

Vol 6 No 2 Diciembre 2011 ISSN 2145-4981

GÓNDOLA

Revista de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

www.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gef/gondola.html



Diálogo entre profesores en formación y en ejercicio.

Diciembre 2011

Revista Virtual

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

“Este es un espacio para que los docentes en ejercicio y en formación encuentren y compartan ideas sobre posibilidades de transformación de los sistemas escolares, abriendo nuevos caminos que permitan enfrentar los retos educativos impuestos por las nuevas sociedades”



COMITE EDITORIAL

Director:

Diego Fabian Vizcaíno Arévalo

Subdirectora:

Olga Lucía Castiblanco Abril

Comité Técnico Editorial:

Martin Barrera

Carolina Marín

Andres Alvarado

Pablo Aragon

Jose Duarte

Grupo de apoyo

Grupo Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)

Comite Científico:

Diana Fabiola Moreno Sierra.

Licenciada em Biologia, Universidade Pedagógica Nacional, Maestra en Educación para la ciencia, Universidade Estadual Paulista Bauru, Brasil. Doctoranda en Educación para la Ciencia, UNESP Bauru Brasil.

Jairo Gonçalves Carlos

Licenciado em Física - UCG (atual PUC-GO). Mestre em Ensino de Ciências - UnB. Doutorando em Educação para a Ciência - Unesp/Bauru.

Jorge Luis Navarro Sanchez.

Licenciado en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Maestrando en Ingeniería Biomedica, Universidad Nacional de Entre Rios. Entre Rios, Argentina.

Leonardo Fabio Martinez Perez.

Licenciado en Química y Maestro en Enseñanza de la Química, Universidad Pedagógica Nacional, Doctor en Educación en Ciencias, Universidad Estadual Paulista Julho Mesquita de Filho Bauru, Brasil.

Liz Mayoly Muñoz Albarracín.

Licenciada en Química, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá. Maestra en Enseñanza de la Química, Universidad Pedagógica Nacional, Doctoranda en Educación en Ciencias, Universidad Estadual Paulista Julho Mesquita de Filho Bauru, Brasil.

Luciana Bagolin Zambon.

Graduada en Física Universidad Federal de Santa Maria. Maestrante en Educación, Universidad Federal de Santa Maria, Santa Maria Brasil.

Liz Ledier Aldana Granados.

Licenciada en Educación Básica, Maestrante en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Renata Cristina Cabrera

Graduada em Ciências Biológicas, Maestra en Educación, Universidade Federal de Mato Grosso. Doctoranda en Educación en Ciencias, Universidad Estadual Paulista Julho Mesquita de Filho Bauru, Brasil. Docente del Departamento de Biología y Zoología del Instituto de Biociências, UFMT.

Viviane Clotilde da Silva

Matemática y Licenciada en Matemática, Universidad Regional de Blumenau, Blumenau Brasil. Magister en Educación Matemática, Universidad Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro Brasil. Doctoranda en Educación para la Ciencia, UNESP Bauru Brasil.

Caratula: Hojas de Frailejon, Monserrate Bogotá.



OPEN
ACCES



Indexada

Directory of Open Acces Journals
www.doaj.org

Los artículos publicados en la revista pueden ser reproducidos total o parcialmente, citando la fuente y el autor. Cada artículo representa la idea del autor únicamente y no del cuerpo editorial.

CONTENIDO



EDITORIAL:

Pensando en la compatibilidad entre “ <i>Digital Games</i> ” y educación.	2
<i>Diego Fabian Vizcaíno Arevalo</i>	

ENTREVISTA

<i>EUGENIA ETKINA</i>	3
-----------------------------	---

<i>ENRICA GIORDANO</i>	6
------------------------------	---

ARTICULOS:

La Historia de Carlos Chagas como recurso para la formación de profesores de Biología: algunas posibilidades.	14
<i>Eliane Cerdas Labarce; Fernando Bastos.</i>	

Deficiência visual e educação científica: orientações didáticas com um aporte na neurociência cognitiva e teoria dos campos conceituais.	25
<i>Edval Rodrigues de Viveros; Eder Pires de Camargo.</i>	

Diferentes percepciones de un mismo ambiente: La cuestión del género en la enseñanza de la ciencia.	51
<i>Job Antonio Garcia Ribeiro; Osmar Cavassam; Sandro Caramaschi.</i>	

Quais saberes são mobilizados para superar as lacunas na formação inicial referente à história da ciência?	63
<i>Bruno Tadashi Takahashi; Fernando Bastos.</i>	

RESEÑA:

La didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Neus Sanmartí	71
<i>Olga Castiblanco.</i>	

Editorial

PENSANDO EN LA COMPATIBILIDAD ENTRE “DIGITAL GAMES” Y EDUCACIÓN.

El diseño y aplicación de digital games en la enseñanza de las ciencias, es un campo emergente en las innovaciones tecnológicas para el aula. Sin embargo, el carácter de entretenimiento de los digital games, y el carácter formal del sistema educativo, considerados ambos en términos absolutos, son incompatibles, ya que no es posible reducir los procesos de aprendizaje a momentos de pura diversión, pero tampoco resulta muy divertido convertir los digital games, en un mero entrenamiento. Aún así, es posible pensar en combinaciones de los dos modos de interactuar con los estudiantes, con el fin de producir actividades que permitan a profesores como a estudiantes sentir que se están comunicando en un lenguaje común.

Es por tanto necesario, tener cuidado con la tendencia de utilizar los *digital games* para proponerse pasar la mayor cantidad de contenido en el menor tiempo posible, ya que esa “cantidad de conocimientos” acaba convirtiéndose en un montón de información que a fuerza de repetir el juego llega a ser memorizada, pero que no necesariamente genera comprensión alguna del fenómeno en estudio. También se debe tener cuidado de no adjudicarle al juego en si mismo toda la facultad de encantar y enseñar al estudiante. En general, todo *digital game* aplicado en el salón de clase debe ser el resultado de una **necesidad** que surge en el proceso de enseñanza, y no una simple actividad de relajamiento.

Por tanto, se requiere formar al profesor para que sepa como orientar este tipo de procesos de forma previa, durante y posterior al uso de los *digital games*. Además, es definitivo el liderazgo y la participación de profesores y profesoras en el diseño de *digital games* educativos, para no caer en la tendencia de planear el juego enfocándose solamente en la presentación de contenidos por los contenidos mismos, sin tomar en cuenta los objetivos de enseñar un determinado tópico, los niveles de abstracción y las habilidades de pensamiento que se requieren para su aprendizaje, así como la epistemología de los conceptos y otros aspectos propios de los procesos de educativos.

Es preciso entonces que los profesionales de la educación analicen con profundidad y detalle las potencialidades que ofrece este recurso, para lo cual se requiere tanto de conocimientos técnicos relacionados con la producción y uso de *digital games*, como conocimientos sobre los requerimientos propios de los procesos de aprendizaje del área de desempeño, con el fin de optimizar los ambientes educativos y las ventajas del juego.

Diego Fabian Viquecino Arevalo

GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 6 No 2 Diciembre de 2011.

ENTREVISTA CON EUGENIA ETKINA



Dr. Eugenia Etkina, born in Moscow, Soviet Union. Professor in the Physics Department, at Rutgers University, USA. Has 30 years of teaching experience in physics and astronomy instruction at middle school, high school and university levels. She earned her Ph.D. in physics education from Moscow State Pedagogical University. In 1995-1997 she taught physics courses for students at-risk at Rutgers university (New Jersey, USA), for which she together with Dr. Horton developed a highly successful approach.

Her main research interest is in the cognitive and epistemological aspects of learning physics, acquisition and transfer of scientific abilities and the process of constructing physics teacher PCK. Her doctoral students earn Ph.D.s in Learning Sciences, Ed.D.s in Science Education in the GSE and Ph.D.s in Physics Education Research in the Department of Physics and Astronomy.

OLGA CASTIBLANCO (OC): Good afternoon Dr. Eugenia. Thanks for accept our invitation. Can you talk us a little about your education as a physics teacher?

Eugenia Etkina (EE): Well, it is an interesting story; because I am from a family of physicists, my father was a physics professor, and my mom was a math teacher. So teaching was in the family. But when I decided that I wanted to be a teacher, first I did not think of math or physics at all - I wanted to teach literature. However if I were to teach literature in the Soviet Union, in the early eighties, it would mean to tell lies all the time as teaching literature was a part of the political agenda. The government decided what books were good, what books are bad, and what one should say, and what one shouldn't say when teaching students. And I cannot lie. So, I was thinking that if I became a literature teacher I would need to lie everyday to my students. Thus I decided – no literature teaching for me. My mom said: Why don't you teach math? I thought math is boring, so I said: No mom, no math, it does not excite me. And then my dad said; then you should teach physics, physics excites everyone. And I thought: "If it were only true.." but I said nothing and somehow decided that physics was less boring than math, so I could probably teach physics. But I didn't like it, it was my choice ...you know...by exclusion. It wasn't my passion at the beginning. But when I was in the university, I had a teacher, professor Igor Novikov, he taught astrophysics. He was so good, every class was like a detective story. It was... you know... we were making ideas, testing them and retesting them and I felt like we were writing our own stories. Did you go to my public workshop yesterday?

OC: No.

EE: Oh, sad, I was doing a similar thing there, this is how I teach now, but the idea came from that professor, this was the person who...you know... ignited my passion for teaching. I was already at the university training to be a physics teacher, but I didn't have my passion for teaching, and he started it... and so, that's it.

But another thing is, that before I am becoming teacher, I thought a lot what kind of teacher I did not want to be, because I know so many teachers who degrade students, who make them feel inferior, you know... so I did not want to be this kind of teacher.

OC: By the way as your workshop. What kind of things help a person become a better physics teacher? You put this question as a title in your workshop.

EE: Well, short answer?

OC: Yes, please

EE: Stop being a teacher, stop thinking on yourself as the center of the teaching process, put the student at the center, and learn to listen, and learn to interpret what students are saying, learn to help them building their think, to instead off looking for misconceptions, try to look for... you know... good ideas, and students have them, and make them change their brain, instead off you trying to transmit your brain into their brain, instead of that help them change their brain.

OC: yes, I agree completely, but it's difficult...

EE: Right, it's difficult, so in the workshop I showed the participants three versions of the same lesson. How you do it, if you don't care about the students; how you do it, if you doing an intermediate version, and how you do it if you are really base what you do on what students think themselves. We could have done it a little better, but it was really difficult as do not speak Spanish: I did not understand why the participants were saying, and they did know what I saying. But try to do, how do you put the student at the center.

OC: Why do you use the word "magic" to talk about physics teaching?

EE: Well, it wasn't about physics teaching, it was about physics. The question is about its meaning in my public talk?

OC: yes, what is the sense?

EE: Well, because, when people think of physics, they think of... you know...equations, or they think of particle accelerator, or whatever... when I think on physics, I think about the process, how do physicist know what they know, and it turns out that the way physicist come to understand things, it's the same way we as humans learn in everyday in life, how we come to understand things, we use the same process that physicist use, but we don't know that it is physics, so, the magic of physics is in the very process that physicist use, because it penetrates everything that people do but people don't know that they are using the process of physics every day. So yesterday in my public talk I tried to show how this magic works, and how it can help you when you buy a house, or it can help you to create kinetic molecular theory, it's a simply the way of thinking...

OC: Ok, is because... is difficult define the word "magic" in an educational science context, because "magic" is synonymous of fantasy or enjoying things...

EE: Yes, right, that's exactly the idea that I want communicate. If you tell for people that you teach physics, what they said you? Normally said, ohhh, you are very smart, or I hated physics,

OC: or... my teacher was terrible

EE: Yes, and you never hear: “Oh, you do physics? I do physics everyday too... or I want to know more about physics”, right? But if you say I’m a computer engineer or something, then everyone is positive, everybody can talk about computers, right? But this is not true about physics. That’s means, people think that if you do physics, you are smart, and they don’t do it, it is because they are not smart ...When I’ am teaching, I try to show that Physics is like magic, everything around you has some physics in it and anyone can be a physicist, not anyone can write computer programs, but everyone can do physics, that’s the power of physics and its magic.

OC: What that’s mean for you “didactic physics”?

EE: I don’t know, we don’t use this word. Today in my workshop, I talked about Pedagogical Content Knowledge, and, at the end, a woman asks a question, what’s the difference between “pedagogical” and “didactic”?, and I said, what’s didactic? I did not know, and now you are asking again, I must be missing something here.

What is important for me is what I to do to make my students better teachers, and if it’s called didactic knowledge then, I do didactic, but if it’s call pedagogical content knowledge, I do pedagogical. I think people sometimes care too much about words and names and for me the meaning is important, so if we agree on the meaning, then you can call it anything. I care about what you need to learn to become a good teacher.

OC: OK, What kind of knowledge does a physics teacher need?

EE: Well, briefly, It would be...I think that the teacher... the necessary part, the foundation is of course understanding of physics, but not only the final product – equations and laws, but the process through which this knowledge was constructed, and also what representation in a particular area are productive for constructing this knowledge – motion diagrams, or force diagrams, or energy bar charts..... And the other piece of the foundation is the knowledge on how people learn, how is the brain works, how they work in groups... you need to use brain studies, consciences studies, psychology and motivational theories, all of these, its also necessary, but these too are not sufficient, because you need to know how do people learn acceleration, or how do people learn the difference between acceleration and velocity, right?.. or what productive ideas students have, and what questions to ask when they work in groups, so this work is productive, and lots of other things. I call it Pedagogical Content Knowledge, you can call it physics didactic, whatever you like, but that is the first component, that distinguishes a good teacher from a physicist, or from a cognitive scientist, is about the process that helps people learn, that’s we call Pedagogical Content Knowledge, but you can call it anyway you want.

OC: Ok, finally, what would you say to pre service physics teachers, in order to improve their future practice?

EE: One advice. Do not think of students as sources of misconceptions, think of students as sources of productive ideas on which we can build, understand that ideas that seem wrong in fact are right in some context, so all you need to do is help students find the context in which their ideas are correct and connect them to the right ideas that you help build.

OC: OK, thank you very much.

EE: thank you too, it was fun!

GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 6 No 2 Diciembre de 2011.

ENTREVISTA CON ENRICA GIORDANO



Enrica Giordano, de nacionalidad Italiana, es profesora de Didáctica de la Física, ha dirigido investigaciones en colaboración nacional e internacional sobre problemas de enseñanza y aprendizaje de la Física en los mas diversos niveles escolares, desde la formación infantil hasta la formación docente universitaria. Desde 1990 se ocupa de estudiar el potencial de las nuevas tecnologías, y en general en proponer innovaciones didácticas para un aprendizaje significativo de la Física.

Olga Castiblanco (OC): Buenas tardes profesora Enrica, gracias por aceptar nuestra invitación. En primer lugar nos gustaría conocer un poco sobre su formación académica y su trayecto como profesora e investigadora en enseñanza de la Física

Enrica Giordano (EG): Buenas tardes. Yo estude Física en el pregrado, porque en Italia no existe la licenciatura, entonces el curso universitario es solo para físicos. Empecé en el 69, que eran los años del movimiento estudiantil, y empezaba una visión más cultural de la ciencia; me gradue con una tesis en historia de la mecánica cuántica, orientada por un físico nuclear, pero que estaba interesado en empezar el trabajo en historia. Entonces trabajamos con el filosofo de la ciencia más famoso de Italia que se llamav Ludovico Geymonat, quien tenia una visión marxista y trabajaba desde los años 30, mostrando que la ciencia apoyaba esta visión. El impulsó muchísimo esta perspectiva historica, yo creo que todos los que hacen historia de la ciencia y en particular de la física en Italia son de algun modo hijos de él. El consideraba muy importante tener las dos preparaciones, científica y filosofica, el tenia la titulación como físico-matemático y también como filósofo y todos sus seguidores más o menos tienen la preparación en estos dos campos. Yo pensaba entonces irme a la escuela a enseñar, pero salió una beca para continuar estudiando, y seguí en la Universidad. Fue una experiencia interesante porque un profesor empezaba a dar el curso de historia de la física, debido a que los estudiantes lo pedían dentro del programa, y este profesor tenía un gran interés... pero no sabía nada, era un físico nuclear muy famoso, y ahí comencé en esa línea. Pero yo siempre seguía con la idea de ir a la escuela, no queria ser profesora en la Universidad, siempre procuré un contacto con la investigación en enseñanza de la ciencia y fue así que me encontré el maestro de mi vida, que es Paolo Guidoni y entonces bueno... desde entonces no mas historia, al menos no pura sino con una mirada hacia la educación, y ahí comenzo mi linea de investigación, después nunca me regrese a la escuela siempre me fui a la Universidad, era una época de grandes movimientos y cambios en la sociedad y con ello también empezaba el campo de la investigación en enseñanza de las ciencias en toda Europa, en particular en los departamentos de física.

Diego Vizcaíno (DV): y el papel de la mujer en la Universidad ¿cómo era? ¿Fue difícil?

EG: No, no tanto, no habian tantas mujeres en física, eramos como un tercio, el problema del papel de la mujer no es en los primeros niveles, el problema es que nunca van a los niveles más altos, difícilmente son jefes de laboratorio o algo así y normalmente ganan menos. También hay una amplia línea de investigación sobre lo que es papel de la mujer, y en esta parte de investigación de tipo más cultural hay una importante cantidad de mujeres trabajando en investigación.

OC: Nos gustaría saber si en Italia definen la Didáctica de la Física, ¿Cómo conciben ese campo?

