica que consiste en tener criterios para

seleccionar material de apoyo, que le permita al autor afinar su lenguaje, respetar las características del género literario, enriquecer el propio discurso versus el de sus referenciales, invitar al lector a profundizar en el tema, actuar como par evaluador. Para todo ello se pueden utilizar diversas tecnologías de la información y la comunicación, de los cuales se presentan ejemplos de uso.

#### **Capítulo V. Prácticas para captar ideas**

Posicionar un punto de vista requiere que el escritor construya un esquema de pensamiento en torno a la tesis que defiende. Así es como una obra logra trascender entre las muchas publicaciones que circulan a diario. Esta habilidad de tomar conciencia sobre la esencia de las ideas que se presentan para entablar diálogos sinceros con la sociedad, requiere de formación. En este capítulo, el autor toma de Artístoteles los conceptos de el ethos, el phatos y el logos del discurso de una persona, es decir, la ética a la que responde su sistema de ideas, el modo como estas ideas se conectan con otras en la sociedad y la lógica que orienta las argumentaciones para sustentar y defender sus ideas. Por otra parte, se ofrecen guías y criterios para el desarrollo del pensamiento metacognitivo del autor de un texto, en el sentido de que reconozca las formas en que puede volverse mejor lector, escritor y analista de diversos temas académicos.

#### **Capítulo VI. Syllabus para un curso de lectura-escritura-investigación con ayudas TICs**

Se presenta una propuesta de curso en un formato no tradicional cuyo objetivo es formar al estudiante para la lectura, la escritura y la comunicación de trabajos en el idioma inglés. De modo que puede ser guía o inspiración para docentes de todas las disciplinas. La importancia radica en que está dirigido para estudiantes no nativos en el inglés que deben aprender a comprender diferentes géneros de escritura académica, así como aprender a producir documentos de corte científico en el idioma inglés. Este manual ofrece pautas que propician ambientes de construcción de conocimiento

sobre cada una de las partes de un escrito formal, en un proceso que va desde estimular el surgimiento de ideas iniciales acerca de qué escribir, hasta la formalización de un texto con título, resumen, introducción, definición del problema en estudio, marco de referencia, metodología de toma y análisis de datos, resultados, conclusiones y referencias. Sabiendo que para cada una de estas partes se requieren aprendizajes específicos.

### **Capítulo VII. Orientando a los estudiantes hacia los portales de las comunidades académicas**

El manual cierra con reflexiones y sugerencias útiles para la docencia universitaria. Hablar en público, discutir con otras personas que estudian el mismo tema, conocer otras culturas académicas, tejer redes sociales, conocer las implicaciones de participar en un evento académico, reconocer el mundo de las publicaciones, son procesos retardadores que pueden intimidar al estudiante, sin embargo, con una adecuada orientación, es posible introducirlos en ello y así lograr que ganen autonomía intelectual y empoderamiento con su carrera profesional.

Un aspecto fundamental para la circulación del conocimiento que producen los lectores-escritores-investigadores es llegar a una audiencia. Por eso, es importante ofrecerles formación para presentar oralmente sus escritos ante colegas y ante grupos académicos especializados. Esto por medio de la participación en eventos académicos de diferentes niveles e índoles. Este manual guía en la preparación de habilidades para entrar en diálogo con comunidades que comparten las mismas inquietudes, para definir la identidad de los

discursos, divulgar el conocimiento producido y publicar documentos especializados. Ofrece también un listado de posibles eventos e instituciones en donde se puede acudir para el desarrollo de todos estos procesos.

Los docentes de todas las disciplinas enseñamos lenguaje académico. Este manual es muy útil para la universidad y beneficia no sólo a quienes hacen u orientan la investigación formativa y formal. Las competencias que esta publicación contribuye a desarrollar son transferibles al proceso de leer, escribir e investigar en lengua propia como en otro idioma. Invito a los lectores a descargar este manual para su consulta.

### **Libro de dominio público**

Castillo, R. (2021). Handbook for Instructors & Keen, Reluctant, or Procrastinator Students. Read, Write, and Research with ICT Support. Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado\\_ud/publicaciones/handbook\\_for\\_instructors\\_keen\\_reluctant\\_or\\_procrastinator\\_students\\_read\\_write\\_and\\_research\\_with\\_ict\\_support.pdf](https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/handbook_for_instructors_keen_reluctant_or_procrastinator_students_read_write_and_research_with_ict_support.pdf)

Otra publicación sobre el aprendizaje estratégico.

Castillo, R. (2014). Teaching and Learning another Language Strategically. Universidad Distrital, Francisco José de Caldas. Doctorado Interinstitucional en educación. <https://doi.org/10.14483/9789588832722>



## GUÍA PARA AUTORES Y DECLARACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS

***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.)*** publica artículos originales producto de: resultados de investigación, reflexión documentada y crónica de experiencias. Según la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), dicho material está relacionado con el área de conocimiento de Ciencias de la Educación, en específico, con ámbitos educativos y de investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (física, química, biología, astronomía) y las matemáticas.

La revista busca consolidarse como un escenario de fortalecimiento de la comunidad académica de profesores de ciencias naturales tanto en formación como en ejercicio profesional en los diferentes niveles educativos.

*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* se publica de forma cuatrimestral, durante los meses de enero, mayo y septiembre, respectivamente.