EG: Dependiendo, si son los colegas físicos físicos, o matemáticos, para ellos es equivalente a dictar clase, y para los que hacen investigación es un campo de investigación. Entonces tenemos en pedagogía la didáctica general que busca las cosas más generales de la didáctica, y también hay un papel de las didácticas específicas, que están conectadas con la sicología, la didáctica general y todo esto, pero... Nuestra mirada desde el grupo de Guidoni es muy particular, busca repensar la física para la enseñanza, en la búsqueda de pocos conceptos básicos en cada área, para ser desarrollado a largo plazo, desde los dos o tres años de edad hasta los 16 o 19 años y para el resto de la vida. Entonces la idea es hallar pocos conceptos básicos que nos puedan guiar en todo el recorrido. Por ejemplo en cinemática uno se pierde, empieza con la cinemática del punto material con masa y después el movimiento rectilíneo uniforme, porque ese no existe en la naturaleza y es uno de los más difíciles de realizar, entonces uno no entiende por qué tiene que ser ese el primer paso. ¿Cuales son los conceptos basicos del movimiento? Por ejemplo, hay un teorema que normalmente se estudia en la mecánica analítica, que dice que cada movimiento es un movimiento de traslación del centro de masa y de rotación alrededor del centro de masa. Esto se transforma en conocimiento común cuando uno dice... mira ¿cuantos tipos de movimiento pueden existir en el mundo? solo dos, traslación y rotación, lo cual es una llave fundamental para el acceso al mundo. Y cuando un cuerpo (rígido) se traslada, todos los puntos que lo componen hacen lo mismo, esto hace mas natural el estudio del mundo que el punto material con masa. Y todos entienden desde el principio que todo tipo de movimiento se reduce a estos dos básicos. Los niños se ponen en búsqueda de otros movimientos que no se puedan reducir a estos, y no encuentran.

OC: siempre llegan a lo mismo.

EG: Sí, y entonces para enseñar no se necesita nada particularmente incomprendible.

OC: Uhum, es que hacer las cosas sencillas es lo más difícil

EG: Exacto. O por ejemplo cuando tú te desplazas ¿que hacen tus pies y que hace tu cabeza? tu cabeza hace un recorrido continuo mientras los pies hacen un recorrido discreto, entonces se pueden transmitir ideas básicas de mirar al mundo, discreto y continuo, en donde el discreto se cuenta y el continuo se mide..., aún con todos los problemas del continuo. Entonces la mirada de Paolo Guidoni es buscar estas estrategias básicas, conocimientos que son tanto del conocimiento común como del conocimiento científico. Esa es un poco la tradición del grupo de Italia y estos pensamientos son posibles porque estamos siempre mirando a la historia. Paolo siempre ha tenido una tendencia particular al estudio de cómo se desarrolla el pensamiento del mundo y como se construye el conocimiento.

OC: desde la sicología del aprendizaje?

EG: No, más desde su mirada, porque él usa el modelo de la *resonancia* que es básicamente un modelo físico. Cuando tengo que explicar esto en el aula, normalmente me voy con un resorte y una masa, para mostrar que cada sistema puede tener una frecuencia propia. El estudiante no necesita saber bien que es la frecuencia, porque solo necesita contar las oscilaciones en el tiempo; después se pueden alterar los resortes del exterior y ahí se va observando la transferencia de energía al sistema, se estudia la resonancia en el sentido técnico del término. Hoy en día muchas de las investigaciones neurológicas están confirmando más o menos esta idea, porque otra característica de esta investigación es que siempre fue desarrollada en aula, entonces surgió de la observación de los niños. Los investigadores van al aula y miran que hacen los niños, observan por qué no entienden lo que no entienden, y como entienden lo que entienden, como es que dan sentido. También contamos con la mirada de los maestros que nos colaboran, que son maestros muy particulares, ellos son como investigadores... y por eso, si ustedes me preguntan por mi doctorado, pues no tengo, porque nunca encontré un doctorado que valiera la pena, y hacerlo por hacerlo no me pareció bueno, además, como que pertenezco al grupo de los fundadores de este campo y en aquella época no se necesitaba. Hoy en día todos tienen que hacer un doctorado y desafortunadamente algunas veces es una locura porque se van a hacer tres años de doctorado, puede ser en un campo que no les interese tanto, pero tienen que hacerlo, por ejemplo estudian sistemas dinámicos y se van a hacer un doctorado en sociología de las ciencias... yo digo que fue una época muy afortunada en la que viví, porque era un mundo más activo, que generaba más perspectivas y no tuve que convivir con esa parte tan burocrática.

OC: Nos gustaría que nos resumiera en qué consiste el proyecto Globo Local.

EG: Esto es muy sencillo, tenemos también un sitio donde se encuentra todo (www.globolocal.net/esp/proyecto.html). Este año estamos pensando en renovar la enseñanza de la astronomía porque vemos bastante claro que se contraponen el dogma de que el sol gira alrededor de la tierra, con el dogma de que la tierra gira alrededor del sol. Cuando uno mira al cielo ve que el sol se desplaza, pero en la escuela le dicen a uno que no es "verdad" y la palabra "verdad" es sustituir un dogma por otro, y esa no es la mirada física correcta. No sería necesario hablar del movimiento "aparente", porque todos los movimientos son aparentes para los físicos, ya que si no hay un marco de referencia en donde poner el sentido de estar parado, entonces no tiene sentido el movimiento. Nosotros hablamos de movimiento "observado", más que aparente. De modo que el valor de física como cultura es ese, que la idea de movimiento no tiene sentido si no se dice cuál es el marco de referencia, y esto se olvida en el caso del sol ¿por qué el marco de referencia más cómodo es en el sol? por que en el sol está el centro de masa del sistema solar, entonces solo desde la dinámica tiene sentido esto... Y no es el único movimiento, estamos a la periferia de una galaxia que se mueve y todas las galaxias se están alejando las unas de las otras. El sol también tiene un movimiento al rededor de sí mismo, Galileo lo vió con su telescopio, mirando a las manchas. Quiere decir, que en la enseñanza no estamos ni en la época de Galileo para enseñar el movimiento y la astronomía. También estamos interesados en analizar otras culturas y otras miradas del mundo: por ejemplo, la astronomía con mitos, con tradiciones locales, y nos hemos dado cuenta que el modelo tradicional del globo, a pesar que propone una mirada de afuera, no se explica desde tu posición en el mundo, siempre se identifica arriba con norte y abajo con sur y esto no es correcto, porque en el espacio no existe un arriba y abajo. Viajando nos dimos cuenta que en todo el mundo se venden los mismos globos con la misma inclinación de la tierra, también sería correcto por ejemplo que vendieran el globo con el sur arriba ¿Por qué tiene que estar el norte arriba? Entonces el primer cambio sin cambiar casi nada, sería decir, mira el sur también puede estar arriba; el segundo es preguntar el por qué de esa inclinación. Yo no sé cuánta es la

altitud donde tu vives pero en mi país la polar está a 45 grados, no son los 23 o 76 del globo tradicional entonces eso tampoco me sirve. Si yo pongo un palito en el globo sobre Milan para representar una persona, esa persona estaría inclinada, pero ni en mi país ni aquí, tengo la sensación de estar inclinada, yo me siento bien derecha entonces, lo interesante es que uno ubique el globo de forma que uno siempre esté “arriba” y todo el globo “debajo”, y así en cualquier lugar del mundo, porque la astronomía es muy democrática... arriba y abajo son ideas locales, la cabeza y los pies, no existe un arriba y abajo del mundo, porque todos estamos derechos, entonces dependiendo del lugar en que uno se encuentre, uno tiene que poner el mundo en la posición con uno arriba. Esto da la primera idea de que es un aspecto más político y social que científico, lo científico viene del hecho de que si tu pones el eje del globo en tu mano en correspondencia con el eje que tiene la tierra en tu ubicación, es decir, a Milan, Italia, tengo que ponerlo a 45 grados... ya se pone automáticamente a 45 grados poniendo a Italia arriba, ¿pero en el espacio cómo lo pongo?, el norte del globo tiene que ir hacia el cielo en correspondencia con la polar, y si lo pones al sol, se puede ver la mitad iluminada por el sol, en donde es de día y la otra mitad de sombra donde es de noche y tu puedes preguntar donde es medio día, y cuáles son los países o lugares que tienen el sol en la cabeza.

Entonces la propuesta de utilizar el globo de esta manera surgió desde un estudio amplio sobre la astronomía y su enseñanza. Pero nos dimos cuenta que era eficaz, porque hace que la gente se cuestione y tiene además ese valor democrático y político. Este año venimos promoviendo que en diferentes lugares del mundo se libere el globo de su soporte tradicional y se coloque como estabamos hablando, ubicando el sol, en particular en los días de los equinoccios y los solsticios. Se ponen palitos que representen las personas en los diferentes lugares del mundo y se ve como son las sombras. Entonces en el sitio web que tenemos, las instituciones que quieren participar se registran colocando el nombre, ubicación, etc. y ese día colocan el globo frente a la institución donde se piensa trabajar y sacan fotos para compartir. Ya están en el sitio las fotos del equinoccio pasado, de algunos lugares que ya participaron, por ejemplo Colombia estuvo bastante nublado, entonces hay dos o tres fotos solo con el globo pero sin sol. También el sitio web permite compartir experiencias de astronomía. En particular los colegas Argentinos son muy activos en este campo y yo creo que ya hicieron algo más, aquí en Suramérica.

Este es un cambio no tan grande, es más una actividad puntual, pero a partir de esto se pueden compartir otras miradas de la didáctica de la astronomía y obviamente se encuentran también muchos materiales, experiencias y una comunidad que se va construyendo. El próximo solsticio es el 21 de junio y no cambia mucho si son dos días antes o después dependiendo de si el 21 es un Lunes. También se pueden hacer eventos públicos, no solo científicos, por ejemplo mi colega de Roma se fue a una plaza de Italia donde usualmente hay muchos extranjeros, y dice: mira, pon el globo con tu país arriba, entonces habían globos que decían China, Brasil, etc, pero realmente para saber que pasa en otros lugares, se tiene que poner fijo desde la posición en donde vive. Nosotros lo llamamos “globo paralelo”, pero obvio que un globo no puede ser paralelo a otro globo; técnicamente en geometría la palabra técnica sería homotético, pero como la gente no lo entiende... hay un montón de geometría que también se puede desarrollar a partir de esto, y también toda la física del movimiento y de la luz, para explicar cómo son los rayos del sol que llegan y por qué, etc. Vamos a ver que sale de todo esto... algunos como aquí en el taller, y no es la primera vez que pasa, se sienten muy incómodos con este cambio. Una señora me decía *¿pero por qué no puedo ponerlo inclinado?* Y yo decía, pero ¿usted está inclinada? ¿Por qué quiere ponerse inclinada? porque están tan acostumbrados...

OC: a la teoría que dice que...

EG: exacto, pero no es una teoría, es la potencia de un modelo virtual, por eso uno tiene que luchar y también en la escuela ofrecer más de una opción, porque si solo tienes un modelo y se dice que es la verdad ¿entonces sobre qué se reflexiona? es mejor tener varias opciones e intentar construir un modelo...hay un autor creo norteamericano que dice que “confundir un modelo con la realidad es como ir a un restaurante y comerse la carta”!

DV: el problema de las analogías es que no siempre son eficaces.

EG: Si, a veces es más difícil entender el modelo con el que se hace la analogía, que entender el fenómeno.

OC: ¿Cuales consideraría que son las perspectivas básicas o los conocimientos básicos que debe tener un profesor de física para intervenir en el aula?

EG: Desde nuestra mirada tiene que tener algunas ideas sobre cómo la persona piensa, por que uno siempre tiene un modelo de lo que significa aprender y lo que significa enseñar, coherente con el modelo del aprendizaje. Pero muchas veces no se hace explícito cuál es el modelo, y todos los colegas incluso quienes solo dan aula utilizando el tablero, tienen implícitamente un modelo que dice que el estudiante recibe..

OC: de algún modo...

EG: uhum, de algún modo, y que interpreta quién sabe cómo, y que solo los mejores consiguen tener exactamente sus mismas ideas, con las mismas palabras, y los demás pues quien sabe, es falta de ellos el no entender. Entonces enseñar desde una perspectiva diferente significa también tener un modelo de aprendizaje diferente, significa ver la ciencia como te decía, desde una perspectiva diferente, lo cual no significa que el estudiante no llegue a la ecuación del movimiento rectilíneo uniforme, obvio que va a llegar, pero más que eso es saber que se necesita para que el estudiante le de sentido a toda esta construcción teórica.

OC: ...para llegar allá de algún modo y no arrancar de ahí, no?

EG: Exacto, y dependiendo del nivel en el cual trabajan los profesores. Nosotros tenemos una formación para preescolar, una formación para primaria, una formación para escuela secundaria básica y una formación para escuela secundaria superior, los únicos que no se forman son los profesores universitarios, nadie los forma, es suficiente ser físicos para ser también profesores y por eso no les gusta la didáctica, por que no quieren que alguien de otro campo les diga que como están dando clase no funciona. Y tampoco son científicos, porque como decía el profesor Trevisan “si tú te das cuenta, si los escuchas realmente, te das cuenta que no entienden, repiten palabras, y solucionan problemas estándar”. También hay físicos maestros, por ejemplo Fermi que fue un importante físico, no daba a los estudiantes los problemas del libro de texto, él les ofrecía los problemas con los que estaba trabajando en ese momento. Él enseñaba en la normal de Pisa (Italia) que es una de las universidades más prestigiosas, y él sabía que el problema tiene que tener sentido, tanto para los estudiantes “normales” como para los que son muy “especiales o avanzados”, tienen que ser problemas de investigación, puede que sean difíciles, pero bueno... a los chicos les gustan los problemas difíciles, si son muy sencillos, son tan sencillos que no tienen sentido. Si tu les preguntas, el comentario que hacen es; ¿por qué usted

hace el trabajo más interesante, el de planear la experiencia de laboratorio y a nosotros nos deja la parte menos interesante, que es solo hacer medidas de cosas que no entendimos?. Entonces si tu escuchas a los chicos, como tendría que hacer un científico, sacar datos frente al evento de la enseñanza, podrías poner una actitud más científica frente a la enseñanza ¿por qué? porque uno tiene que tener una hipótesis y la hipótesis tiene que ser cognitiva, física y metodológica, sobre el desarrollo de la clase, y estas tres cosas tienen que ser coherentes entre ellas. Por ejemplo, todos decimos ser socio-constructivistas, todos decimos tener en cuenta lo que los estudiantes saben. Pero muchos se van al aula, les dejan media hora para que hablen, y después les dicen; bueno, esto es así... Eso no es ser socio-constructivista, entonces tal vez se habla de teorías del aprendizaje, pero...

OC: no se sabe que es eso ni como se hace...

EG: exactamente, y tampoco hay coherencia entre los diferentes profesores, Paolo dice que deberían estar también en resonancia. Lo que pasa es que... como yo veo aquí... se desarrollan cursos de física más o menos tradicionales y después se ponen al lado, como tu decías en tu charla, cursos de formación en pedagogía, en psicología, que por ejemplo en mi país los estudiantes de física tampoco entienden, para ellos son más difíciles los cursos de pedagogía que de física, las dos cosas se mantienen separadas ...

OC: y se espera que después ellos en algún momento...

EG: mágicamente los unan y ellos pobrecitos no saben como, tienen que salir con una mirada coherente y no lo hacen, si toda la comunidad universitaria no se pone de acuerdo...les queda difícil. Esta es una de las particularidades de mi universidad, en nuestro caso, estamos todos mucho más conectados, por ejemplo yo me voy al aula de la profesora de didáctica general y ella se viene a mi clase de didáctica de la física para que los estudiantes reconozcan similitudes y diferencias. Y el pacto con los estudiantes es que nosotros damos la clase como quisiéramos que ellos la dieran cuando van al colegio, entonces nuestra enseñanza tiene que ser coherente con el contenido que enseñamos, no puedo decir que al aplicarla tiene que ser constructivista, pero solo predicar el constructivismo y no enseñarlo, sino que tenemos que enseñar con la forma constructivista de enseñar, porque tú eres un modelo, y eres más eficaz en la imagen como modelo y no como teoría, entonces

OC: Maravilloso, eso implica un nivel de madurez académico, eso no es tan fácil, ¿cómo llegaron ahí?

EG: por que tuvimos un ámbito cultural favorable, la universidad empezó en 1998

OC: es nueva

EG: si, y también la formación de maestros en Italia es muy nueva, empezó en 1998, entonces nació todo. En universidades más viejas es un problema, porque ya había magisterio y era manejado prevalentemente por los pedagogos y a ellos no les gustan los de las disciplinas de las ciencias exactas. Por ejemplo mi colega de Bologna tiene un montón de problemas. En mi Universidad todo empezó nuevo y reunió todos los "locos" de las diferentes disciplinas que tenían más o menos la misma mirada; entonces nosotros nos hablamos de manera bastante tranquila y divertida, así por ejemplo, el profe de didáctica de la música usa más o menos la misma metodología y hace este tipo de clase, o la colega de literatura italiana. Al comienzo se fue con su curso tradicional sobre Parini que es un autor de la literatura Italiana y dictó su curso sobre Parini, pero mirando a sus estudiantes de inmediato se dio

cuenta que no tenía sentido y entonces empezó a acomodar cambios bastante rápidos para mejorar el aprendizaje, y todos estamos en esa misma perspectiva.

OC: yo creo que es el sueño de las universidades, al menos de las que conozco aquí en Colombia y en Brasil, que tienen una forma muy rígida de funcionamiento y se les dificulta construir nuevas miradas sobre la formación de los futuros profesores.

EG: Si, otra cosa muy interesante en nuestra estructura, es que contamos con profesores de la universidad, y también maestros de la escuela que trabajan medio tiempo en la escuela y medio en la universidad haciendo un trabajo de monitoría de los estudiantes que van a hacer trabajo de campo con la escuela, entonces detrás de un estudiante están los profesores universitarios y también algún profesor de la escuela donde va a realizar la práctica.

OC: Ummm, eso permite llevar los resultados de investigación de la Universidad a la escuela...

EG: exacto, porque así se llevan las ideas de innovación a la escuela, ya que los estudiantes universitarios deben desarrollar sus propios proyectos, pero son orientados apropiadamente, de otro lado las escuelas más tradicionales están de acuerdo en que los estudiantes vayan al aula y trabajen en equipo con el maestro que está dando la clase, así lo ayuda a desarrollar las cosas, lo observa, le hace comentarios posteriores, pero es básicamente el estudiante quien se encarga de planear y desarrollar el proyecto didáctico, especialmente en los últimos años de la carrera. De modo que cada estudiante está con un profesor universitario del área de didáctica, un profesor monitor que viene de la escuela y el profesor de la clase. Es un modelo muy complejo, nosotros tenemos mucho miedo de que lo vayan a acabar, porque es costoso, son varias personas y estos maestros se les paga un sueldo entero y trabajan medio tiempo en la escuela y medio tiempo en la universidad, así que si alguien quiere observar ese caso...

OC: Sería interesante, porque no es un caso común... bueno... ya para finalizar nos gustaría que nos resumiera en qué consiste el modelo cognitivo de Guidoni.

EG: Esa es una pregunta bastante dura, porque Paolo tiene otra característica y es que escribe poco, y lo poco que escribe es muy difícil, entonces lo que puedo decir es mi interpretación de lo que entendí durante años de trabajo con él. Durante mucho tiempo en mi vida yo pensaba que era necesario traducir a Paolo del italiano al italiano antes de pensar en traducirlo a otro idioma.

Él tiene una mirada de físico, y usa el concepto de resonancia, que es un modelo físico y así son todas sus bases, él era un físico de partículas que estaba muy bien ubicado y hacía un excelente trabajo, pero un día decidió irse a estudiar la enseñanza de las ciencias, ahí todos los físicos quedaron locos *¿pero cómo?! uno con tu cabeza y te vas para esa área!!*, en fin..., yo creo que empezó en los ochenta cuando sus hijos se fueron a la escuela y él se daba cuenta que era absurdo lo que le contaban, entonces se fue con actitud de físico a la escuela, a estudiar a un maestro muy importante en Italia, para ver antes que todo como se desarrollaban las dinámicas de aula. Entonces su primera pregunta fue sobre cómo se puede interpretar la forma como los niños piensan, y él quería utilizar un modelo de la Física. Entonces se puso también a estudiar el conocimiento cotidiano, desde una perspectiva en la que el conocimiento común de los científicos no está tan en contra del conocimiento científico, sino que son un continuo del uno al otro, obviamente con momentos de rupturas, así fue que se puso a estudiar los modelos de Piaget y de Vigotsky y otros.

Yo creo que en pocas palabras él dice que si nosotros podemos interpretar el mundo que nos rodea, por ejemplo como ocurre con el hecho de ver, como es que tu reconoces un objeto de este fondo, es porque tu estas en busca de relaciones. Eso también lo dicen los psicólogos, uno reconoce formas a través de los ojos o a través de otros sentidos, porque nuestra forma básica de entender el mundo es reconocer formas. Y él usa la palabras *forma* para los objetos tanto como para los eventos, pero sabiendo que en el mundo no existen ... ni los objetos en si, ni los fenómenos, sino que es lo que tu reconoces. Por ejemplo los fenómenos térmicos no están en sí mismos, siempre están conectados, uno los experimenta en la cocina, en el baño, se tienen sensaciones, te pasa algo, entonces tu reconoces como fenómenos térmicos todos los que están conectados con temperatura, calor, etc, y así a través de actividades diferentes se reconoce el objeto, pero este siempre está en algún entorno y tu nunca lo ves todo porque siempre tienes una mirada. Entonces esta es otra estrategia básica, construir una idea unitaria a partir realmente de miradas, de diferentes perspectivas.

Paolo se puso a estudiar esta estrategia muy básica, de lo discreto y lo continuo, de la que hablabamos antes y sobre como uno llega a saber que las cosas cambian. Si tu miras el objeto en un instante y después en otro instante, te das cuenta si son iguales o diferentes, o, tu puedes estudiar el cambio “mientras que..”. Por ejemplo, si tu vas a caminar, te das cuenta que te estás desplazando “mientras que...” Esta forma de observar corresponde en Física, a una estrategia diferencial, escribir una ecuación diferencial tiene ese sentido de continuidad, obviamente con todos los problemas de los diferenciales, pero entonces la potencia de este modelo esta en destacar algunos de los contenidos de la física, como la formación de lo continuo y discreto o diferencial e integral, para usarlos en formas de interpretar el conocimiento común.

OC: es simple pero es potente..

EG: Exacto, claro que esta es mi versión simple, porque Paolo no se pone a escribirlo todo de forma coherente, por eso trajimos acá la sugerencia de que si alguien quiere tomar el resultado que hemos elaborado durante todos estos años y trabajarlo, y también entenderlo más, pues será bienvenido, porque nos permitirá ponerlo más sistemático, o usarlo en el aula, o hasta puede ser que resulte imposible desarrollarlo teóricamente. A mi personalmente esta perspectiva me ha sido de una ayuda increíble, ya sea para reconocer lo que pasa antes o después de la enseñanza, muchas veces cuando los estudiantes no entienden, en realidad no es que no entienden el asunto particular que fue colocado, es que no entienden el fenómeno que tu sacaste del continuo del mundo, porque no tienen tu misma mirada.

OC: Es realmente una perspectiva diferente e interesante. Esperamos que nuestros lectores puedan sacar provecho de esta conversación, y le agradecemos su amabilidad al responder nuestras preguntas.

EG: Gracias a ustedes.

LA HISTORIA DE CARLOS CHAGAS COMO RECURSO PARA LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE BIOLOGÍA: ALGUNAS POSIBILIDADES.

Eliane Cerdas Labarce¹
licerdas@yahoo.com.br
Fernando Bastos²
ferbastos@fc.unesp.br

RESUMEN

Se analiza la trayectoria del médico científico Carlos Chagas en las investigaciones que culminaron con la identificación del agente y vector responsables por la Enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana), a comienzo del siglo XX, destacando algunas posibilidades del uso de ese fragmento histórico en la formación de profesores de Biología, en lo que se refiere a la discusión de ciencia como proceso de construcción humana y por tanto histórica.

Palabras clave: Historia y filosofía de la ciencia, Carlos Chagas, Formación de profesores.

ABSTRACT

This paper analyzes the history of the doctor and scientist Carlos Chagas in the research that led to the identification of the agent and vector responsible for Chagas disease (American trypanosomiasis), in the early twentieth century, pointing out some possibilities of using this piece of history in shaping Biology teachers, as regards the discussion of science as a process of human construction and therefore historical.

Keywords: History and philosophy of science, Carlos Chagas, Teacher education.

Introducción

Es común la recomendación de que temas de Historia y de Filosofía de la ciencia sean incorporados en la enseñanza escolar de la Biología, Química y Física. Eso podría tornar las clases mas interesantes, curiosas, instigantes y dinámicas, al mostrar el proceso de transformación por el cual pasó el conocimiento científico, muchas veces, similar a aquellos procesos deseados por los profesores para la superación de obstáculos epistemológicos y didácticos de los estudiantes, (Piaget y García, 1987).

¹ Doutoranda do programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência. UNESP Bauru. Brasil

² Ph.D. Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência. UNESP Bauru. Brasil

Los Parámetros Curriculares Nacionales para la Educación Media (PCNEM), al abordar este asunto, resaltan el

“carácter transdisciplinar del cual se revista la Filosofía, sea como Filosofía del Lenguaje o como Filosofía de la Ciencia. De esta forma, la Historia deberá estar presente también como Histórica de los Lenguajes e Historia de las Ciencias y de las Técnicas, no en la perspectiva tradicional de la Historia intelectual, que se limita a narrar biografías de científicos y listar sus inventos y descubrimientos, sino de la nueva Historia Cultural, que enmarca el pensamiento y el conocimiento de las negociaciones y conflictos de acción social” (Brasil, 1999, p.286).

De esta forma, “*Filosofía e Historia (...) se tornan instrumentos para la comprensión del significado social y cultural de los lenguajes, de las ciencias –naturales y humanas- y de la tecnología*” (Brasil, 1999 p.286).

Además, los elementos históricos ofrecen la oportunidad a los alumnos de comprender que existen diversas relaciones entre la producción científica y el contexto social, económico y político, las cuales posibilitan averiguar que la formulación como el éxito, o el fracaso de las diferentes teorías científicas, están asociadas a su momento histórico (Brasil, 1999, p. 219).

A partir de esas premisas, se torna evidente la relevancia de la dimensión histórica y filosófica en la formación de profesores de ciencias (Carvalho; Gil Perez, 1998; Marandino, 2003; Brito et al., 2004; Duarte, 2004; Bastos, 2002), es decir, es una necesidad formativa del profesor, en la medida en que puede contribuir para: evitar visiones distorsionadas sobre el quehacer científico; permitir mejor comprensión de los diversos aspectos involucrando el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia; proporcionar una intervención mas calificada en el salón de clase.

En esa línea, Mathews (1995) defiende que la historia y la filosofía de la ciencia pueden mejorar la formación del profesor ayudando al desarrollo de una epistemología y de la ciencia mas rica y mas auténtica, es decir, de una mayor comprensión de la estructura de las ciencias tanto como del espacio que ocupan en el sistema intelectual de las cosas.

La inclusión de estos aspectos en la formación del profesor de ciencias gana importancia al considerar, como lo hace Bastos (2002), que los textos de Historia de la ciencia, disponibles para consulta difícilmente se adaptan a las necesidades específicas de la Enseñanza de las Ciencias para la educación básica y media, ya que no reúnen de modo sintético y en un lenguaje accesible, los diferentes aspectos que el profesor debería discutir en el aula. Por ejemplo, no muestran relaciones entre Ciencia y Sociedad, haciendo apenas afirmaciones del tipo “intereses económicos, políticos, militares estimularon las investigaciones...”, pero no muestran como ocurre esa relación, ni cuales fueron los factores sociales y económicos a que se refieren los textos.

Frente a estos vacíos, los investigadores en Enseñanza de las Ciencias se han dedicado a la producción de relatos de Historia de la Ciencia que contemplan diferentes temas considerados relevantes para la formación de los alumnos, en la educación básica.

Impulsado por esas demandas, el objetivo del presente trabajo es analizar la trayectoria del médico y científico Carlos Chagas en las investigaciones que culminaron con la identificación del agente y vector responsables por la Enfermedad de Chagas (tripanossomíase americana), a comienzos del siglo XX, destacando algunas posibilidades del uso de este

fragmento histórico en la formación de profesores de Biología, en lo que se refiere a la discusión de Ciencia como proceso de construcción humana, y por tanto histórica.

Carlos Chagas, médico, científico y bacteriólogo brasileño fue seleccionado para el desarrollo de este trabajo, por ser un investigador específico del área de Biología, donde los relatos de Historia y Filosofía de la Ciencia son escasos. Además, se trata de una historia más o menos reciente y que permite considerar la contribución de científicos brasileños en la construcción de la ciencia. Ese aspecto es de gran interés, ya que la ciencia que se presenta en las escuelas resalta, generalmente, la contribución de investigadores europeos, dejando de lado las contribuciones brasileñas. En un breve análisis del material didáctico cedido por el gobierno del Estado de São Paulo (São Paulo, 2011), por ejemplo, no fue encontrada ninguna mención al investigador en cuestión.

Para cumplir el objetivo de este artículo, se realizó una investigación bibliográfica de textos originales (fuentes primarias) y secundaria del investigador.

1. La trayectoria de Carlos Chagas.

Carlos Ribeiro Justiniano Chagas, el primero de cuatro hijos de José Justiniano Chagas y Mariana Cândida Ribeiro Chagas, nació el 9 de Julio de 1879, en la Hacienda Bom Retiro, cerca de la pequeña ciudad de Oliveira, en el estado de Minas Gerais. Se trasladó para la capital federal, que para la época era Río de Janeiro, para estudiar Medicina.

De acuerdo con la renovación de las ciencias biomédicas en la época, varios profesores de la Facultad de Medicina de Río de Janeiro defendían, desde la década de 1880, la importancia de incorporar a la enseñanza, las reglas y prácticas de la llamada medicina experimental, es decir, de la investigación científica realizada en el laboratorio en busca de nuevos conocimientos. Ese fue el ambiente en que Chagas realizó su formación en medicina, entre 1897 y 1903

Dos profesores marcaron de manera decisiva su formación. Uno de ellos fue Miguel Couto, con quien Chagas aprendió a utilizar los métodos y principios de la Medicina Experimental. Couto defendía la concepción de que la clínica médica debería ser renovada y subsidiada por los nuevos conocimientos y técnicas propiciados por las investigaciones científicas. Por esa recomendación, Chagas conoció las obras de Louis Pasteur.

En la época, se difundían las teorías de Louis Pasteur (1822-1895) y Robert Koch (1843-1910) sobre la acción de los microorganismos como causas de enfermedades y sobre la producción de sueros y vacunas para combatirlas.

Se vivía un momento de desarrollo de la llamada “medicina de los climas calientes”, con los descubrimientos, entre 1881 y 1900, del papel de los insectos en la transmisión de enfermedades como la malaria y la fiebre amarilla.

El cubano Carlos Finlay fue pionero en este escenario. En 1881, él identificó que un mosquito era el transmisor de la fiebre amarilla. La preocupación de los europeos de enfrentar las enfermedades en sus colonias, llevó a la creación, en 1899, en Inglaterra, de las primeras escuelas dedicadas al estudio y a la enseñanza de la medicina tropical.

Otra influencia decisiva fue la de Francisco Fajardo, uno de los pioneros de la microbiología en el Brasil, que presentó a Chagas los temas específicos de la Medicina Tropical. Profundamente sintonizado con los estudios y problemáticas particulares de esta disciplina, especialmente en lo que dice respecto a la malaria, Fajardo coleccionaba insectos succionadores de sangre y realizaba estudios experimentales sobre el ciclo evolutivo del hematozoario. En el laboratorio de Fajardo, en el Hospital de Santa Casa de Misericordia, Chagas ayudaba en la realización de exámenes hematológicos y la identificación de las diferentes especies del parásito de la malaria, base para el diagnóstico diferencial de las varias formas clínicas de la enfermedad. Con el tiempo, acumuló material para sus propias experiencias.

Con el fin de desarrollar su tesis de doctorado, prerequisite de calificación para ejercer la medicina, se dirigió en 1902 al Instituto Soroterápico Federal, en Manguinhos. Llevó una carta de presentación de Fajardo Oswaldo Cruz, director técnico del Instituto, creado dos años antes para fabricar suero y vacuna contra la peste bubónica. Se daba entonces el primer contacto con quien sería su gran maestro y con la institución en la cual realizaría su vida profesional.

El instituto de Manguinhos – que a partir de 1908, bajo la denominación de Instituto Oswaldo Cruz, se consolidaría como respetado centro de producción de inmunobiológicos y de investigación y enseñanza en el ámbito de la Medicina Experimental – atraía los estudiantes interesados como Chagas, en el estudio de las enfermedades tropicales. Aceptado por Oswaldo Cruz, que se convirtió en su orientador, Chagas pasó a frecuentar el Instituto diariamente. En 1903, defendió su tesis de doctorado, titulada “Estudios hematológicos en el Inpaludismo”, analizando la importancia de los conocimientos sobre el ciclo evolutivo del plasmodio para el diagnóstico y el tratamiento de las diversas formas clínicas de la malaria.

Después de graduado, Chagas fue designado por Oswaldo Cruz para combatir epidemias de malaria que perjudicaban las obras de la modernización del país. La primera campaña fue en 1905, en Itatinga, São Paulo, donde la enfermedad afectaba las obras de la Compañía *Docas de Santos*, que construía una Hidroeléctrica para funcionar en aquel puerto. En 1907, Chagas trabajó en *Xerém* (estado de Río de Janeiro), junto a los operarios de la Inspección General de Obras Públicas, que realizaba la captación de agua para la capital federal.

Durante 1907, reanudó su trabajo contra la malaria, en el norte de Minas Gerais. Trabajadores que realizaban la ampliación de la Ferrovía *Central del Brasil*, en la región del río *das Velhas*, entre Corinto y Pirapora, tenían la enfermedad, lo cual paralizaba las obras. Era época de surgimiento internacional de la medicina tropical, especialidad que, en el contexto de la expansión imperialista, se dedicaba al estudio de las enfermedades parasitarias transmitidas por vectores, tal como la malaria, que preocupaban a médicos y autoridades europeas en las colonias (Arnold, 1996).

En la población de São Gonçalo das Tabocas – llamado Lassance a partir de 1908, localizado a cerca de 280 kilómetros de Belo Horizonte-, Chagas instaló un pequeño laboratorio en un vagón de tren, que también usaba para dormir.

La campaña contra la malaria consistía, principalmente, en dar quinina (medicamento extraído del árbol del quina) para las personas, para prevenir y tratar la enfermedad. Además, los trabajadores eran protegidos contra el mosquito, con telas en las puertas y ventanas y mosquiteros en las camas.

Mientras coordinaba la campaña, Chagas recolectaba especímenes de la fauna brasilera de la región. En 1908, al examinar la sangre de un mono sagüi, identificó un protozoario

(microorganismo unicelular con núcleo) del género *Trypanosoma*, que llamó de *Trypanosoma minasense*. Era un parásito que no causaba enfermedad en el mono. En la época, los tripanosomas llamaban la atención de los investigadores, especialmente después de que se mostró que algunos de ellos causaban enfermedades en personas y animales.

Chagas estaba atento también a los insectos que pudieran servir de vectores, es decir, de “puente” que permite que los parásitos infecten los seres humanos. A través del ingeniero-jefe de la ferrovía, Cornélio Homem Cantarino Mota, se supo de la existencia de un insecto succionador de sangre común en la región, llamado *barbeiro*, porque picaba a las personas en la cara.

En un viaje a Pirapora, el médico Belisário Penna (1868-1939), que acompañaba a Chagas en la campaña contra la malaria, capturó ejemplares de estos insectos. Los cuales eran encontrados en las casas de bareque, en donde se esconden en las ranuras de las paredes de barro durante el día y en la noche atacan a los habitantes.