Alcance geográfico: nacional e internacional

Puede ser referenciada como: *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*

### Indexación

La revista se encuentra indexada en: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

### Política de acceso abierto

*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* es una publicación de acceso abierto, sin cargos económicos para autores ni lectores. La publicación, consulta o descarga de los contenidos de la revista no genera costo alguno para los autores ni los lectores, toda

vez que la Universidad Distrital Francisco José de Caldas asume los gastos relacionados con edición, gestión y publicación. Los pares evaluadores no reciben retribución económica alguna por su valiosa contribución. Se entiende el trabajo de todos los actores mencionados anteriormente como un aporte al fortalecimiento y crecimiento de la comunidad investigadora en el campo de la Enseñanza de las Ciencias.

Los contenidos de la revista se publican bajo los términos de la [Licencia Creative Commons Atribución – Nocomercial – Compartirigual \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](#), bajo la cual otros podrán distribuir, remezclar, retocar y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

Los titulares de los derechos de autor son los autores y la revista *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* Los titulares conservan todos los derechos sin restricciones, respetando los términos de la licencia en cuanto a la consulta, descarga y distribución del material.

Cuando la obra o alguno de sus elementos se hallen en el dominio público según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia.

Así mismo, incentivamos a los autores a depositar sus contribuciones en otros repositorios institucionales y temáticos, con la certeza de que la cultura y el conocimiento es un bien de todos y para todos.



### Guía para autores

### Condiciones generales

La revista **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.)** publica trabajos en español, portugués e inglés. El proceso de envío de artículos es totalmente *online* a través de nuestra página web (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Los trabajos deben cumplir los siguientes requisitos:

- La extensión máxima del documento debe ser de 9000 palabras incluidas las referencias.
- Con el fin de garantizar el anonimato del autor en el momento de la revisión por pares, se debe reemplazar en el artículo enviado el nombre del autor por la palabra **autor<sub>1</sub>**, y/o **autor<sub>2</sub>**, etc. Este cambio deberá ser realizado tanto en el encabezado del artículo como dentro del texto, en las autocitaciones y autorreferencias.
- El documento debe contener título en español, portugués e inglés; este no debe superar las 20 palabras.
- El resumen debe contener los objetivos del estudio, la metodología utilizada, los principales resultados y su correspondiente discusión o conclusiones. Este debe ser redactado en un solo párrafo de máximo 300 palabras, sin citas ni abreviaturas y debe estar traducido en español, portugués e inglés.
- Incluir máximo 7 palabras clave en español, portugués e inglés.
- La bibliografía, las tablas y figuras deben ser ajustadas según el documento modelo de la revista ([https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2\\_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#](https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#)).

Los trabajos no deben tener derechos de autor otorgados a terceros en el momento del envío, y los conceptos y opiniones que se dan en ellos son responsabilidad exclusiva de los autores. Del mismo modo, el (los) autor(es) estará(n) de acuerdo en que el trabajo presentado es original, que no ha sido publicado o está siendo considerado para publicación en otro lugar. **Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.** puede utilizar el trabajo o parte de este para fines

de divulgación y difusión de la actividad científica, lo cual no significa que se afecte la propiedad intelectual de los autores.

*Por política editorial cada autor podrá postular solamente un artículo por año.*

### Proceso de evaluación por pares

Los trabajos sometidos para publicación serán analizados previamente por el editor y, si responde al ámbito de aplicación de la revista, serán enviados a revisión por pares (*peer review*), dos evaluadores por artículo, mediante el proceso de revisión ciega para garantizar el anonimato de ambas partes. Los evaluadores analizarán el documento de acuerdo con los criterios establecidos en el formato de evaluación diseñado por el editor y el comité editorial. El artículo será devuelto al (a los) autor(es) en caso de que los evaluadores sugieran cambios y/o correcciones. En caso de divergencia en los dictámenes de los evaluadores, el texto será enviado a un tercer evaluador. Finalmente, serán publicados los artículos que obtengan el concepto de aprobado o aprobado con modificaciones por dos de los pares evaluadores. En caso de que los autores deban hacer modificaciones tendrán hasta 30 días calendario para devolver la versión final, la cual será revisada por el editor.

La publicación del trabajo implica ceder los derechos de autor de manera no exclusiva a **Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.** La reproducción parcial o total de artículos y materiales publicados puede realizarse de acuerdo con la licencia del material. Los contenidos desarrollados en los textos son de responsabilidad de los autores, es decir que no coinciden necesariamente con el punto de vista del editor o del comité editorial de la revista. A criterio del comité editorial, se podrán aceptar artículos de crítica, defensas y/o comentarios sobre artículos publicados en la revista. Es responsabilidad del autor indicar si la investigación es financiada, si fue aprobada

por el comité de ética del área y si tiene conflictos de intereses, en los casos en que sea pertinente. La revisión por el editor puede tomar de dos a tres semanas y la revisión por pares académicos puede tomar de seis a 12 semanas.

### **Declaración de ética**

La revista manifiesta su compromiso por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados. Por lo anterior, el plagio está estrictamente prohibido. Los textos que se identifiquen como plagio o su contenido sea fraudulento serán eliminados de la revista, si ya se hubieran publicado, o no se publicarán. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad posible. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por la revista, los autores garantizarán que el artículo y los materiales asociados a él son originales y no infringen los derechos de autor. También deben probar, en caso de una autoría compartida, que hubo consenso pleno de todos los autores del texto y, a la vez, que este no está siendo presentado a otras revistas ni ha sido publicado con anterioridad en otro medio de difusión físico o digital. Así mismo la revista está comprometida con garantizar una justa y objetiva revisión de los manuscritos para lo cual utiliza el sistema de evaluación ciega de pares (*peer review*).

### **Declaración de buenas prácticas editoriales**

Este documento ha sido adaptado del documento para procedimientos y estándares éticos elaborado por Cambridge University Press, siguiendo las directrices para un buen comportamiento ético en publicaciones científicas seriadas del Committee on Publication Ethics (COPE), International Committee of Medical Journal Editors (ICJME) y World Association of Medical Editors (WAME).

### **Responsabilidades de los editores**

Actuar de manera balanceada, objetiva y justa sin ningún tipo de discriminación sexual, religiosa,

política, de origen o ética con los autores, haciendo uso apropiado de las directrices emitidas en la Constitución Política de Colombia respecto a la ética editorial.

Considerar, editar y publicar las contribuciones académicas únicamente por sus méritos académicos sin tomar en cuenta ningún tipo de influencia comercial o conflicto de interés.

Acoger y seguir los procedimientos adecuados para resolver posibles quejas o malentendidos de carácter ético o de conflicto de interés. El editor y el comité editorial actúan en concordancia con los reglamentos, políticas y procedimientos establecidos por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y, particularmente, por el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la política editorial de la Universidad.

Otorgar a los autores la oportunidad de responder ante posibles conflictos de interés, en cuyo caso cualquier tipo de queja debe ser sustentada con documentación y soportes que comprueben la conducta a ser estudiada.

### **Responsabilidades de los revisores**

Contribuir de manera objetiva al proceso de evaluación de los manuscritos sometidos a consideración en la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, colaborando en forma oportuna con la mejora en la calidad científica de estos productos originales.

Mantener la confidencialidad de los datos suministrados por el editor, el comité editorial o los autores, haciendo un uso correcto de dicha información por los medios que le sean provistos. No obstante, es su decisión conservar o copiar el manuscrito durante el proceso de evaluación.

Informar al editor y al comité editorial, de manera oportuna, cuando el contenido de una contribución académica presente elementos de plagio o se asemeje sustancialmente a otros productos de investigación

publicados o en proceso de publicación.

Informar cualquier posible conflicto de intereses con el autor de una contribución académica, por ejemplo, por relaciones financieras, institucionales, de colaboración o de otro tipo. En tal caso, y si es necesario, retirar sus servicios en la evaluación del manuscrito.

### **Responsabilidades de los autores**

Mantener soportes y registros precisos de los datos y análisis de datos relacionados con el manuscrito presentado a consideración de la revista. Cuando el editor o el comité editorial de la revista, por motivos razonables, requieran esta información, los autores deberán suministrar o facilitar el acceso a esta. En el momento de ser requeridos, los datos originales entrarán en una cadena de custodia que asegure la confidencialidad y protección de la información por parte de la revista.

Confirmar mediante una carta de originalidad (formato preestablecido por la revista) que la contribución académica sometida a evaluación no está siendo considerada o ha sido sometida y/o aceptada en otra publicación. Cuando parte del contenido de esta contribución ha sido publicado o presentado en otro medio de difusión, los autores deberán reconocer y citar las respectivas fuentes y créditos académicos. Además, deberán presentar copia al editor y al comité editorial de cualquier publicación que pueda tener contenido superpuesto o estrechamente relacionado con la contribución sometida a consideración. Adicionalmente, el autor debe reconocer los respectivos créditos del material reproducido de otras fuentes. Aquellos elementos como tablas, figuras o patentes que requieren un permiso especial para ser reproducidas, deberán estar acompañados por una carta de aceptación de reproducción firmada por los poseedores de los derechos de autor del elemento utilizado.

En aquellas investigaciones donde se experimente

con animales se deben mantener y asegurar las prácticas adecuadas establecidas en las normas que regulan estas actividades.

Declarar cualquier posible conflicto de interés que pueda ejercer una influencia indebida en cualquier momento del proceso de publicación.

Revisar cuidadosamente las artes finales de la contribución, previamente a la publicación en la revista, informando sobre los errores que se puedan presentar y deban ser corregidos. En caso de encontrar errores significativos, una vez publicada la contribución académica, los autores deberán notificar oportunamente al editor y al comité editorial, cooperando posteriormente con la revista en la publicación de una fe de erratas, apéndice, aviso, corrección o, en los casos donde se considere necesario, retirar el manuscrito del número publicado.

### **Responsabilidad de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas**

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en cuyo nombre se publica la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, y siguiendo lo estipulado en el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la política editorial de la Universidad, se asegurará de que las normas éticas y las buenas prácticas se cumplan a cabalidad.

### **Procedimientos para tratar un comportamiento no ético**

#### ***Identificación de los comportamientos no éticos***

La información acerca de un comportamiento no ético debe suministrarse, en primera instancia, al editor de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, o, en su defecto, al comité editorial y, como último recurso, al comité de publicaciones de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital. En caso de que los dos



primeros actores no den respuesta oportuna, deberá informarse a las instituciones involucradas y entes competentes.

El comportamiento no ético incluye lo estipulado en la declaración de buenas prácticas y normas éticas de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, la reglamentación de la Facultad de Ciencias y Educación, las normas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en esta materia y lo establecido en la Constitución Política de Colombia respectivamente.