Chagas ya sabía que los insectos se alimentaban de sangre y que podrían transmitir enfermedades. El examinó *barbeiros* y encontró, en su intestino, un protozooario en forma de tripanosoma. Pensó que podría ser un parásito natural del insecto o tal vez el propio *Trypanosoma minasense*, que detectó en el sagüi.

Chagas no tenía a la mano un equipo adecuado para avanzar en el estudio. Por eso, mando para algunos *barbeiros* para Oswaldo Cruz, en Manguinhos. Después de colocar los insectos en contacto con animales de laboratorio, Cruz percibió que algunos de ellos enfermaron y presentaron tripanosomas en la sangre. Chagas concluyó que el protozooario no era el *Trypanosoma minasense*, sino que era una nueva especie de tripanosoma, que llamó de *cruzi* en homenaje a su maestro.

Al sospechar que el nuevo parásito podría causar una enfermedad humana, Chagas hizo exámenes sistemáticos a los habitantes de Lassance. El día 14 de Abril de 1909, identificó el *Trypanosoma cruzi* en la sangre de Berenice, una niña de dos años que estaba con fiebre. Al día siguiente, escribió un pequeño comunicado informando del descubrimiento, que envió para publicación en el *Brasil Médico*, una de las mas importantes revistas de la época. Divulgó el descubrimiento también en revistas extranjeras, en Francia y Alemania. Oswaldo Cruz comunicó formalmente el descubrimiento en la Academia Nacional de Medicina el 22 de Abril, leyendo un trabajo escrito por Chagas.

En una conferencia, él defendió la noción de que se estaba frente al “*terrible flagelo en una vasta zona del país, afectando a una numerosa parte de la población para la actividad vital, creando generaciones sucesivas de hombres inferiores, de individuos inútiles, fatalmente diagnosticados en condición mórbida crónica, a tal punto de inferioridad que los torna elementos inútiles en la evolución progresiva de la Patria*” (Chagas, 1910, p.446).

Chagas (1910) dividió la enfermedad en dos formas: casos con graves disturbios cerebrales (generalmente niños con menos de un año, que casi nunca sobrevivían) y casos mas frecuentes, sin tales manifestaciones, que en el plazo de treinta días pasaban a estado crónico.

En la mayoría de los casos, la enfermedad se manifiesta muchos años después de contraída la infección – o hasta décadas (10 a 20 años). Ocurren, entonces, problemas cardiacos, con aumento del volumen del corazón y arritmias, pudiendo llevar, en algunos casos, a la insuficiencia cardíaca y a la muerte súbita. La fase crónica de la enfermedad se conoció como

Cardiopatología Crónica de Chagas (CCC). Otra consecuencia de la enfermedad crónica es el comprometimiento del tracto digestivo, con dilatación de esófago y de intestino. Eso perjudica mucho la salud y la calidad de vida de la persona.

El efecto de Chagas fue considerado poco común, por el hecho de que el mismo investigador, en un corto lapso de tiempo, consiguió identificar un nuevo vector, un nuevo parásito y una nueva enfermedad.

Chagas tuvo reconocimiento nacional e internacional por sus descubrimientos. En 1910, el médico Miguel Couto, profesor de la Facultad de Medicina de Rio de Janeiro, propuso que la nueva enfermedad tuviera el nombre de “Molestia de Chagas”

Chagas emprendió una movilización intensa entre los médicos y los políticos para difundir la idea de que el principal problema nacional eran las endemias del interior del país, entre ellas la enfermedad de Chagas, defendiendo la urgencia de combatir las enfermedades. La repercusión de sus estudios reforzó el proceso por el cual la enfermedad de Chagas, catalogada como hecho científico y social, servía de marco para la sociedad brasilera.

Desde los primeros trabajos, Chagas afirmó que se trataba de una endemia que perjudicaba seriamente el progreso nacional, por provocar decadencia física y mental en extensas áreas del interior del Brasil.

La nueva “molestia tropical”, identificada en el *sertão mineiro*, fue caracterizada como “enfermedad del Brasil”, expresando la identidad nacional en varios sentidos además del geográfico. Se tornó símbolo de un “país enfermo” cuya “civilización” se inviabilizaba por cuenta de las endemias que perjudicaban la productividad de sus trabajadores rurales, y, simultáneamente, emblema de la ciencia que descubría ese Brasil desconocido que apuntaba los medios para su incorporación en la marcha del progreso nacional. Ese caso evidencia en que medida los esquemas teóricos de la medicina tropical europea fueron utilizados por los científicos brasileiros para producir conocimientos que, constituyendo contribuciones originales en ese campo, asumían sentidos específicos en el contexto nacional del periodo (KROPF, 2009).

En los principales documentos de divulgación de la campaña para la sanidad rural del país, esa dimensión política de la enfermedad fue intensificada y orientó el llamado movimiento sanitario que entre 1916 y 1920, pregonó que el atraso del país no se debía al clima o a la composición racial, como defendían algunos, sino a las condiciones pésimas de salud de las poblaciones rurales y al escaso poder público frente a esta situación.

Cabe mencionar que el método usado por Chagas para demostrar la presencia del parásito en los casos crónicos había sido refutado en 1913. Después de la fase aguda, el *T. Cruzi* no se encontró más en la sangre, y su identificación en los tejidos, mediante necropsia, es muy difícil. En la ausencia de demostración del agente causal (requisito fundamental de la microbiología), surgieron dudas en cuanto a los criterios clínicos de diagnóstico, como la asociación con el bocio.

Kraus y sus colaboradores argumentaron, entonces, que las manifestaciones tireoidianas y neurológicas atribuidas a la tripanosomiasis americana en su fase crónica corresponderían, en realidad, al bocio y al cretinismo endémicos ya descritos en Europa; es decir, se trataba de endemias distintas y sobrepuestas. Según ellos, la tripanosomiasis sería enfermedad esencialmente aguda, restringida a las localidades en que venía siendo estudiada en el Brasil.

Para explicar la ausencia de casos en Argentina, se referían a una posible atenuación del virus del *T. Cruzi* debido al clima (Kraus, Rosenbuch, 1916). En Septiembre de 1916 Chagas rebatió tales discusiones en el primer Congreso Médico nacional, en Buenos Aires, anexo al cual se realizó una conferencia internacional de bacteriología e higiene. Declaró entonces que, aún revisando algunas ideas, ninguna de las refutaciones amenazaba su concepto general de la enfermedad que, afirmó, no se limitaba a casos agudos ni al Brasil (Chagas, 1916).

Así, reiterando sus convicciones, dio inicio a un importante proceso de “reencuadramiento” en el diseño clínico de la tripanosomiasis, minimizando la preponderancia de las señales tireoidianas y reforzando la importancia de los elementos cardiacos.

En sus primeras observaciones, Chagas no tenía el diagnóstico serológico y trabajó con su capacidad deductiva, partiendo del contexto epidemiológico de los individuos (casa infectada, por ejemplo), en paralelo con la exclusión de cuadros conocidos de otras cardiopatías existentes (especialmente sifilítica, reumática y beribérica). Chagas no empleó en escala el xenodiagnóstico y la sorología hasta finales de 1920. Así, con los trabajos en colaboración con Villela, esta relación se convirtió en patente, para, finalmente, mostrarse definitiva después de los trabajos de Bambuí, en el año de 1940, cuando el electrocardiograma fue accesible al área endémica, seguidos de los resultados de São Paulo, Argentina y Venezuela (Coura, 1997)

Discusiones puntuales y disputas científicas y políticas parecen haber impedido la premiación de Chagas en el premio Nobel en los años de 1913 y 1921 para los cuales fue indicado. Después de la muerte de Oswaldo Cruz, en 1917, Chagas se dedicó al Instituto Oswaldo Cruz, del cual fue director. Ocupó hasta su muerte, la cátedra de Clínica de enfermedades Tropicales e infecto contagiosas de la Facultad de Medicina de Río e Janeiro y realizó un extenso trabajo frente al Departamento Nacional de Salud Pública.

Murió en 1934 de muerte súbita, causada por un infarto en el miocardio, a los 55 años de edad.

2. Algunas contribuciones para la formación de profesores de ciencias.

La síntesis de la vida de Carlos Chagas fue realizada buscando resaltar aquellos hechos específicamente relacionados a los estudios de la tripanosomiasis americana, que se conoció como “enfermedad de Chagas”.

El estudio realizado nos permite proponerlo como recurso para la formación de profesores de Ciencias Biológicas (en especial), porque de allí surgen diversas e importantes preguntas en lo que se refiere al “hacer ciencia”, que pueden contribuir para la formación de una visión mas adecuada de la construcción del saber científico.

Bastos, (2002), propuso varios criterios para ser analizados en la selección de textos de historia de ciencias, para uso pedagógico. Entre ellos, resaltamos que la trayectoria de Chagas puede contribuir para las discusiones de que:

a) Intereses económicos, políticos y militares influyen el proceso de producción de conocimientos en la ciencia.

Quedan evidentes, cuando conocemos la historia de Carlos Chagas, los intereses políticos y económicos que financiaron sus investigaciones. Finalmente, él fue designado para combatir la malaria en Minas Gerais, porque muchos trabajadores estaban enfermos, paralizando las obras de

ampliación de la Ferrovía Central do Brasil. El país necesitaba desarrollarse y las enfermedades, conocidas como tropicales, afectaban ese desarrollo.

David Arnold (1996) enfatiza que la atención de los europeos en relación a las características particulares de las enfermedades de los “climas calientes” remonta a los primeros años de la conquista y exploración del Nuevo Mundo, habiéndose intensificado con la expansión de los intereses mercantiles y militares a partir del siglo XVIII.

Esa era, por lo tanto, la época de relevancia internacional de la medicina tropical, una especialidad que, en el contexto de la expansión imperialista, se dedicaba al estudio de las enfermedades parasitarias transmitidas por vectores, que preocupaban médicos y autoridades europeas en las colonias, ya que truncaban sus intereses.

b) La comunicación y la circulación de ideas en el interior de una comunidad científica tiene un importante papel en el proceso de producción de conocimiento.

A lo largo de toda su trayectoria profesional, desde su formación, Carlos Chagas, hace referencia a los estudios que anteriormente ya le inspiraban y a los cuales dio continuidad. Es el caso de los estudios de Pasteur y Robert Koch sobre los microorganismos y su papel en las enfermedades. Otros también son citados como Carlos Finlay, pionero en el estudio de vectores de enfermedades de climas tropicales.

La cantidad de textos y discursos en conferencias y seminarios, realizados por el científico es notable, mostrando la gran preocupación que se tenía con la publicación de los resultados alcanzados en la ciencia, factor esencial para la evolución de los conocimientos.

c) Cambios en el conocimiento científico generalmente no ocurren de manera inmediata y fácil, sino, al contrario, involucran investigaciones, debates y disputas.

Los debates ocurridos en torno a la descripción que Chagas hizo del vector, microorganismo y sintomatología de la tripanosomiasis americana expresa ese carácter no inmediato de construcción del saber y, como nuevas investigaciones y disputas pueden alterar las teorías e hipótesis vigentes.

d) Hipótesis y teorías del pasado, aunque puedan parecer incoherentes en el presente, eran plausibles frente a los conocimientos, técnicas y visiones de mundo que se tenían en sus respectivas épocas;

Podemos citar aquí, que aunque muchos de los síntomas descritos por Chagas con relación principalmente a la fase crónica de la enfermedad, puedan haber sido revisadas por científicos mas actuales, en su época, él demostró gran capacidad deductiva e inductiva, ya que aún no había disponibles para su investigación, exámenes como el electrocardiograma, entre otros, siendo que sus descripciones, en la mayoría aceptadas, fueron realizadas por medio de la investigación clínica.

Además de esos criterios, que fueron citados por Bastos (2002), otras contribuciones pueden ser destacadas en la historia de Chagas:

e) Los conocimientos científicos pueden ser utilizados para vencer la legitimación de concepciones políticas e ideológicas de una determinada época.

Queda evidente que los descubrimientos de Chagas revelaron que el atraso del país no se debía al clima o a la composición racial, como defendían algunos, sino a las condiciones pésimas de salud de las poblaciones rurales y al escaso poder público frente a esa situación. Así, Chagas construyó una crítica a la concepción tradicional de que las enfermedades son eventos esencialmente biológicos, exentos de determinaciones culturales, sociales o políticas.

El desarrollo de la geografía médica, en la primera mitad del siglo XIX, fortaleció la idea de que las enfermedades eran provocadas por factores ambientales (como el clima y la topografía) particular a cada localidad del planeta, reforzando la noción de una patología particular de los trópicos. Estos, hasta entonces vistos como paraíso, pasaron a ser temidos por sus efectos maléficos, evidentes tanto en la naturaleza, como en la extrema virosis de las molestias que aparecían, causando la muerte o la decadencia de los blancos europeos. Los trópicos pasaron a ser vistos como regiones enteramente insalubres y condenadas al atraso (Arnold, 1996)

Al ser acusado por Afranio Peixoto y otros adversarios suyos, de traición a la patria, por estar presentando en el exterior la Tripanosomiasis americana como grave endemia y por estar exagerando su importancia social, respondió con estas palabras, frente a la Academia Nacional de Medicina.

“No me puedo capacitar, Sr. Presidente, de que constituya nacionalismo sincero y verdadero ese empeño en desviar las providencias del Estado de uno de los asuntos que mas se imponen en nuestra razón de Brasileños y de nuestras responsabilidades de pueblo culto. Todos los países del mundo tienen sus problemas sanitarios de mayor gravedad y cuidan de ellos sin esa preocupación de ocultarlos a los propios ojos o a los ojos de otras naciones”

“No difamo de mi tierra ni deprimos los predicados nativos de mi raza, raza fuerte y valiente, de raro estoicismo que se ha salvado en la resistencia homérica a la enfermedad en algunas regiones del País. No procedo de ese modo Sr. Presidente, pero no deseo recomendarme al aprecio de mis coterráneos por un falso nacionalismo, que contraria los intereses de la nación y constituye obstáculo a sus impulsos civilizadores”

- e) La lectura de las obras de Carlos Chagas permite, aun, la comprensión de conceptos importantes dentro de la Ciencia y la Biología.

Conceptos como los de vector, enfermedades infecto-contagiosas y la propia enfermedad de Chagas son conocimientos que pueden ser presentados y mejor comprendidos cuando contextualizados al tiempo histórico de su descubrimiento.

Ese asunto se torna importante, cuando consideramos que, después de mas de un siglo de su descripción, aun se hace necesaria la comprensión de los elementos conceptuales relativos a la transmisión y proliferación de la enfermedad de Chagas, ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) incluye esta enfermedad entre aquellas que no reciben atención suficiente por parte de los poderes públicos, al estar íntimamente asociados a la pobreza y a las precarias condiciones de vida (Kropf, 2009). Según la OMS, esas enfermedades persisten, sobretudo, en las comunidades mas pobres y marginalizadas, especialmente en los países tropicales, donde el conocimiento y educación son el principal medio para combatir la enfermedad. El estudio de la trayectoria de Carlos Chagas en la descripción de la enfermedad puede permitir una mejor comprensión de esos elementos.

Otros asuntos y análisis pueden surgir de una lectura mas profunda de los documentos producidos por Chagas y sus sucesores, mas con lo expuesto hasta aquí se puede concluir que la historia de Carlos Chagas es un potencial recurso para la formación de profesores, en lo que se

refiere a la Historia y Filosofía de la ciencia, ya que, movilizándolo diversos actores sociales, espacios institucionales y esferas de la vida social, en distintas circunstancias de su período histórico, se trata de un recorrido que nos permite reflexionar sobre las intrincadas relaciones entre ciencia y sociedad.

Referencias bibliográficas

Academia Nacional de Medicina. "Presidentes", <<http://www.anm.org.br>>, acceso em 21 de Junho de 2011.

ARNOLD, D. "Introduction: Tropical Medicine before Manson", in: Arnold, David (ed.). **Warm climates and western medicine: the emergence of Tropical Medicine**, 1500-1900. Amsterdam/Atlanta, Rodopi, 1996, pp. 1-19, p. 6, 13.

BASTOS, F. História da Ciência e pesquisa em ensino de Ciências. In: NARDI, Roberto (org). Questões atuais no ensino de Ciência. **Educação para a Ciência**, v. 2. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 1999.

BRITO, A. J.; NEVES, L. S.; MARTINS, A. F. P. A História da Ciência e da Matemática na formação de professores. In: NUÑEZ, I.B. E RAMALHO, B.L. (Orgs.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004, p. 284-296.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

CHAGAS, C. Aspectos clínicos y anatomopatológicos de la tripanosomiasis americana. **La Prensa Médica Argentina**, Buenos Aires, v.3, n.13-15, p.125-127, 137-138, 153-158. 1916.

_____. Nova entidade mórbida do homem. **Brazil-Medico**, Rio de Janeiro, v.24, n.43-45, p.423-428, 433-437, 443-447. 1910.

_____. Tripanosomiase Americana. Forma aguda da moléstia: Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 8: 37-60, 1916.

_____. A trypanosomiase Americana. Conferência na Academia Nacional de Medicina em 6 de dezembro de 1923. **A Folha Médica**, 5: 5-8, 1924.

_____. "Trabalho do Instituto de Manguinhos sobre uma nova tripanossomíase humana, pelo dr. Carlos Chagas, assistente do Instituto", **Anais da Academia de Medicina do Rio de Janeiro**, v.75, jan./dez. 1909, pp.188-190.

COURA, J. R. "Síntese histórica e evolução dos conhecimentos sobre doença de Chagas", in: Dias, João Carlos Pinto; Coura, José Rodrigues (orgs.). **Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral**. Rio de Janeiro, Fiocruz, pp. 1997, 469-486.

DUARTE, M. C. A História da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 317-33.

KRAUS, R; MAGGIO, C; ROSENBUSCH, F. Bocio, cretinismo y enfermedad de Chagas: 1a Comunicación. **La Prensa Medica Argentina**, Buenos Aires, v.2, n.1, p.2-5. 1915.

KRAUS, R; ROSENBUSCH, F. Bocio, cretinismo y enfermedad de Chagas: 2a Comunicación. **La Prensa Medica Argentina**, Buenos Aires, v.3, n.17, p.177-180. 1916.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: A tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Fis**, v. 12, n.3, Florianópolis, p. 164-214, Dez. Santa Catarina, 1995.

KROPF, S P; MASSARANI, L. **Carlos Chagas, a ciência para combater doenças tropicais**; Rio de Janeiro: Museu da Vida / Casa de Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, 2009.

PIAGET, J.; GARCIA, R. **Psicogênese e História das Ciências**, Lisboa: Dom Quixote, 1987.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação. Ciências da Natureza e suas tecnologias: Biologia**. São Paulo: SEE, s/d [2011]. Caderno do Aluno, Ensino Médio.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação. Ciências da Natureza e suas tecnologias: Ciências**. São Paulo: SEE, s/d [2011]. Caderno do Aluno, Ensino Fundamental.

Bibliografia consultada

“Academia Nacional de Medicina”..., FFC(DCC), LRJCC, v. 2, p. 69

BACELLAR, R. C. Carlos Chagas. *O Hospital*, 52 (3): 315-327, 1957.

BIO-BIBLIOGRAFIA DE CARLOS CHAGAS, organizada pela Biblioteca do Instituto Oswaldo Cruz. Serviço Gráfico do I.B.G.E. Rio, julho, 1959.

CHAGAS, C. Tripanosomiase Americana. Forma aguda da moléstia: Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 8: 37-60, 1916.

CHAGAS, C. A trypanosomiase Americana. Conferência na Academia Nacional de Medicina em 6 de dezembro de 1923. *A Folha Médica*, 5: 5-8, 1924.

CHAGAS FILHO, C. Carlos Chagas. Oficina gráfica da Universidade do Brasil. Rio, setembro, 1958.

EDITORIAL. *A Folha Médica*, 4: 162, 1923.

EDITORIAL. *A Folha Médica*, 4: 186-187, 1923.

NOTICIÁRIOS DA ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA. *A Folha Médica*, 4: 6, 1923; 4: 232, 1923 e 4: 240-243, 1923.

<<http://usuarios.cultura.com.br/jmrezende/>> acesso em 10 de maio de 2011.

DEFICIÊNCIA VISUAL E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS COM UM APORTE NA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Viveros, Edval Rodrigues de¹
edvalrv@fc.unesp.br
Camargo, Eder Pires de²
camargoep@dfq.feis.unesp.br

RESUMEN

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta educacional com orientações didático-pedagógicas no Ensino de Ciências para indivíduos com deficiência visual. Para isto utilizamos como principal referencial a Teoria dos Campos Conceituais, de Gérard Vergnaud, conjuntamente com um enfoque translacional, aplicando resultados empíricos da Neurociência Cognitiva. Dentro disto, relevamos o papel de atividades didáticas direcionadas ao que chamamos de 'alfabetização científica multisensorial', com foco na tríade lingüística: leitura, interpretação e representação textual. Esperamos que as diretivas aqui apresentadas constituam-se futuramente em orientações para compor um '*protocolo semiótico*' para o Ensino de Ciências, destacando as especificidades e singularidades epistemológicas, didáticas e pedagógicas desta área, e relevando tais propriedades na forma de construtos cognitivos próprios para a educação científica e tecnológica.

Palavras-chave: Ensino de ciências, inclusão escolar, semiótica, teoria dos campos conceituais

ABSTRACT

The aim of this paper is to present an educational proposal with didactic and pedagogical orientations, to the Science Education for people with visual impairments. Then, we use as main reference, Gérard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields, joining with a translational focus, applying empirical results of Cognitive Neuroscience. Within this, we highlight the role of educational activities related with 'multisensory scientific literacy', focusing on the linguistic triad: read, interpretation and textual representation. We hope this perspective, become in the future an important component on guidelines for composing a 'semiotic protocol' for Science Education. Realizing too, epistemological peculiarities, pedagogic and didactic specificities in this area, and, revealing such properties on the cognitive constructs, for science and technology education.

Keywords: Science education, Including school, Semiotics, Conceptual fields theory.

¹ Doutorando do Programa de Pós graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Campus de Bauru. SP. Brasil

² Pós-doutor pela Universidade Estadual Paulista. Professor da Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Ilha Solteira. SP. Brasil

Introdução.

O Ensino de Ciências ocupa atualmente lugar de destaque nas políticas e estratégias para se promover a educação científica e tecnológica no país. A última avaliação internacional PISA, da qual o Brasil participou, revelou dificuldades comuns e interligadas nas disciplinas avaliadas, que foram Língua Portuguesa, Matemática e Ciências: a competência leitora, a habilidade interpretativa e a produção de texto (Waiselfisz, 2009). Estas mesmas dificuldades de aprendizagem foram também constatadas na prova institucional realizada pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, através do SARESP, resultados comparáveis às avaliações do SAEB e ENEM (Torino e Mendes, 2009; Souza, 2007).

Isto nos coloca diante da necessidade estratégica de identificar que mecanismos seriam necessários para que tais habilidades e competências sejam desenvolvidos nestas disciplinas. Contudo, o Ensino de Ciências possui características singulares em relação a outras disciplinas acadêmicas e que por isto, é necessário parametrizar as variáveis, os indicadores e os descritores específicos para a área, na forma de **construtos cognitivos**, concomitantemente levando-se em consideração atividades didáticas que contemplem competências e habilidades relacionadas com a leitura, a interpretação e a produção de textos. Isto poderia orientar de maneira mais pontual a prática pedagógica em sala de aula dos professores de Ciências (Física, Química, Biologia e também da Matemática), indo além e aprofundando as competências e habilidades normalmente descritas nas respectivas matrizes destas disciplinas abordadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais³.

Ao mesmo tempo, vivemos um momento singular na educação: o processo de inclusão da pessoa com necessidades educacionais especiais. Isto exige um re-planejamento do espaço escolar e considerando a presença de diversos recursos tecnológicos. Neste sentido, a educação científica se faz presente, na medida em que deve fornecer condições para que o aluno com necessidades educacionais especiais possa praticá-la na mesma condição de igualdade que os demais alunos.

Com isto, torna-se necessário desenvolvermos um ambiente de aprendizagem para o ensino de Ciências, com orientações didáticas específicas para pessoas com “necessidades educacionais especiais”.⁴ Neste trabalho focalizaremos apenas a deficiência visual. Portanto, ao compormos o conjunto com estas orientações didáticas para o Ensino de Ciências, considerando a presença da pessoa com deficiência visual, acreditamos ser possível generalizar tal aplicação para o alunado em geral, fazendo emergir alguns construtos cognitivos específicos desta área, que poderiam compor matrizes curriculares respectivas para as disciplinas de Matemática, Física, Química e Biologia. Com esta contribuição, acreditamos que futuramente tal proposta se consolide na forma de um ‘*Protocolo Semiótico para o Ensino de Ciências*’.

³ Os descritores utilizados em todas as avaliações institucionais (como ENEM, ENEB e SARESP) partem de um conjunto idêntico de ações padronizadas que descrevem as competências e habilidades nas matrizes contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, que foram apenas e tão somente adaptados na sua redação para cada uma das diferentes disciplinas acadêmicas, não respeitando, portanto, as singularidades de cada uma destas.

⁴ O termo ‘necessidades educacionais especiais’ refere-se aos indivíduos com deficiência física, visual, auditiva, intelectual ou múltipla, síndrome do espectro autista e também aqueles com distúrbios de aprendizagem e altas habilidades/superdotação.

1. Referenciais teóricos, problema de pesquisa e objetivos

Este trabalho é parte integrante de um projeto de pesquisa em andamento, com características interdisciplinares (Ensino de Ciências/Física e Informática na Educação/Inteligência Artificial Distribuída). Sua configuração refere-se a um ambiente de aprendizagem que está sendo estruturado com o objetivo de se tornar um “Sistema Tutorial Inteligente” (STI), cujo objetivo principal é proporcionar condições para que um aprendiz possua total autonomia em relação a determinado processo de ensino-aprendizagem, especialmente para o Ensino de Física. A arquitetura deste STI englobará noções envolvendo os conceitos de *affective computing*, *pervasive computing*, *ubiquitous computing*, *ambient intelligence*, *disappearing computing*, *pro-active computing*, *sentient computing*, and *wearable computing* (Punie, 2003).

Um sistema desta natureza é composto pelo *módulo de interface*, *módulo especialista*, *módulo estudante* e *módulo tutor*. Os módulos de interface e tutor, mais próximos da área de Inteligência Artificial, não serão aqui considerados. Abordaremos neste trabalho os aspectos de natureza epistemológica, metodológica e didática com relação apenas aos módulos *especialista e estudante*, respectivamente. O primeiro se refere ao modelo cognitivo utilizado que, em nosso caso, será a Teoria dos Campos Conceituais. Para o *módulo estudante*, o foco recai nas características neurocognitivas do indivíduo deficiente visual (não descartando, porém características neurocognitivas do indivíduo considerado vidente). Em relação ao *protocolo semiótico*, salientamos que se trata de uma proposta, embora que sua constituição, elaboração, configuração e fundamentação esteja baseada em diretivas, orientações e protocolos similares e ou correspondentes.

Desta maneira, as orientações gerais para o projeto como um todo, seguem as diretivas indicadas nos relatórios “*The science of thinking, and science for thinking: a description of cognitive acceleration through science education*”, da UNESCO (1999), que suporta orientações relativas ao ensino de ciências e sua correlação com aspectos neurocognitivos, bem como o documento “*A social and technological view of Ambient Intelligence in Everyday Life: what bends the trend?*”, (Punie, 2003), através do qual a Comissão Europeia, por intermédio do setor “*European Media, Technology and Everyday Life Research Network*” delineia diretivas para cientistas, técnicos e governos se pautarem para o desenvolvimento de projetos relacionados com aspectos sociológicos, econômicos e éticos quando da implementação de políticas de aplicação de sistemas tecnológicos de natureza computacional. Para as considerações de natureza cognitiva relacionadas com os processos de verbalização vinculadas ao *módulo estudante*, utilizaremos como metodologia de análise cognitiva do conteúdo verbal o “*Protocol Analysis*”, baseado na metodologia ‘*think e talk aloud method*’, segundo Ericsson e Simon (1993).

A abordagem relacionada com aspectos da arquitetura cognitiva que relaciona aspectos computacionais com humanos segue referenciais teóricos, metodologias e protocolos nas áreas da computação afetiva (Picard, 1997), didática profissional (Pastré, Mayen e Vergnaud, 2006), neuroergonomia, ergonomia cognitiva e design cognitivo (Parasuraman, 2011; Bouyer, 2008; Stephan, 2005; Preece, Rogers e Sharp, 2007; hoc, 1999, 1996). Dentro disto, para tratar especificamente de uma das tecnologias assistivas que compõem o projeto, adotamos o “*ECOLIG – O protocolo semiótico para comunicação homem-máquina que utiliza interfaces cérebro-computador*” (Miguel, 2010), que engloba a tecnologia denominada ‘interface cérebro-computador’ (nicolelis e chapin, 2002), que será utilizada com o objetivo de monitoramento afetivo/emocional e controle de dispositivos robóticos em aulas de Física. As considerações técnicas sobre tais tecnologias não são objetos de estudo neste artigo. Para as finalidades únicas e exclusivas deste artigo, formulamos uma questão de pesquisa, que não é o mesmo problema

que será tratado na tese supramencionada; - *Que especificidades epistemológicas são necessárias para se estabelecer um protocolo semiótico, didático e metodológico para o Ensino de Ciências, considerando um contexto inclusivo com indivíduos com deficiência visual?*

O referencial teórico desta investigação é a Teoria dos Campos Conceituais, de autoria de Gerard Vergnaud, cuja origem é fundamentada na Semiótica de Charles Peirce. Utilizaremos ainda conceitos da Neurociência Cognitiva, que serão interpretados e transpostos com o objetivo de aplicá-los na área educacional e mais especificamente na área de Ensino de Ciências. Assim, os objetivos são:

1. Relevar o papel pedagógico da escolha das situações didáticas, num enfoque semiótico-linguístico, considerando a estruturação dos conceitos e teoremas-em-ação envolvidos no Ensino de Ciências, numa abordagem de ensino multissensorial, tendo em vista a interpretação, elaboração e representação do conhecimento;
2. Subsidiar a compreensão sobre a fenomenologia neurocognitiva envolvida na deficiência visual através de uma interpretação translacional;
3. A partir do papel fundamental da linguagem no processo de ensino-aprendizagem, indicar e relevar orientações e diretrizes específicas em relação a utilização e produção textual para o processo de aquisição e desenvolvimento de uma alfabetização científica (ensino de Ciências);
4. Configurar uma proposta de '*Protocolo Semiótico*' a partir da Neurociência Cognitiva e de diretrizes didáticas para o Ensino de Ciências, levando-se em consideração o uso de tecnologias assistivas para o deficiente visual.

Para uma compreensão global da proposta do *Protocolo Semiótico para o Ensino de Ciências* aqui apresentado, elaboramos o mapa conceitual da Figura 1.

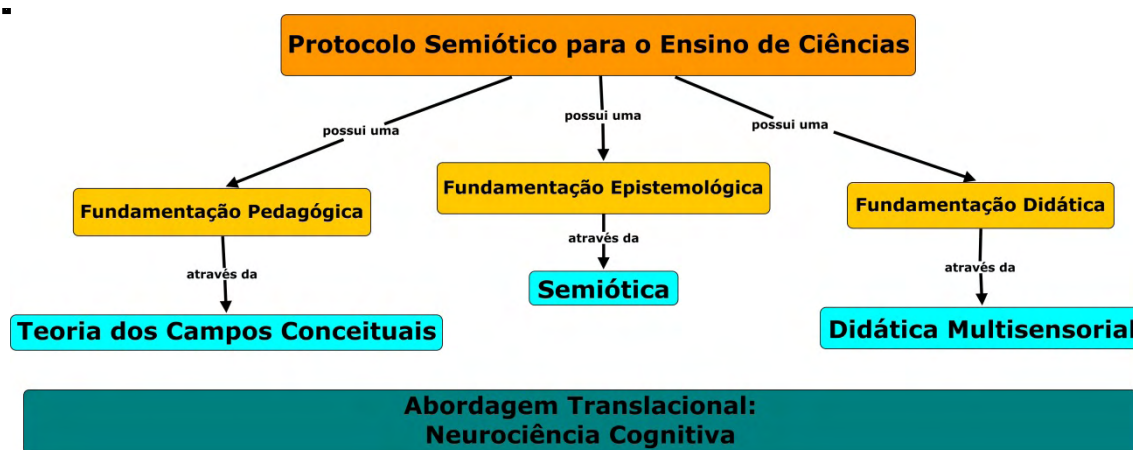


Figura 1. Mapa conceitual da proposta de 'Protocolo Semiótico para o Ensino de Ciências'

2. A abordagem Semiótica para o Ensino de Ciências

A escolha pela Semiótica neste trabalho se justifica porque através da mesma é possível abordarmos de maneira dinâmica os aspectos pertencentes a cultura, civilização, ciência e tecnologia, notadamente os de natureza didático-pedagógica (as diversas formas da linguagem, a estrutura do pensamento humano e suas representações e manifestações, etc.) como é o caso das

situações de ensino-aprendizagem, quer estas ocorram dentro ou fora de ambientes ou espaços formais de ensino (Duval, 2009; Santaella, 2005).

Para Charles Peirce (2000), todo e qualquer fenômeno, objeto ou situação do mundo real pode ser percebido, decodificado ou interpretado por aquilo que se chama '**triade semiótica**' que se manifesta da seguinte maneira: **primeiridade**, **secundidade** e **terceiridade**. A cada um destes estados estão associados três estágios fenomenológicos, que são:

Nível da primeiridade - Objeto – signo (Referente): este é o nível mais básico e elementar da percepção, onde o objeto existe apenas enquanto signo, já que não foi ainda interpretado.

Nível da secundidade - Interpretação (Significado): no segundo nível semiótico, o objeto agora passa ser interpretado, sofrendo assim uma ação sobre o objeto que pode trazer diferentes interpretações de acordo com cada indivíduo.

Nível da terceiridade - Representação (Significante): após o processo anterior de produção de significado (interpretação), ocorre um processo de síntese, produzindo em certa medida uma forma momentaneamente estratificada de interpretação e conseqüente registro em relação a esta interpretação. As representações podem ser realizadas por diversos meios (verbal, pictórica, escrita, etc.).

A dinâmica triádica não se encerra neste terceiro nível, já que determinada representação poderá se constituir como um elemento de primeiridade para uma nova triade semiótica, e assim por diante. Da mesma maneira, as representações que são obtidas através da fase da terceiridade não são rigorosamente estáticas, muito pelo contrário, estão em constante estado de modificação, já que supostamente determinado indivíduo que produziu tal síntese está em constante processo de reelaboração cognitiva (Bouyer, 2008).


Assim sendo, a fenomenologia a qual se inserem os universos do pensamento, da percepção ou das coisas consideradas materiais, que incluem os fenômenos e objetos das ciências naturais (Física, Química, Biologia) pertencem ao domínio semiótico. Na Matemática, diferentemente, podemos ter determinados objetos que não pertencem exatamente àquilo que usualmente é definido como sendo 'real' (no sentido material, físico, palpável) e que, por esta razão, teria existência apenas no plano puramente abstrato. Contudo, mesmo em tais casos, é possível estabelecer para tal 'objeto' um signo e, assim, tal signo estar relacionado a um significado e correspondente significante (Duval, 2011 e 2008).