La notificación sobre un comportamiento no ético debe hacerse por escrito y estar acompañada con pruebas tangibles, fiables y suficientes para iniciar un proceso de investigación. Todas las denuncias deberán ser consideradas y tratadas de la misma manera, hasta que se adopte una decisión o conclusión.

### **Proceso de indagación e investigación**

La primera decisión debe ser tomada por el editor, quien debe consultar o buscar el asesoramiento del comité editorial y el comité de publicaciones, según sea el caso. Las evidencias de la investigación serán mantenidas en confidencialidad.

Un comportamiento no ético que el Editor considere menor puede ser tratado entre él y los autores sin necesidad de consultas adicionales. En todo caso, los autores deben tener oportunidad de responder a las denuncias realizadas por comportamiento no ético.

Un comportamiento no ético de carácter grave se debe notificar a las entidades de filiación institucional de los autores o a aquellas que respaldan la investigación. El editor, en acuerdo con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, debe tomar la decisión de si debe o no involucrar a los patrocinadores, ya sea mediante el examen de la evidencia disponible o mediante nuevas consultas con un número limitado de expertos.

### **Resultados (en orden creciente de gravedad, podrán aplicarse por separado o en combinación)**

Informar a los autores o revisores donde parece haber un malentendido o mala práctica de las normas éticas.

Enviar una comunicación oficial dirigida a los autores o revisores que indique la falta de conducta ética y sirva como precedente para promover buenas prácticas en el futuro.

Hacer una notificación pública formal en la que se detalle la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Hacer una página de editorial que denuncie de manera detallada la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Enviar una carta formal dirigida a las entidades de filiación institucional de los autores, es decir, a aquellas que respaldan o financian el proceso de investigación.

Realizar correcciones, modificaciones o, de ser necesario, retirar el artículo de la publicación de la revista, clausurando los servicios de indexación y el número de lectores de la publicación e informando a la institución de filiación de los autores y a los revisores esta decisión.

Realizar un embargo oficial de cinco años al autor, periodo en el cual no podrá volver a publicar en la revista.

Denunciar el caso y el resultado de la investigación ante las autoridades competentes, especialmente, en caso de que el buen nombre de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se vea comprometido.

## AUTHORS' GUIDE AND STATEMENT OF GOOD PRACTICE

***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.)*** publishes original articles resulting from: research results, documented reflection and chronicle of experiences. According to the classification of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), such material is related to the area of knowledge of Educational Sciences, specifically to educational and research fields in the teaching and learning of natural sciences (physics, chemistry, biology, astronomy) and mathematics.

This journal seeks to consolidate itself as a scenario of strengthening the academic community of natural science teachers both in training and in professional practice at different educational levels.

*Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.)* is published quarterly, during the months of January, May and September, respectively.

Geographical scope: national and international

It can be referenced as *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*

### Index

The magazine is indexed in: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

### Open Access Policy

*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* is an open-access publication, free of charge for authors and readers. The publication, consultation or download of the contents of the magazine does not generate any cost for the authors or the readers, since the Francisco José de Caldas District University assumes the expenses

related to edition, management and publication. The peer evaluators do not receive any economic retribution for their valuable contribution. The work of all the actors mentioned above is understood as a contribution to the strengthening and growth of the research community in the field of Science Education.

The contents of the journal are published under the terms of the [Creative Commons License Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), under which others may distribute, remix, retouch, and create from the work in a non-commercial way, give credit and license their new creations under the same conditions.

The copyright holders are the authors and the journal *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* The holders retain all rights without restrictions, respecting the terms of the license in terms of consultation, downloading and distribution of the material.

When the work or any of its elements is in the public domain according to the applicable law in force, this situation will not be affected by the license.

Likewise, we encourage authors to deposit their contributions in other institutional and thematic repositories, with the certainty that culture and knowledge is a good of all and for all.



## Guide for Authors

### General terms and conditions

The journal *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje*

de las Ciencias (*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*) publishes works in Spanish, Portuguese and English. The process of submitting articles is entirely online through our website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Papers must meet the following requirements:

- The maximum length of the document must be 9000 words including references.
- In order to guarantee the anonymity of the author at the time of the peer review, the name of the author should be replaced in the submitted article by the word author1 and/or author2, etc. This change should be made both in the headline of the article and within the text, in the auto-citations and auto-references.
- The document should contain a title in Spanish, Portuguese and English; it should not exceed 20 words.
- The abstract should contain the objectives of the study, the methodology used, the main results and the corresponding discussion or conclusions. It should be written in a single paragraph of maximum 300 words, without quotations or abbreviations and should be translated into Spanish, Portuguese and English.
- It has included a maximum of 7 keywords in Spanish, Portuguese and English.
- The bibliography, tables and figures should be adjusted according to the model document of the journal ([https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2\\_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#](https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#)).

Papers must have not copyright granted to third parties at the time of sending, and the concepts and opinions given in them are the sole responsibility of authors. Similarly, author (s) agrees that the work submitted is original, which has not been published or is being considered for publication elsewhere. *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* can use the paper or part thereof for purposes of disclosure and dissemination of scientific activity, that's no mean that intellectual property of the

authors is affected.

Due to editorial policy, each author can postulate just one article per year.

### Peer Review Process

Papers submitted for publication will be reviewed in advance by the editor, if it respond to the journal's scope, will be sent for review by Editorial Board, with a minimum of two referees by blind review system of academic peers (peer review), who analyse it according to defined criteria. The item will be returned to authors, if evaluators suggest changes and /or corrections. In case of divergence of views, the text will be sent to a third reviewer for arbitration. Finally, papers with concept of approved or approved with modifications by two of the evaluating peers will be published. In case authors must make modifications, they will have up to 30 calendar days to return the final version, which will be reviewed by the publisher.

Paper publication involves give non-exclusively copyright to *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* Total or partial reproduction of articles and published materials can be made according to the material license. Content developed in papers is authors responsibility, it means that not necessarily coincide with the Editor or Editorial Board point of view. It is discretion to the Editorial Board accept items of critical defence and/or comments on papers published in this journal. It is authors' responsibility; indicate whether research is funded, if ethics committee of the field approved it and, if it has interest conflicts, where necessary. The Review by Editor can take two to three weeks, and academic peer review can take from 6 to 12 weeks.

### Ethics statement

The journal ***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*** is committed to the academic and practitioner communities in ensuring the ethics and

integrity in the publication and quality of articles appearing in this journal, in fact, any form of plagiarism is strictly prohibited. Papers identified as plagiarism or with fraudulent content will be removed or not published. By accepting the terms and agreements expressed by the journal, authors will guarantee that article and materials linked to it, are original and do not infringe copyright. Authors must provide a letter, expressing consensus for this publication in case of a shared authorship and, at the same time, confirming that the article is not being presented to other journals or has been previously published in other physical or digital medium. Also, the journal is committed to ensuring a fair and objective review of manuscripts; reason for which it uses the system of peer review.

### **Declaration of best publishing practices**

This document has been adapted from the document for ethical procedures and standards developed by Cambridge University Press, following the guidelines for good ethical behavior in scientific publications of the *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* and *World Association of Medical Editors (WAME)*

### **Publisher Responsibilities**

Acting in a balanced, objective and fair manner without any sexual, religious, political, origin or ethical discrimination with authors, adopting regulations issued in The Political Constitution of Colombia regarding editorial ethics.

Considering, editing and publishing academic contributions only on the basis of academic merits without regard to any commercial influence or conflict of interest.

The editor and editorial committee act in accordance with regulations, policies, and procedures established by Universidad Distrital Francisco José de Caldas and in particular by the Agreement 023 of June 19, 2012, of the Academic Council, which regulates editorial

policy to this University. In consequence, editor accepts and follows proper procedures to resolve potential complaints or ethical misunderstandings or conflict of interest.

### **Reviewer responsibilities**

To contribute objectively to the evaluation process of manuscripts submitted to the journal *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*, collaborating opportunely with the improvement in the scientific quality of these original products.

Maintaining confidentiality of data provided by the publisher, editorial committee or authors, making correct use of such information by the means provided. However, it is reviewer decision to keep or copy the manuscript in the evaluation process.

Inform the publisher and the editorial committee, in a timely manner, when the content of an academic contribution include elements of plagiarism or resemble substantially other research products published or in the process of being published.

Report any potential conflict of interest with the author of an academic contribution, for example, by financial, institutional, collaborative, or other relationships. In such a case, and if necessary, withdraw their services in the evaluation of the manuscript.

### **Author responsibilities**

Maintain accurate records and supports of data and analysis data related to the manuscript submitted. When the editor or editorial committee, for reasonable reasons, require this information, authors must provide or facilitate access to it. At the time of being required, original data will enter a chain of custody that ensures confidentiality and protection of this information by the journal.

Confirm by a letter of originality (format pre-established by the journal) that academic contribution submitted for evaluation is not being considered or has been submitted and/or accepted for another publication. When part of the content of this contribution has been published or presented in another medium, authors must recognize and cite the respective academic sources and credits. In addition, they must submit a copy to the editor and to the editorial committee of any publication that may have content superimposed or closely related to the contribution submitted for consideration. Also, the author must recognize the respective credits of material reproduced from other sources. Items such as tables, figures or patents, which require special permission to be reproduced, must be accompanied by a letter of acceptance of reproduction signed by the holders of the respective copyright.

In research involving animals, authors must to maintain and ensure good regulatory practices and appropriate research processes.

Declare any potential conflict of interest that may exert undue influence at any point in the publication process.

Carefully review final arts of the contribution, prior to publication in the journal, reporting on any mistakes that may occur and must be corrected. In case of finding significant errors, once the academic contribution has been published, authors should notify the publisher and the editorial committee opportunely, cooperating subsequently with the journal in the publication of a statement of errata, appendix, notice, correction or, in the cases where it is considered necessary, remove the manuscript from the published number.

### **Universidad Distrital Francisco José de Caldas' responsibility**

The Universidad Distrital Francisco José de Caldas, in whose name is published the journal *Góndola Enseñ.*

*Aprendiz. Cienc.*, and according to the stipulation in Agreement 023 of June 19, 2012, of Academic Council, by means of which it regulates the editorial policy of the University, will ensure that ethical standards and good practices are fully complied with.

### **Procedures for dealing with unethical behavior**

#### ***Unethical behavior identification***

Information on unethical behavior should be provided in the first instance to the editor of *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* journal, or failing that, to the editorial committee and, as a last resort, to the publications committee of Sciences and Education Faculty of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas. In the case of these actors do not give a timely response, external involved institutions and competent entities should be informed.