Conseqüentemente, a partir de agora, as considerações que se seguem terão como base a hipótese inicial de que qualquer situação de aprendizagem de Ciências deveria se desenvolver dentro de um contexto semiótico, tendo-se como pressupostos a triade semiótica anteriormente mencionada, mas reinterpretada a partir de um referencial teórico específico para a didática das Ciências, que é a Teoria dos Campos Conceituais, explicada na sequência.

a. A Teoria dos Campos Conceituais e a Semiótica no Ensino de Ciências

Passemos agora a fundamentação do modelo cognitivo que constitui o que chamamos de '**módulo especialista**' deste projeto, que é a Teoria dos Campos Conceituais, de autoria do psicólogo e matemático Gérard Vergnaud. Tal autor traz a semiótica para o campo cognitivo, e avançando na interpretação piagetiana do fenômeno construtivista, constrói uma didática semiótica fundamentada na triade **Situação didática, Invariantes Operatórios e Representações**, explicitadas na Tabela 1 (Vergnaud, 2009; Vergnaud, 1990):

Tabela 1. Componentes semióticos da Teoria dos Campos Conceituais

Semiótica		
Primeiridade (Referente)	Secundidade (Significado)	Terceiridade (Significante)
 Teoria dos Campos Conceituais		
Situação didática	Invariantes operatórios	Representações
É o fenômeno em si (físico, químico, biológico ou, ainda, de natureza matemática) ou uma determinada situação didática.	São os conceitos e teoremas-em-ação que fazem parte de determinado 'campo conceitual' relacionados aos fenômenos ou situações didáticas.	São as representações utilizadas para expressar os significados (linguagem natural, gráficos, diagramas) em relação aos conceitos e teoremas-em-ação.

No contexto escolar, para Vergnaud, o aluno deveria ser exposto a diferentes situações didáticas vinculadas a um conjunto de conceitos similares ou relacionados (a qual dá o nome de '*campo conceitual*'). Desta maneira, para tentar solucionar os problemas que surgem em cada situação didática distinta, o indivíduo elabora 'esquemas', que podem ser na forma de gestos, mapas ou modelos mentais, scripts, rotinas cognitivas ou algoritmos. Neste sentido, o que Vergnaud difere de Piaget é aquele vai falar em relação 'situação-esquema', ao invés de relação 'sujeito-objeto'. Ao fazer isto, Vergnaud amplia o âmbito de ação que antes era limitado pelo sujeito em função única de determinado objeto, e agora engloba uma noção muito mais complexa, que é a idéia de 'campo conceitual', ou seja, de vários conceitos que surgem em várias situações didáticas e que pertencem a um mesmo campo (Viveiros, 2007; Moreira, 2002).

Um exemplo na Física seria a noção de campo conceitual de 'força'. Este campo conceitual pode se relacionar a diversas situações didáticas distintas como: força peso (e seus conceitos relacionados, como impulso, momento e torque), força elétrica e força magnética, respectivamente. Nas três situações físicas, ainda que seja distinto, o conceito de força está presente de maneira idêntica. Desta maneira, ao se tentar ensinar tal conceito, o professor deveria proporcionar ao aluno a experiência em situações didáticas distintas para que, assim, o conceito de força fosse apreendido observando-se os diversos mecanismos que atuam nas diversas situações didáticas, elaborando para isto esquemas cognitivos para tentar interpretar, resolver e representar tais situações.

O 'Significado' ou 'Interpretante' corresponde também aos distintos conjuntos de princípios, leis, axiomas e corolários que subjazem os conceitos e consequentes teoremas-em-ação, na forma de princípios ou regras que podem ser encontrados em diversos tipos de relações (matemática, física, química ou biológica).

Como exemplo na Matemática, algumas leis podem ser consideradas como 'Interpretante' (Significado): Comutatividade, Anticomutatividade, Associatividade, Razão direta (grandezas diretamente proporcionais), Razão inversa (grandezas inversamente proporcionais), Covariância, Invariância, Lei de conservação. Para Vergnaud (1994) estas propriedades também podem ser aplicáveis na Física, na Biologia ou na Química, e os fenômenos serem interpretados de acordo com algum tipo de atributo que possa ser modalizado, ou seja, onde podemos ter um critério comparativo. Exemplo: forte/fraco, maior/menor, mais intenso/menos intenso/, proporcional/desproporcional, etc.

Na Teoria dos Campos Conceituais, o sentido de 'representação' possui um caráter singular e dinâmico, já que Vergnaud vai falar em *conceitos e teoremas-em-ação*, o que significa dizer que as construções cognitivas que o indivíduo constrói se dão num processo em ação e, desta maneira, as consequentes representações que resultam disto são construtos que

acabam sendo incorporadas a estrutura cognitiva da pessoa, indo além de simples representações imagéticas ou até de modelos mentais.

As representações relacionadas com as diversas modalidades de linguagem desempenham papel crucial no processo de ensino-aprendizagem, principalmente no caso do deficiente visual. Neste caso, a verbalização ou linguagem falada, é talvez o principal veículo de ação comunicativa para este indivíduo, bem como a representação proporcionada pela linguagem representacional gráfica, escrita (como a leitura e escrita em braile) ou pictórica (como as representações táteis). As orientações sobre o uso destas modalidades para o deficiente visual serão desenvolvidas posteriormente no tópico 5.

b. Semiótica das categorias perceptivas

Como estamos tratando aqui do sujeito com deficiência visual, abordaremos agora algumas considerações sobre o processo semiótico relacionado com o processo perceptivo para estas pessoas em relação aos fenômenos naturais. A priori, as leis ‘naturais’ são interpretações da realidade, pertencendo ao domínio da semiótica. Entretanto, quando falamos em fenômenos naturais, temos que falar também na percepção destes fenômenos, já que é o tipo de percepção que configura a interpretação que se faz da realidade, pois sempre existe uma correspondência entre a percepção do fenômeno, seu significado e sua interpretação (Santaella, 2005).

Assim, focalizando na percepção visual e em fenômenos ópticos dentro do Ensino de Física, Camargo (2011) categoriza os diversos tipos de fenômenos de acordo com os significados que possuem: *Significados indissociáveis de representações visuais*, *Significados vinculados às representações visuais*, e *Percepção independente do fenômeno*. Utilizando estas categorias numa análise semiótica, estabelecemos uma correlação com o tipo de percepção (unimodal, amodal ou intermodal), expressa na Tabela 2.

Tabela 2. Modalidades perceptivas e correspondência semiótica

Semiótica	Modalidade perceptiva	Significado e interpretação	Representação
<i>Primeiridade</i>	Unimodal Percepção efetuada apenas por um único sentido e interpretado exclusivamente pelo mesmo sentido	Significados indissociáveis de representações visuais São aqueles fenômenos cuja interpretação somente é possível através do próprio fenômeno em si, e não de outro.	Representações singulares Efetuadas apenas por meio de um único sentido. A representação de uma cor é possível apenas pela própria cor.
<i>Secundidade</i>	Amodal Percebido por um único sentido mas interpretado por outro, ou outros, Exemplo: efeito Doppler.	Significados vinculados às representações visuais São aqueles cuja interpretação pode ser efetuada através de um outro sentido diferente do sentido original a qual foi produzido.	Representação relativa Representados por vários sentidos, inclusive por atributos não-visuais, por exemplo, representações mentais.
<i>Terceiridade</i>	Intermodal A percepção de um sentido é inter-relacionada a outro sentido. Exemplo: o conceito de spin, orbital, salto quântico.	Percepção independente do fenômeno Neste caso, a percepção que se faz do fenômeno pode se realizada por qualquer via sensorial, ou pelo conjunto delas.	Representação múltipla inter-relacionada Efetuada através de diversas vias ou meios, mas sempre de maneira interdependente (visual - gráfica, pictórica, textual; auditiva - verbal, sonora).

Entretanto, no nível do funcionamento do sistema neurocognitivo humano, as modalidades unimodal, amodal e intermodal não acontecem isoladamente umas das outras. Muito pelo contrário, há sim um sincronismo entre elas, quase sempre iniciando-se pela percepção unimodal (e até pela amodal) e chegando-se até a percepção intermodal (aquela que utiliza várias vias sensoriais/perceptivas), que se caracteriza também pelo conceito de percepção multissensorial (Soler, 1999). Vejamos.

No caso de uma pessoa vidente, grande parte do processo de aquisição perceptiva se dá pela via visual (nível da *primeiridade*). Em termos neurocognitivos, neste primeiro momento o tipo de modalidade perceptiva que ocorre é a unimodal (percepção pura, sem interpretação) e imediatamente se converte em amodal (*secundidade*, ou atribuição de significado). Num instante de tempo seguinte já entra em cena a modalidade intermodal, ou seja, o cérebro atribui uma representação mental (*terceiridade*) para aquilo que foi visualizado, que pode ser expresso através da conceitualização verbal, gestos, representação pictórica (gráfico, esquema, diagrama, desenho, mapa, etc.). E isto ocorre porque a visão é de natureza analógica, sintética. Isto significa que o cérebro estabelece analogias baseadas em experiências anteriores. Esta associação ou processo de analogia será tão intensa quanto mais presente o repertório de informações estiver sedimentado na memória de longo prazo.

É por esta razão que alguns pesquisadores afirmam que o atributo visual participa em aproximadamente 70% do processo de elaboração conceitual (mesmo que o conceito não esteja correto), justamente porque a visualização funciona nesta situação como um processo de síntese (Pylyshyn, 2007; Santaella, 2005; Hofstadter, 1999). Por outro lado, isto explicaria também porque significativa parcela das interpretações (e consequentes representações) baseadas apenas no atributo visual podem conduzir a equívocos, incongruências e disracionalidade (Hofstadter, *ibidem*).

De fato, como demonstrado por Bouyer (2008), Pastré, Mayen e Vergnaud (2006) e Viveiros (2005), a construção de representações mentais, quer seja de objetos visuais ou de situações didáticas não é semelhante ao processamento linear da informação tal qual ocorre numa máquina de estado finito (modelo entrada da informação-tratamento da informação-saída da informação), cuja reprodução de algum objeto seria algo semelhante a uma fotografia do mesmo, ainda que em determinados casos possa haver certa correspondência de natureza visual do objeto observado ou de uma situação vivenciada com sua representação.

Por outro lado, no caso do deficiente visual, o atributo visual não é para esta pessoa um recurso perceptivo no nível da primeiridade semiótica e, portanto, algum outro sentido deverá funcionar fazendo o papel do primeiro nível semiótico, que pode ser então a verbalização, o estímulo sonoro, o olfativo, ou o tátil, ou a combinação destes (conceito de estímulo *cross-modal*, intermodal ou multissensorial).

Esta propriedade ou característica intermodal ou multissensorial está sendo apoiada por recentes descobertas na neurociência, contradizendo o paradigma de que as funções cerebrais são localizadas em uma única região cerebral. Tais estudos mostram que quando determinado estímulo ocorre outras regiões do cérebro participam parcialmente da percepção, e da interpretação deste estímulo. Por esta razão os processos de ensino-aprendizagem baseado no conceito de estimulação intermodal (multissensorial) podem favorecer a otimização da aprendizagem, já que mais áreas cerebrais estão envolvidas no processo (Amedi *et al*, 2005).

Esta nova concepção da neurociência foi formulada pelo neurocientista brasileiro Miguel Nicolelis em vários princípios, dos quais citamos apenas alguns: *Princípio da ação multitarefa neuronal*, *Princípio da incerteza neurofisiológica* e *Hipótese do continuum espaço temporal neuronal* (Nicolelis, 2011; Nicolelis e Lebedev, 2009) cuja interpretação translacional aplicada à área educacional levar-nos-ia a dizer que num processo de aprendizagem todo o cérebro possui participação ativa do que está ocorrendo, embora determinadas regiões possam estar aparentemente mais recrutadas do que outras. Sendo assim, a rigor, não existe a delimitação cerebral em regiões rigidamente estabelecidas em relação às funções cerebrais em situações também relacionadas com a aprendizagens, embora cada tarefa cognitiva possua suas especificidades.

Por exemplo, ao estruturarmos situações de aprendizagem que favorecessem competências e habilidades específicas nas áreas da Matemática ou da Física (resolver um problema e efetuar um cálculo físico-matemático, por exemplo), seria interessante trabalhar com atividades ou estímulos direta ou indiretamente relacionados com aquela tarefa e habilidade. Neste sentido, algumas pesquisas demonstram que o treino com a percepção musical (onde se trabalha a habilidade rítmica, que envolve implicitamente conceitos de tempo, velocidade e frequência) e o desenvolvimento de atividades cognitivas sensório-motora (físicas) estimulam determinadas habilidades matemáticas (Vaughn, 2000). Isto ocorre muito provavelmente porque no trabalho musical efetua-se a ativação intermodal do tipo tátil-sonora (Wan, 2010). Entretanto, esta conclusão não infere que isto signifique qualquer alteração no nível do coeficiente de inteligência (*QI*) (Schellenberg, 2011).

Atualmente, o campo da investigação de processos neurocognitivos envolvendo tarefas de natureza intermodal, ou multissensorial, está sendo levado a cabo por parcela significativa de pesquisadores internacionais, justamente porque isto já está trazendo uma revolução sem precedentes históricos para a área educacional. Portanto, relevar o papel em sala de aula de situações didáticas multissensoriais, não apenas para o indivíduo com deficiência visual, mas para todo o alunado, é algo a se considerar, principalmente para o Ensino de Ciências.

3. A Neurociência para a deficiência visual: uma abordagem epistemológica

Para compreender melhor a fenomenologia do indivíduo com deficiência visual segundo o que conceituamos como “módulo aluno”, utilizaremos uma interpretação translacional de conceitos e resultados empíricos da Neurociência Cognitiva (Choi e Pak, 2008, 2007, 2006; Society for Neuroscience, 2003). Mas para iniciar o tema, consideramos pertinente mencionar a obra “*Fundamentos de la defectologia*”, de Vygotsky (1995), especialmente o capítulo “*El niño ciego*”.

A base das idéias que Vygotsky apresenta neste texto se fundamenta na noção de “compensação”, onde a falta de determinado sentido favoreceria o desenvolvimento de outro sentido. Alguns autores consideram que esta interpretação é equivocada, já que em si não ocorre nenhuma alteração no desenvolvimento da função cognitiva em virtude da ausência ou diminuição de outro sentido (Rego-Monteiro, Manhães e Kastrup, 2007). Entretanto, Gindis (1995) destaca que são exatamente os processos sócio cognitivos, como a interação social oportunizada por um contexto escolar inclusivista, que fariam com que houvesse esta “compensação”. Há ainda outras noções apresentadas por Vygotsky: *o cego de nascimento não forma imagens mentais visuais; possui concentração e memória mais desenvolvidas do que os videntes; a cegueira impulsiona o indivíduo a criar mecanismos internos de compensação para*

vencer o obstáculo da ausência da visão; a linguagem falada é o mecanismo por excelência que o cego se utiliza.

Para discutirmos algumas destas ideias, inicialmente definiremos o conceito mais importante e básico da neurociência, que o conceito de **plasticidade cerebral**. A plasticidade ocorre em todo indivíduo, e não somente no deficiente visual, e é uma propriedade que permite ao cérebro humano adaptar-se e até regenerar-se frente a possíveis lesões (DAS *et al*, 2001). A plasticidade cerebral no deficiente visual produz o remapeamento cerebral, estimulando a associação das áreas visuais não ativadas com outras áreas perceptivas (como o tato e a audição).

Esta adaptação leva ao conceito de plasticidade cross-modal (ou intermodal), a partir do momento em que o deficiente visual compila a contribuição de outros sentidos e estratégias cognitivas para procurar efetuar algumas tarefas que pertencem a área exclusiva da visão (Théoret, Merabet, Pascual-Leone, 2004). Cada deficiente visual pode ter seu próprio padrão de plasticidade intermodal, já que o indivíduo desenvolve estratégias próprias para lidar com a ausência do sentido da visão. Por esta razão dissemos anteriormente que as outras modalidades unimodal e amodal, respectivamente, participam do mecanismo neurocognitivo do indivíduo no sentido de constituir a imagem mental de um objeto ou de determinada situação ou fenômeno. Indivíduos com cegueira congênita apresentam dificuldade na formação mental de imagens (Knauff e May, 2006). Em indivíduos cegos mas que enxergaram anteriormente, a capacidade de construir imagens mentais de objetos vai diminuindo drasticamente (Hollins, 1985).

O sentido da visão, diferentemente da audição, é um fenômeno da consciência humana do mais do que apenas algo físico, óptico biológico ou fisiológico (Colin, 2004). A visão é interpretada pelo cérebro, pela mente e consciência do indivíduo. É um sentido altamente subjetivo, sintético (não somente analítico, como o tato) e isto traz vantagens, como no caso da substituição sensorial.

Em pessoas videntes, o processo de formação de imagens mentais ativa o córtex visual, e o mesmo ocorre em relação aos deficientes visuais e cegos (Kosslyn *et al*, 1993; Kosslyn, Thompson, Kim e Alpert, 1995) quando estimulados por outro sentido, como o tato, ou associado a outros sentidos (audição e até o cheiro). De fato, alguns estudos apontam que indivíduos cegos de nascença criam imagens mentais (Aleman *et al*, 2001; Ardit, Holtzman e Kosslyn, 1988). Em todos os casos, o ganho na aprendizagem envolvendo a exploração de objetos será muito mais eficiente se efetuar-se o reconhecimento utilizando-se a maior quantidade possível de sentidos (como o tato e a visão, no caso da pessoa vidente), do que utilizar apenas um único sentido (Newell, Bühlhoff e Ernst, 2003).

É fundamental que o deficiente visual execute procedimentos visando o treino de sua percepção, locomoção e integração ao meio exterior no qual ele está participando. Neste sentido, o trabalho com a *mental imagery* (imagem mental) torna-se de extrema importância, principalmente em crianças (Gaunet e Thinus-Blanc, 1996; Kosslyn, Behrmann e Jeannerod, 1995; Raynard, 1991). Segundo Grush (2004), a experiência sensorial-perceptiva envolvendo a parte motora contribui para que o cérebro construa mais circuitos neurais que auxiliarão na composição das imagens mentais do indivíduo. Isto formaria algo como uma sequência de quadros de um filme, produzindo significado real na consciência ou na mente do sujeito. Este mesmo tipo de estimulação associa-se às mesmas áreas sensoriais (Hwang e Kwon, 2009; Neuper, Scherer, Wriessnegger, Pfurtscheller, 2009; Neuper, Scherer, Reiner e Pfurtscheller, 2005).