Unethical behavior includes what is stipulated in the declaration of the *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* journal about good practices and ethical standards, regulations of Science and Education Faculty, rules of District University Francisco José de Caldas in this subject and, regulations established in the Political Constitution of Colombia.

Notification of unethical behavior must be in writing and be accompanied by tangible, reliable and enough evidence to initiate a research process. All complaints will be considered and treated in the same manner until a decision or conclusion is made.

#### ***Investigation and preliminary inquiry process***

Editor, who should consult or seek the advice of editorial committee and the publications committee, as the case may be, must take the first decision. Evidence of the investigation will be kept confidential.

Unethical behavior that Editor deems to be minor can be treated between himself and the authors without the need for additional inquiries. In any case,

authors should have the opportunity to respond to complaints made for unethical behavior.

Unethical behavior of a serious nature should be notified to the entities of institutional affiliation of the authors or to those who support the investigation. The publisher, in agreement of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas, must make a decision as to whether or not to involve the sponsors, either by reviewing available evidence or by re-consulting with a limited number of experts.

### **Outcomes**

(In increasing order of severity; may be applied separately or in conjunction).

Informing or educating the author or reviewer where there appears to be a misunderstanding or misapplication of acceptable standards.

A more strongly worded letter to the author or reviewer covering the misconduct and as a warning to future behavior.

Publication of a formal notice detailing the misconduct.

Publication of an editorial detailing the misconduct.

A formal letter to the head of the author's or reviewer's department or funding agency.

Formal retraction or withdrawal of a publication from the journal, in conjunction with informing the head of the author or reviewer's department, Abstracting & Indexing services and the readership of the publication.

Imposition of a formal embargo on contributions from an individual for a defined period.

Reporting the case and outcome to a professional organization or higher authority for further investigation and action.

## GUIA DO AUTOR E DECLARAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.)*** publica artigos originais resultantes de: resultados de pesquisa, reflexão documentada e crônica de experiências. De acordo com a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), esse material está relacionado com a área do conhecimento das Ciências da Educação, especificamente com as áreas de educação e investigação no ensino e aprendizagem das ciências naturais (física, química, biologia, astronomia) e da matemática.

A revista busca consolidar-se como um cenário de fortalecimento da comunidade acadêmica de professores de ciências naturais, tanto na formação quanto na prática profissional em diferentes níveis de ensino.

*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* é publicado trimestralmente, durante os meses de Janeiro, Maio e Setembro, respectivamente.

Âmbito geográfico: nacional e internacional

Pode ser referenciado como: *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*

### Indexação

O periódico tem visibilidade em bases de dados como: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

### Política de Acesso Livre

*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* é uma publicação de acesso aberto, sem encargos econômicos

para autores ou leitores. A publicação, consulta ou download do conteúdo da revista não gera nenhum custo para autores ou leitores, uma vez que a Universidade do Distrito Francisco José de Caldas assume os custos relacionados à edição, gerenciamento e publicação. Os pares avaliadores não recebem nenhuma compensação econômica por sua valiosa contribuição. O trabalho de todos os autores mencionados acima é entendido como uma contribuição para o fortalecimento e crescimento da comunidade de pesquisa no campo do Ensino de Ciências.

O conteúdo da revista são publicados sob os termos da [Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgal 4.0 Internacional \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), sob a qual outros podem distribuir, remix, tweak, e criar a partir do trabalho de forma não comercial, desde que eles dêem crédito e licenciam suas novas criações sob as mesmas condições.

Os detentores dos direitos autorais são os autores e a revista *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* Os proprietários mantêm todos os direitos sem restrições, respeitando os termos da licença relativa à consulta, download e distribuição do material.

Quando o trabalho ou qualquer um dos seus elementos estiver no domínio público de acordo com a lei aplicável, esta situação não será afetada pela licença.

Da mesma forma, incentivamos os autores a depositar suas contribuições em outros repositórios institucionais e temáticos, com a certeza de que cultura e conhecimento são bons para todos e para todos.



## Guia para Autores

### Termos e condições gerais

A revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* (*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*) publica trabalhos em espanhol, português e inglês. O processo de submissão de artigos é totalmente online através do nosso website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Os papéis devem cumprir os seguintes requisitos:

- Comprimento máximo do documento deve ser de 9000 palavras incluindo referências.
- Para garantir o anonimato do autor no momento da revisão por pares, o nome do autor deve ser substituído no artigo submetido pela palavra autor1e/ou autor2, etc. Esta alteração deve ser feita tanto no título do artigo como no texto, nas autocitações e auto-referências.
- Documento deve conter um título em espanhol, português e inglês; não deve exceder 20 palavras.
- resumo deve conter os objetivos do estudo, a metodologia utilizada, os principais resultados e a discussão ou conclusões correspondentes. Deve ser escrito em um único parágrafo de no máximo 300 palavras, sem citações ou abreviaturas e deve ser traduzido para espanhol, português e inglês.
- Incluiu no máximo 7 palavras-chave em espanhol, português e inglês.
- A bibliografia, tabelas e figuras devem ser ajustadas de acordo com o modelo de documento da revista ([https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2\\_I3HDhHF2NTrI3V3t5I1hg/edit#](https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTrI3V3t5I1hg/edit#)).

Os trabalhos apresentados para publicação não devem ter “Direitos de Autor” outorgados a terceiros na data de envio do artigo, e os conceitos e opiniões que contem são de exclusiva responsabilidade dos autores. Também, o autor aceita que o trabalho enviado é do tipo original, que não tem sido publicado nem está sendo considerado para publicação em outro periódico. *Góndola Enseñ. Aprendiz.*

*Cienc.*, pode utilizar o artigo, ou parte dele, com fins de divulgação e difusão da atividade científica e tecnológica, sem que isto signifique que se afete a propriedade intelectual dos autores.

*Por política editorial, cada autor só pode candidatar-se a um artigo por ano.*

### Processo de Avaliação por pares

Os trabalho submetidos para publicação serão analisados previamente pelo editor e, se responder ao âmbito do periódico, serão enviados para ser revisados pelo Conselho Editorial, com um mínimo de dois avaliadores por meio do sistema de revisão cega de pares acadêmicos (*peer review*), quem analisará em acordo com os critérios definidos. O artigo será devolvido para o autor, ou autores, em caso de que os avaliadores sugiram mudanças e/ou correções. Em caso de divergência de opiniões, o texto será enviado a um terceiro avaliador, para arbitragem.

A publicação do trabalho implica ceder dos direitos de autor não-exclusiva a *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* A reprodução total ou parcial de artigos e matérias publicadas podem ser feitas de acordo com a licença sob a qual o material é publicado. Os conteúdos desenvolvidos nos textos são de responsabilidade dos autores, significa, que não coincidem necessariamente com o ponto de vista do Editor, ou do Conselho Editorial do periódico. A critério do Conselho Editorial, poderão ser aceites artigos de crítica, defesa e/ou comentários sobre artigos publicados no periódico. É de responsabilidade do autor indicar se a pesquisa é financiada, se foi aprovada pelo comitê de Ética da área e se tem conflitos de interesse, nos casos em que seja necessário. A revisão pelo editor pode levar de duas a três semanas, e a revisão pelos pares acadêmicos pode levar de seis a 12 semanas.

### Declaração de ética

O periódico *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las*



*Ciencias* tem compromisso com altos níveis de ética, para o qual põe em prática todas as ações possíveis a fim de evitar o fraude e o plágio. Todos os autores devem submeter manuscritos originais, inéditos e de sua autoria declarando tais características no momento de submeter seus trabalhos para consideração do comitê editorial. Do mesmo jeito, o periódico se compromete com garantir uma revisão justa e objetiva dos manuscritos para o qual utiliza o sistema de avaliação cega de pares (*peer review*).

### **Declaração de boas práticas editoriais e normas técnicas**

Este documento tem sido adaptado do documento para procedimentos e standares éticos elaborado por Cambridge University Press, seguindo as diretrizes para o bom comportamento ético em publicações científicas seriadas do *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* e *World Association of Medical Editors (WAME)*.

### **Responsabilidade dos editores**

Atuar de maneira equilibrada, objetiva e justa sem algum tipo de preconceito ou discriminação sexual, religiosa, política, de origem, ou ética dos autores, fazendo um correto uso das diretrizes mencionadas na legislação colombiana neste aspecto.

Considerar, editar e publicar as contribuições acadêmicas somente por méritos acadêmicos sem levar em conta algum tipo de influencia comercial ou conflito de interesses.

Acolher e seguir os procedimentos apropriados para resolver possíveis queixas ou dificuldades de caráter ético ou de conflito de interesses. O editor e o comitê editorial atuarão em acordo com as regulamentações, políticas e procedimentos estabelecidos pela Universidade Distrital Francisco José de Caldas e particularmente sob o acordo 023 de 19 de junho de 2012 do Conselho Acadêmico,

mediante o qual se regulamenta a política editorial da Universidade e a normatividade vigente neste tema em Colômbia. Em qualquer caso se oferecerá aos autores a oportunidade de responder frente a possíveis conflitos de interesse. Qualquer tipo de reclamação deve ser suportada com a documentação que comprove a conduta inadequada.

### **Responsabilidades dos avaliadores**

Contribuir de maneira objetiva no processo de avaliação dos manuscritos submetidos a consideração do periódico "*Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*" contribuindo, em forma oportuna, com a melhora da qualidade científica deste produtos originais de pesquisa.

Manter a confidencialidade dos dados ministrados pelo editor, o comitê editorial e os autores, fazendo uso correto de tal informação pelos meios que lhe sejam outorgados. Não obstante, é sua decisão conservar ou copiar o manuscrito no processo de avaliação.

Informar ao editor e ao comitê editorial, de maneira oportuna, quando o conteúdo de uma contribuição acadêmica presente elementos de plágio ou seja semelhante substancialmente a outros resultados de pesquisa publicados ou em processo de publicação.

Informar qualquer possível conflito de interesses com uma contribuição acadêmica por causa de relações financeiras, institucionais, de colaboração ou de outro tipo entre o revisor e os autores. Para tal caso, e se for necessário, retirar seus serviços na avaliação do manuscrito.

### **Responsabilidades dos autores**

Manter suportes e registros dos dados e análises de dados relacionados com o manuscrito submetido a consideração do periódico. Quando o editor e o comitê editorial do periódico precisarem desta informação (por motivos razoáveis) os autores

deverão ministrar ou facilitar o acesso a tal informação. No momento de ser requeridos, os dados originais ficarão em uma cadeia de custódia que garanta a confidencialidade e proteção da informação por parte do periódico.