Outra associação entre processos de formação de imagens mentais e correlação com imagens visuais em cegos é encontrada no estudo de sonhos. Contrariando o senso comum, cegos inatos produzem imagens visuais através dos sonhos, comprovadas através do estudo da atividade elétrica cerebral (eletroencefalograma ou EEG) sugerindo a existência de algum mecanismo genético de preservação destas representações (Bértolo e Paiva, 2001).

A neuroplasticidade em cegos também pode ocorrer sem nenhuma estimulação artificial e sim de acordo com suas aprendizagens próprias e precedentes, dependentes diretamente do histórico de vida do indivíduo. (Lambert, Sampaio, Mauss e Scheiber, 2004). O psicólogo Richard Held estudou um paciente que mesmo tendo perdido a visão completamente, conseguiu se locomover através de objetos num ambiente com obstáculos, mesmo sem ter efetuado qualquer treino específico para esta tarefa, numa clara demonstração de que aquele indivíduo já possuía algum repertório aprendido em relação a questão espacial (De Gelder *et al*, 2008).

Outro exemplo muito significativo disto é do pintor turco cego Esref Armagan, que é capaz de desenhar objetos ou edifícios em perspectiva (Kennedy e Juricevic, 2006). O córtex visual de Armagan foi desenvolvido com uma plasticidade intermodal principalmente através da estimulação tátil, e em proporção menor em relação a estimulação sonoro-auditiva da verbalização (descrição falada da cena ou do objeto a ser desenhado ou pintado, realizado por outra pessoa), o que seria mais comum de ocorrer como acontece na maioria dos cegos (Pascual-Leone, Amedi, Fregni e Merabet, 2005).

Mencionando agora as funções cognitivas superiores, há uma correlação positiva entre a supressão da visão e a performance mais desenvolvida nas funções cognitivas de atenção e memória, devido ao mecanismo da neuroplasticidade compensatória (Raz, Amedi e Zohary, 2005; Amedi *et al*, 2003).

Se o cérebro do deficiente visual desenvolve “naturalmente” a plasticidade cerebral como uma função de auto regulação, por outro lado traz a vantagem de poder ser monitorada e controlada pela própria pessoa (*biofeedback*), por uma interface cérebro-computador ou outros dispositivos de *neurofeedback*, e com isto ter seu funcionamento otimizado no nível neurológico e comportamental (Ros *et al* 2010; Zacksenhouse *et al*, 2007; Pinkers, 1988). Particularmente isto é interessante, pois a maioria dos deficientes visuais utiliza o atributo verbal/sonoro (na forma de uma modalidade perceptiva do tipo unimodal ou até amodal) como a principal e mais importante modalidade sensorial para a construção das imagens mentais e dos conceitos sobre os fenômenos.

Em função disto, o estímulo sonoro proporcionado pela narração, descrição ou explanação verbal falada em relação às características de determinada situação didática, fenômeno ou objeto físico (por exemplo, durante uma aula de Física sobre eletromagnetismo ou ótica) representa o principal elemento para a formação perceptiva, elaboração conceitual e as consequentes múltiplas possibilidades de expressão do conhecimento para as pessoas com deficiência visual. As orientações didáticas a este respeito serão desenvolvidas oportunamente no tópico 5 deste artigo.

Concluída a revisão sobre algumas características neurocognitivas do deficiente visual, consideramos importante tratar na sequencia de explicitar com mais propriedade o papel preponderante da linguagem no processo de aprendizagem como um todo, especialmente para a educação científica.

a. A neurocognição na apreensão dos conceitos e no desenvolvimento da linguagem

Para que a proposta de um protocolo semiótico específico para o ensino de Ciências seja viabilizado, é necessário delimitar características, parâmetros e variáveis cognitivas próprias desta área do conhecimento, identificando assim propriedades epistemológicas e neurocognitivas singulares quando comparados a outros domínios ou áreas do conhecimento humano. Para isto, conforme mencionado anteriormente, relevamos neste trabalho o papel central que a linguagem desempenha não somente na aquisição, mas também na compreensão e na representação dos fenômenos e conceitos científicos.

As questões relacionadas com a gênese, cognição, aquisição e desenvolvimento da linguagem humana foram debatidas por Jean Piaget e Noam Chomsky (e outros grandes nomes da ciência) em 1975, no *Centre Royamont pour une science de l'homme* (Piatelli-Palmarini, 1983), vinculado ao chamado Grupo de Genebra, importante disseminador de idéias pedagógicas sobre alfabetização, cuja influência acadêmica e social atinge as políticas públicas educacionais internacionais, inclusive as de natureza institucional brasileira.

Estas discussões se centralizaram basicamente sobre duas grandes hipóteses aparentemente opostas. A primeira defende que a aprendizagem é algo inato no indivíduo e que, no caso da linguagem, o indivíduo possuiria como que uma estrutura cognitiva na qual as habilidades da linguagem já acompanhariam a pessoa até mesmo antes de seu nascimento. A abordagem da chamada gramática gerativa ou generativa, de Chomsky foi uma entre tantas teorias que se baseou nesta idéia.

Outra noção era a de que o desenvolvimento cognitivo ocorre na medida em que o indivíduo interage com o meio social. Assim, a linguagem seria algo apreendido pela pessoa, e não algo inato. Parece ser esta a interpretação mais próxima da abordagem desenvolvida por Vygotsky, para quem o desenvolvimento do pensamento e da linguagem ocorrem de maneira independente, embora mantendo uma inter-relação (Vygotsky, 1991).

No caso da educação científica tecnológica, uma das formas de expressão da linguagem ocorre exatamente na medida em que esta é veiculada e materializada através das várias formas de “textos” que constituem a linguagem científica, fazendo parte de um todo maior que é a própria linguagem humana. Utilizamos aqui o conceito de “*texto*” conforme definido por um dos expoentes mais significativos do atual Grupo de Genebra, Jean-Pierre Bronckart, ao definir o conceito de *texto empírico*:

Designa uma unidade concreta de produção de linguagem, que pertence necessariamente a um gênero, composta por vários tipos de discurso, e que também apresenta os traços das decisões tomadas pelo produtor individual em função da sua situação de comunicação particular (Bronckart, 2009, p. 77).

Sob estas condições, torna-se fácil compreender que diversos gêneros textuais permeiam a sociedade como um todo e, especificamente no contexto escolar predominam o gênero *didático-pedagógico*, o *científico* e o *literário*, embora outros gêneros, como o *jornalístico*, também estejam presentes (Schneuwly e Dolz, 2004).

Isto pressupõe que o ensinar não deve se concentrar apenas e tão somente em um único gênero textual, e sim em vários. Tal estratégia possui sua fundamentação científica e empírica,

precisamente porque, segundo Bronckart (ibidem), todos os gêneros textuais possuem a seguinte estrutura:

- a- **A infra-estrutura geral do texto** – tipos de discurso que comporta, modalidades de articulação e sequências que aparecem;
- b- **Os mecanismos de textualização** - conexão, coesão nominal e coesão verbal;
- c- **Os mecanismos enunciativos** – as vozes que se expressam no texto e traduzem as diversas avaliações (julgamentos, opiniões, sentimentos).

A este conjunto (tríade semiótica), o autor dá o nome de '**folhado textual**' (Bronckart, ibidem, p.119). Com base neste conceito de folhado textual e nas inferências aqui colocadas, como síntese, indicamos quais seriam as orientações relativas à produção textual visando a estimulação dos processos relacionados ao ensino-aprendizagem diretamente vinculados ao Ensino de Ciências:

- Valorizar o uso de diversos gêneros textuais: tanto no processo da aquisição conceitual (vídeos, filmes, textos didáticos e paradidáticos, textos históricos, histórias em quadrinhos, etc.), como também na representação (produção de textos, como resenhas, relatórios, sinopses, esquemas, diagramas, mapas conceituais, etc.);
- Explorar com os alunos a diferenciação nas formas discursivas apresentadas nos respectivos tipos de textos: por exemplo, diferenciar o discurso utilizado no texto jornalístico dos textos de divulgação científica;
- Promover o debate entre os alunos através das argumentações desenvolvidas segundo os distintos gêneros textuais. Exemplo: o argumento desenvolvido num texto paradidático sobre a questão dos transgênicos será idêntico ao utilizado por uma empresa que fabrica produtos com esta tecnologia?
- Relevar para os alunos o papel dos agentes discursivos nos respectivos textos, relacionando-os com seus discursos: por exemplo, quais atores sociais e que tipo de discursos estão presentes numa matéria jornalística que trata dos possíveis efeitos prejudiciais da radiação eletromagnética produzida pelos telefones celulares?
- Observar, destacar e conduzir tanto a interpretação quanto a produção dos diversos tipos textuais, levando-se em consideração as diferenças de **gênero humano** (masculino e feminino): neste sentido, alunos e alunas pensam e se expressam sob o mesmo tema de uma mesma maneira? Por exemplo, sobre os temas contracepção, aborto e doenças sexualmente transmissíveis, quais seriam as representações sociais de meninos e meninas?

Isto posto, devemos ainda destacar que conforme mencionamos anteriormente, na Teoria dos Campos Conceituais a representação (terceiridade semiótica) é algo que ocorre de maneira dinâmica e multifacetada. Portanto, quando falamos em expressão através da linguagem e sua materialização por intermédio de textos, devemos imaginar que buscaremos sempre formas textuais dinâmicas, que expressem os conceitos e teoremas-em-ação, constituindo um continuum articulado dentro de uma estrutura epistêmica complexa, relacional e sistêmica. E isto condiz exatamente com a própria dinamicidade com que o sistema neurocognitivo humano opera (conceito de neuroplasticidade), e as possíveis consequências que isto implica para a aprendizagem.

Neste sentido, talvez o primeiro grande evento internacional que tratou especificamente sobre aprendizagem científica, linguagem e sua relação com o cérebro humano foi o *First High Level Forum* (OECD, 2000), que resultou precisamente numa publicação com várias indicações diretas para compor as políticas e práticas educacionais, algumas das quais serão consideradas a seguir.

Inicialmente, em termos das estruturas cognitivas no indivíduo, o processo interpretativo dos fenômenos e conseqüentemente das leis ou princípios pelas quais são regidos, inicia-se pela articulação (mental ou verbal) da linguagem e pelo mecanismo de interpretação ou leitura das palavras ou dos signos, através dos quais são estruturadas as palavras e os conceitos. Até este ponto, o processo de aquisição da conceitualização científica é muito idêntico ao processo de aquisição dos conceitos em qualquer outra disciplina do conhecimento científico.

Entretanto, em termos neurocognitivos, o processo de leitura e interpretação de símbolos e de conceitos matemáticos (e também da Física) é absolutamente específico dentro da estrutura cerebral, diferenciando-se, por exemplo, das regiões que são responsáveis pela leitura pura e simples das palavras⁵. Em ambas as situações, existem determinados *lócus* preferenciais com neurônios específicos para cada uma das funções. (Dehaene, *et al* 1999). No caso da leitura de palavras, Dehaene (*ibidem*) adota um modelo chamado “**Detector de Combinações Locais**” (*local combination detectors* – LCD). Neste modelo, o domínio da leitura advém de um complexo percurso de combinações de signos, símbolos e ícones que compõem qualquer tipo de sistema de linguagem (escrita, gráfica, representacional, pictórica). De maneira semelhante, Dehaene e Changeux propuseram um modelo de rede neuronal para o processamento numérico, a qual denominou-se ‘*numerosity detectors*’ – detector de numerosidade⁶ -(Dehaene e Changeux, 1993).

Concomitantemente, como se isto não bastasse, o processo de aquisição e desenvolvimento da habilidade do cálculo matemático também é específico em termos neurocognitivos, associando e combinando a isto o próprio processo da leitura e da fala pelo indivíduo, fazendo com que na aprendizagem conceitual e matemática da Física, os mesmos grupos neurônicos estejam sendo recrutados, mas diferenciando-se de outros grupos neurônicos empregados em habilidades cognitivas diferentes, como por exemplo, a habilidade musical, o reconhecimento de figuras humanas, ou de imagens visuais de paisagens, fazendo parte de um circuito neuronal independente do mecanismo puro e estrito da linguagem (Qiao, 2007; Dehaene *et al.* 2005; Dehaene, 2001).

Além disto, a atividade neuronal específica da área do raciocínio lógico matemático demonstrou covariância direta com a área cognitiva motora (Knops *et al*, 2009), contradizendo a idéia de senso comum de que o desenvolvimento da atividade mental matemática é oposto à ativação do aparelho locomotor do indivíduo. Acrescenta-se a isto, o fato de que quando tais funções cognitivas estão associadas com as representações intermodais (incluindo a linguagem falada e as atividades cognitivas psicomotoras) recrutam ou disparam os chamados **neurônios espelhos** – *mirror neurons* -(Rogers *et al*, 2003), característicos em situações onde o indivíduo realiza qualquer atividade de imitação, quer seja imitação mental (imaginação ou imageria mental de alguma atividade real) ou a imitação baseada na observação visual ou em comandos sonoros e ou verbais.

Os neurônios espelho são fortemente disparados em atividades e tarefas cognitivas motoras intermodais (multissensorial) envolvendo o raciocínio lógico, ativando as áreas cerebrais da cognição emocional, da atenção, da memória e do raciocínio lógico (Muthukumaraswamy e Singh, 2008). Além disto, demonstra-se que em situações de aprendizagem onde ocorra algum tipo de monitoramento ou *feedback cognitivo* (*bio* ou

⁵ Esta noção não contraria os três princípios enunciados por Nicoletti, mencionados anteriormente no item 3.2.

⁶ Preferimos permanecer com o conceito no inglês, porque a palavra ‘numerosity’ – numerosidade – não é de uso corrente na língua portuguesa, e difere, por exemplo, do substantivo ‘numeração’, que se refere ao ato de numerar. Numerosity refere-se a algo como uma propriedade numérica intrínseca.

neurofeedback) isto otimiza a performance de operação destes neurônios espelhos, fazendo com que a aprendizagem seja mais efetiva (Pineda *et al*, 2008).

Ainda que o domínio simbólico dos signos da Matemática e da Física, e sua conseqüente operacionalização sejam específicas e singulares a nível neuronal, o mecanismo de aprendizagem científica obedece ao mesmo padrão de aquisição da linguagem falada, ou seja, mediante determinada exposição do indivíduo a um meio composto por signos, conceitos, argumentações sobre idéias e conceitos, isto possibilita a incorporação pelo indivíduo deste mecanismo na forma de determinada habilidade lingüística que, no caso, se refere a aquisição de determinada linguagem dentro de uma área científica específica (ou até de várias simultaneamente).

Contudo, mesmo com todas as evidências favoráveis demonstrando que a habilidade do cálculo matemático é topograficamente bem específica em várias regiões cerebrais (Dehaene, Dehaene-Lambertz e Cohen, 1998), provavelmente interligadas através das várias tarefas matemáticas diferentes, o que é mais notável constatar é que o processo interpretativo do número enquanto um elemento da escrita (e não como quantidade abstrata ou como estimativa aproximada de quantidade) está diretamente interligado ao próprio mecanismo neuronal da interpretação das palavras escritas, ou seja, da linguagem cotidiana e não apenas diretamente ao domínio do número em si mesmo (Dehaene, Piazza, Pinel e Cohen, 2003; Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu e Tsivkin, 1999).

Este é um achado mais surpreendente em relação à suposição mais evidente de que a localização dos neurônios em tarefas relacionadas com a linguagem e com o cálculo, respectivamente, ocupam regiões cerebrais distintas. Na verdade, o fato de que a compreensão sobre o significado do número depende a priori da aprendizagem do código lingüístico, releva uma vez mais o papel que o ensino-aprendizagem de estratégias de leitura, interpretação e produção textual representam como um todo para qualquer indivíduo que pretenda também dominar a linguagem da Matemática ou da Física.

Uma das maneiras de se estudar esta complexa relação, é analisar o circuito que relaciona o processo de leitura com o cálculo matemático, avaliando-se possíveis lesões cerebrais. O processamento do número no cérebro se dá através de um circuito esquematizado na Figura 2 (reproduzida de Dehaene, Molko, Cohen e Wilson, 2004). Os números em vermelho indicam as diversas patologias associadas com possíveis lesões em algumas das partes do processo: em ❶ teríamos a alexia, que é inabilidade para ler números e multiplicar, subtrair ou comparar; na lesão ❷ é o caso da dislexia fonológica, que cria a inabilidade para ler números, mas não para multiplicar, subtrair ou comparar. As lesões ❸ e ❹ estão associadas com a inabilidade na multiplicação e subtração, mas ainda indicado a capacidade de ler os números, e ainda com a presença ou ausência de déficits associados, comparando-se com o processamento simbólico numérico. No caso da lesão ❺, mostra-se a habilidade residual do cálculo em pessoas que falham ao tentar reproduzir oralmente a solução de problemas aritméticos, mas que podem resolver os mesmos problemas pela via escrita.

Em outras palavras, ainda que o ser humano possua o senso de quantidade numérica biologicamente presente como uma espécie de instinto natural (Pinel, Piazza, Le Bihan e Dehane, 2004; Piazza *et al*, 2004), a habilidade do cálculo matemático é algo adquirido e aprendido culturalmente e que, em primeira e última instância, depende do domínio e aquisição da própria linguagem natural e dos códigos específicos para a Matemática (e também a Física).