Confirmar mediante carta de originalidade (formato previamente estabelecido pelo periódico) que a contribuição acadêmica submetida a avaliação não esta sendo considerada ou não tem sido submetida e/ou aceita em outra publicação. Quando parte do conteúdo desta contribuição tem sido publicado ou apresentado em outro meio de difusão, os autores deverão reconhecer e citar as respectivas fontes e créditos acadêmicos. Além disso, deverão apresentar copia ao editor e ao comitê editorial de qualquer publicação que possa ter conteúdo superposto ou estreitamente relacionado com a contribuição submetida a consideração. Adicionalmente, o autor deve reconhecer os respectivos créditos do material reproduzido de outras fontes. Aqueles elementos como tabelas, figuras e patentes, que precisarem de alguma permissão especial para ser reproduzidos deverão estar acompanhados de uma carta de aceitação de reprodução por parte dos donos dos direitos de autor do produto utilizado.

Em aquelas pesquisas nas quais se experimenta com animais se devem manter e garantir as praticas adequadas estabelecidas na normatividade que regula este tipo de atividade.

Declarar qualquer possível conflito de interesse que possa exercer uma influencia indevida em qualquer momento do processo de publicação.

Revisar cuidadosamente as artes finais da contribuição, previamente a publicação no periódico, informando sobre os erros que se possam apresentar e devam ser corrigidos. Em caso de encontrar erros significativos, uma vez publicada a contribuição acadêmica, os autores deverão notificar oportunamente ao editor e ao comitê editorial, cooperando posteriormente com o periódico na publicação de

uma errata, apêndice, aviso, correção, ou nos casos em que considere necessário retirar o manuscrito do numero publicado.

### **Responsabilidade da Universidade Distrital Francisco José de Caldas**

A Universidade Distrital Francisco José de Caldas, em cujo nome se publica o periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" e seguindo o estipulado no acordo 023 de junho 19 de 2012 do Conselho Acadêmico, pelo qual se regulamente a Política Editorial da Universidade, garante que as normas éticas e as boas praticas se cumpram a cavaldade.

### **Procedimentos para tratar um comportamento não ético**

#### ***Identificação dos comportamentos não éticos***

O comportamento não ético por parte dos autores do qual se tenha conhecimento ou o periódico seja informado, serão examinados em primeiro lugar pelo Editor e o Comitê Editorial do periódico.

O comportamento não ético pode incluir, mas não necessariamente limitar-se ao estipulado na declaração de boas praticas e normas éticas do periódico "*Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*", a regulamentação da Faculdade de Ciências e Educação e a Universidade Distrital Francisco José de Caldas neste campo.

A informação sobre um comportamento não ético, deve ser feito por escrito e estar acompanhada com evidencias físicas, confiáveis e suficientes para iniciar um processo de pesquisa. Todas as denúncias deverão ser consideradas e tratadas da mesma maneira, até chegar em uma decisão e conclusão exitosa.

A comunicação de um comportamento não ético deve ser informada em primeiro lugar ao Editor do

periódico e posteriormente ao Comitê editorial ou ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação. Em aqueles casos onde os anteriores autores não dessem resposta oportuna, devera informar-se deste comportamento não ético ao Comitê de publicações da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

A reclamação sobre um comportamento não ético por parte do Editor ou do Comitê Editorial do periódico deverá ser informado ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

### **Pesquisa**

A primeira decisão deve ser tomada pelo Editor, quem deve consultar ou procurar assessoria do Comitê Editorial e do Comitê de Publicações, segundo o caso.

As evidencias da pesquisa serão mantidas em confidencialidade.

Um comportamento não ético, que o Editor considere menor, pode ser tratado entre ele(a) e os autores sem necessidade de outras consultas. Em qualquer caso, os autores devem ter a oportunidade de responder às denúncias realizadas pelo comportamento não ético.

Um comportamento não ético de caráter grave deve ser notificado às entidades de afiliação institucional dos autores ou que respaldam a pesquisa. O Editor, em acordo com a Universidade Distrital Francisco José de Caldas, deverá tomar a decisão de envolver ou não aos patrocinadores, bem seja por meio do exame da evidencia disponível ou por meio de novas consultas com um número limitado de profissionais da área.

### **Resultados (em ordem crescente de gravidade, poderão ser aplicadas por separado ou em conjunto)**

Informar sobre as normas éticas aos autores ou revisores onde parece estar a dificuldade ou a má pratica.

Enviar uma comunicação oficial aos autores ou avaliadores que indiquem a falta de conduta ética e fique como precedente para o bom comportamento no futuro.

Fazer a notificação pública formal onde se detalhe a má conduta com base nas evidencias do processo de pesquisa.

Fazer uma página de editorial que denuncie de forma detalhada a má conduta com base nas evidencias do processo de pesquisa.

Enviar uma carta formal às entidades de afiliação institucional dos autores que por sua vez respaldam ou financiam o processo de pesquisa.

Realizar correções, modificações ou de ser necessário retirar o artigo da publicação do periódico, fechando os serviços de indexação e o numero de leitores da publicação, e informando esta decisão à instituição de afiliação dos autores e aos avaliadores.

Realizar um embargo oficial de cinco anos ao autor, período no qual não poderá volver a publicar no periódico.

Denunciar o caso e o resultado da pesquisa ante as autoridades competentes, em caso que o bom nome da Universidade Distrital Francisco José de Caldas esteja comprometido.