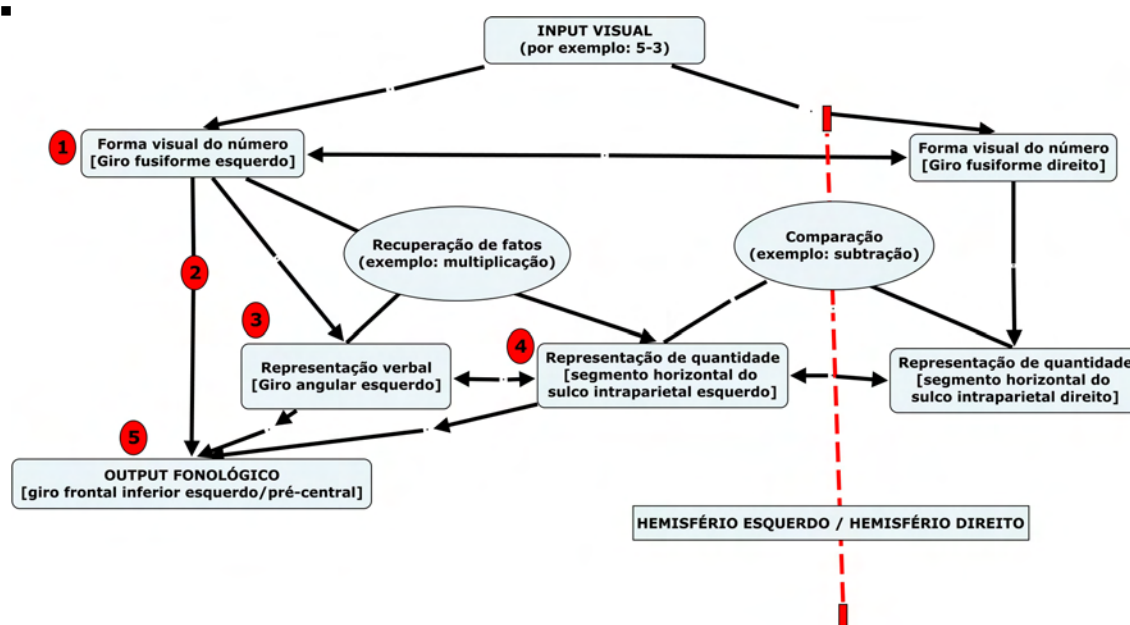


Figura 2. Esquema da representação do número arábico (extraído de Dehaene, Molko, Cohen e Wilson, 2004)

4. Orientações didáticas com fundamentação na semiótica da Teoria dos Campos Conceituais

Face ao exposto, apresentamos na sequencia orientações didáticas para o Ensino de Ciências, relacionadas aos aspectos neurocognitivos aqui abordados, considerando principalmente as condições neurocognitivas de um indivíduo com deficiência visual.

Para isto, procuramos descrever tais orientações seguindo a estrutura epistemológica semiótica da Teoria dos Campos Conceituais, complementadas ainda por pesquisas na área da educação inclusiva aplicada ao Ensino de Ciências (West Virginia University-EUA, 2005; Beck-Winchatz e Ostro, 2003; Grady *et al*, 2003; Kumar, Ramasamy e Stefanich, 2001; Cunningham, 1997; Gardner, 1996; Kucera, 1996; Schleppnabach, 1996).

a. Orientações de natureza perceptiva (nível da primeiridade semiótica)

O treinamento tátil deve ser realizado o quanto antes para qualquer indivíduo com deficiência visual, com o objetivo de se auxiliar na composição da construção do processo de ‘imagemia mental’ (formação de imagens mentais de objetos), assim como o conhecimento mais completo possível sobre as condições do ambiente, e até um treinamento visando a exploração sensório-motor do espaço físico. (Vieilledent, Kosslyn, Berthoz e Giraudo, 2003)

Professores e pais devem buscar todo tipo de auxílio e recurso para fazer com que alunos com deficiência visual participem de todas as atividades escolares como os outros alunos (conceito de *mainstreaming*). O processo comunicativo com este aluno deve incentivar a conversação direta e o diálogo diretamente ao deficiente visual, num tom normal de voz.

No ambiente escolar deve ser trabalhada a estimulação multissensorial, priorizando o uso de recursos auditivos e táteis (e outros); todos os objetos ou recursos didáticos como maquetes, peças de anatomia, materiais de laboratório ou textos, devem ser identificados com o Braille.

Especialmente para o Ensino de Física, a estimulação tátil auxilia na formação de determinado objeto real. A avaliação e exploração tátil, como o exame da superfície de objetos, rugosidade, saliências, relevo, etc., contribuem no processo de constituição mental daquele objeto. A observação e análise intermodal (dois ou mais estímulos separadamente ou simultaneamente) auxiliam no processo de associação fenomenológica para a compreensão de determinada situação da Física (Camargo e Viveiros, 2009).

Neste sentido, pode ser empregado modelos tridimensionais para simular átomos ou moléculas, nomeando-se os átomos através do Braille, sendo que o professor ou monitor assessora o aluno deficiente visual nesta operação. Da mesma maneira, gráficos, imagens complexas, diagramas e equações químicas podem ser escaneados, convertidos e transformados (impressos) em mapas ou diagramas táteis (matemática ou química).

Por outro lado, o exercício de exploração corporal de determinados espaços físicos é interessante tarefa de estimulação sensorial das propriedades e leis da Física. Isto pode ser conseguido fazendo o aluno se locomover para além dos limites que normalmente está condicionado, e com isto ir associando os conceitos físicos (noções/conceitos de distância, tempo, velocidade, aceleração, equilíbrio estático e equilíbrio dinâmico, efeito Doppler - afastamento e aproximação de fontes sonoras). Também pode ser efetuado cálculos mentais aproximativos estimando força, impulso, momento, bem como explorar ambientes naturais, por exemplo, com plantas e animais.

Além disto, o conhecimento sobre o espaço deve incluir a orientação do aluno com deficiência visual em relação às saídas de emergência, produtos químicos, objetos, portas e janelas de vidro, extintor de incêndio. Este tipo de orientação pode ser proporcionado por um colega voluntário da própria turma. É conveniente manter corredores e outros ambientes, como laboratórios, sempre bem iluminados, não deixando as janelas completamente fechadas. Os outros alunos devem ser treinados para oferecerem orientação ao aluno com deficiência visual, mesmo que este eventualmente utilize ou não bengala para se locomover.

Deve ser proporcionado amplo espaço para o cão-guia, quando houver, procurando manter os outros alunos sem perturbar o cão.

Na sala de aula ou em qualquer outro espaço de aprendizagem, posicione o aluno em local estratégico, de modo a permitir que ele participe da aula.

b. Orientações relacionadas com os processos de desenvolvimento e aquisição de conceitos (conceitualização)

a. O treinamento tátil é uma operação neurocognitiva, e a conseqüente aprendizagem decorrente deste treinamento ocorre numa seqüência, envolvendo as memórias de curto, médio e longo prazo. O reconhecimento tátil, sendo um processo analítico, necessita de constante estimulação e mecanismos de feedback (oral/verbalização, auditivo e outros) para se consolidar na memória de longo prazo (Raz, Amedi e Zohary, 2005; Amedi *et al*, 2004; Amedi, Raz, Pianka, Malach e Aohary, 2003;)

Em atividades de ensino de Ciências onde há a presença de vários conceitos correlacionados, para uma melhor fixação da aprendizagem é interessante utilizar estratégias de ensino como, por exemplo, abordar um tema considerando um 'Campo Conceitual', ao invés de se privilegiar apenas um único conceito isoladamente, conforme mencionado anteriormente (Vergnaud, 1990). Também pode ser associado a isto, estratégias como o 'ciclo da experiência

kellyana', desenvolvido segundo as seguintes etapas: antecipação, investimento e encontro, confirmação ou desconfirmação, revisão (Camargo e Viveiros, 2009).

Concomitantemente, como estratégia de acompanhamento metacognitivo da interação aluno-professor, sugere-se as categorias desenvolvidas por Camargo (2005): observação, compreensão e mediação.

Como estratégia de mediação pedagógica, solicite a um aluno da turma que oriente o aluno com deficiência visual na realização de procedimentos e atividades durante a aula, principalmente quando o próprio professor não tiver condições de fazê-lo. Tanto no caso de se ter o professor como mediador quanto de um aluno, deve ser dado ao deficiente visual a maior quantidade possível de informações sobre a atividade a ser desenvolvida.

b. A neuroplasticidade no deficiente visual é tão eficiente quanto mais estímulos sensoriais estiverem associados (associação intermodal, multimodal ou multissensorial) (Merabet *et al*, 2007; Amedi *et al*, 2005; Amedi *et al*, 2001)

No caso do ensino de Física, pode-se utilizar a estratégia didática da 'transposição didática. Entretanto, deve ser observado as categorias perceptivas propostas por Camargo (2011). Neste sentido, como estimulação intermodal utilizar materiais pintados com cores fortes ou fosforescentes, ou ainda utilizar lâmpadas coloridas.

Em alunos com baixa visão empregar o recurso do retroprojetor (ou projetor de slides), preferencialmente projetando em fundo ou tela opaca, quando o grau de deficiência visual assim o permitir.

A aprendizagem pode ser melhorada através da estimulação auditiva, como gravar para o aluno deficiente visual trechos mais importantes das aulas, para que o mesmo possa posteriormente estudar através deste material. Este material pode inclusive compor um arquivo com aulas gravadas para esta finalidade específica.

A estimulação intermodal pode ser obtida com a aplicação de software de voz para o ensino de matemática (cálculo) e química orgânica (no Brasil dispõe-se do software DOSVOX), ou ainda software que converte tanto o texto explicativo de matemática, quanto às equações matemáticas para o Braille e também software de conversão de texto em som: atualmente dispõem de programas no padrão internacional 'Daisy' (exemplo, o software MECDaisy, no Brasil). Também é possível que equipamentos de laboratórios possam ser adaptados via interface a um computador, e este a uma impressora Braille.

c. Orientações relacionadas com atividades de expressão

a. A neuroplasticidade de determinado indivíduo deficiente visual é única e, portanto, os mecanismos de percepção e expressão cognitivos são também únicos (Sadato *et al*, 1998, 1996).

É necessário avaliar as habilidades de percepção do aluno deficiente visual, com o objetivo de identificar qual (ou quais) funções perceptivas são mais destacadas (oralidade, audição, tato, sinestesia). A partir disto, o professor deve iniciar um planejamento didático individualizado, pensando-se principalmente nas três fases que compõem qualquer situação didática (Vergnaud, 1990), que são:

1. O problema físico e sua contextualização, principalmente através de situações concretas e significativas, fazendo uso da estratégia de se trabalhar com um Campo Conceitual, ao invés de utilizar conceitos separadamente;
2. O processo de elaboração argumentativa e interativa, ou seja, a formulação dos conceitos e teoremas-em-ação por parte do aluno (e respectiva estrutura cognitiva);
3. O conseqüente sistema de representações semióticas possíveis de serem utilizadas pelo aluno: oralidade, produção de texto (se o aluno for capaz de utilizar a informática, ou máquina braille), criação de desenhos, esquemas, de preferência com o recurso de alto relevo, utilização de modelos em escala, utilização de modelos tridimensionais; utilizar tinta de alto-relevo; utilizar a técnica da xilo ou litogravura; utilizar canetas térmicas, que podem ser aplicados em superfícies sensíveis ao calor, como alguns tipos de papéis termo-sensíveis, plásticos e isopor; pode-se ainda produzir estas figuras em alto ou baixo relevo, através de máquinas controladas eletronicamente, através do computador e utilizando software de CAD (*computer aided design*) em superfícies mais duras como acrílico, madeira ou metal.

5. Conclusão e considerações finais

Com base naquilo que desenvolvemos no decorrer deste artigo, como conclusão ou síntese apresentamos abaixo os aspectos que consideramos necessários para constituição do que inicialmente chamamos de '*Protocolo Semiótico*', objetivando um Ensino de Ciências que leve em conta pessoas com deficiência visual.

- O Ensino de Ciências pressupõe três momentos básicos (tríade semiótica): a) a apresentação do conhecimento através de situações didáticas compondo um campo conceitual, ao invés da simples apresentação de um único conceito isolado; b) oportunizar o desenvolvimento argumentativo na fase de elaboração dos conceitos e teoremas-em-ação; c) o momento de explicitar as diversas representações sobre aquele campo conceitual segundo as respectivas situações didáticas desenvolvidas;
- Esta tríade semiótica deve ser desenvolvida considerando a possibilidade de utilização de gêneros textuais diferenciados;
- Todo processo de aquisição, apreensão ou exploração do conhecimento, através das situações didáticas, segundo determinado campo conceitual, deve ser realizado utilizando-se a maior quantidade possível das distintas modalidades perceptivas. No caso do deficiente visual, as estimulações tátil, auditiva (sonora) e verbal são fundamentais para a constituição dos conceitos científicos e formação de imagens mentais das situações didáticas e respectivo. Esta estimulação multissensorial (intermodal) deve ocorrer o quanto antes na vida acadêmica do aluno;
- A utilização de recursos assistivos, na forma de complementação e constituição didático-pedagógica é imprescindível dentro de um programa de formação ou alfabetização científica, e deve ser aplicada de maneira contextualizada;
- O desenvolvimento das habilidades e competências na área de Ciências pressupõe a estimulação paralela ou concomitante em relação a outras áreas do conhecimento humano, como a expressão artística (motora, musical, pictórica), verbal (aprimoramento sócio comunicativo, desenvolvimento argumentativo), física (esportiva, lúdica), expressão tátil através da representação pictórica, gráfica, esquemática ou escrita.

Assim sendo, acreditamos que a proposta de um **Protocolo Semiótico para o Ensino de Ciências** possibilite a realização de estudos e recortes mais pontuais e que, através disto, sejamos capazes de desenvolver determinados construtos cognitivos específicos para a área de Ensino de Ciências.

A possibilidade de obtenção de construtos cognitivos para o Ensino de Ciências pode evidenciar características de natureza cognitiva bem delimitadas para esta área, fazendo com que, a partir disto, sejam desenvolvidos ou obtidos parâmetros na forma de indicadores ou descritores que subsidiem a prática pedagógica da área, ao invés de se utilizar simples adaptações ou generalizações, como é o caso atualmente da composição das matrizes de competências e habilidades propostas através dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Como vimos para o caso específico da pessoa com deficiência visual, a Neurociência Cognitiva pode trazer um importante aporte empírico para sustentação sobre a fundamentação envolvida nos processos cognitivos humanos em tarefas ou situações didáticas específicas dentro da educação científica.

Neste sentido, é necessário que seja retomado na área de Ensino de Ciências como um todo, principalmente aquelas mais próximas da cognição, um estreito relacionamento epistemológico com áreas como a Psicologia Cognitiva, a Biologia experimental, a Neurociência Cognitiva ou ainda com a Medicina translacional.

Tal preocupação possui sua forte razão de ser tendo em vista a necessidade premente no refinamento didático na área de Ensino de Ciências visando uma alfabetização científica de qualidade, e não apenas com o objetivo de atender a grande demanda que as avaliações institucionais (nacionais ou internacionais) tem imposto ao sistema educacional como um todo.

Referências Bibliográficas

ALEMAN, A., VAN LEE, L., MANTIONE, M., VERKOIJEN, I. & DE HAAN, E. H. D. Visual Imagery Without Visual Experience: Evidence from Congenitally Totally Blind People. **NeuroReport** (12) 2601-2604. 2001.

AMEDI, A.; FLOEL, A.; KNECHT, S.; ZOHARY, E.; COHEN, L.G. Transcranial magnetic stimulation of the occipital pole interferes with verbal processing in blind subjects. **Nature Neuroscience**. V.7, N.11, November, 2004.

AMEDI, A.; MALACH, R.; HENDLER, T.; PELED, S.; ZOHARY, E. Visuo-haptic object-related activation in the ventral visual pathway. **Nature Neuroscience**. V.4, N.3, March, 2001.

AMEDI A, RAZ N, PIANKA P, MALACH R, ZOHARY E. Early 'visual' cortex activation correlates with superior verbal memory performance in the blind. **Nature Neuroscience**, 6(7), p.758-66, 2003.

AMEDI, A.; von KRIGSTEIN, K.; van ATEVELDT, N.M.; BEAUCHAMP, M.S.; NAUMER, M.J. Functional imaging of human crossmodal identification and object recognition. **Exp.Brain Research**. 166, p. 559-571, 2005.

ARDITI, A., HOLTZMAN, J. D., & KOSSLYN, S. M. Mental Imagery and Sensory Experience in Congenital Blindness. **Neuropsychologia** (26), p.1-12. 1988.

BECK-WINCHATZ, B., OSTRO, S. J. Using Asteroid Scale Models in Space Science Education for Blind and Visually Impaired Students. **The Astronomy Education Review**, v.2, n.2., p.118-126, 2003.

BÉRTOLO, H; PAIVA, T. Conteúdo visual em sonhos de cegos. **Psicologia, Saúde e Doenças**. II(1). 2001.

BOUYER, G.C. **Ergonomia cognitiva e mente incorporada**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2008.

BRONCKART, J-P. **Atividade de linguagem, textos e discursos – por um interacionismo sociodiscursivo**. 2.ed. São Paulo: Educ, 2009.

CAMARGO, E.P.de. **Ensino de óptica para alunos cegos: possibilidades**. Curitiba: Editora CRV, 2011.

CAMARGO, E.P. de. O ensino de física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de física para alunos cegos ou com baixa visão. Universidade Estadual de Campinas. Departamento de Educação. Tese de doutorado. Orientador: Dirceu da Silva, 2005.

CAMARGO, E.P.de, VIVEIROS, E.R.de Pressupostos e critérios pedagógicos para uma prática inclusiva para o ensino de física. In: **Docência e formação de Professores na Educação Superior: múltiplos olhares e múltiplas perspectivas**. Organizadores: Armindo Quillici Neto e Sílvia Ester Orrú. Curitiba: Editora CRV, 2009.

CHOI BCK, PAK AW. Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 3. Discipline, inter-discipline distance, and selection of discipline. **Clin Invest Med.**;31: E41-48. 2008

CHOI BCK, PAK AWP. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 2. Promotors, barriers, and strategies of enhancement. **Clin Invest Med.**;30:E224-32. 2007

CHOI BCK, PAK AWP. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. **Clin Invest Med.**; 29:351-64. 2006

COLIN, V. Images mentales et déficience visuelle: Ecrits psychomoteurs. **Evolutions psychomotrices**, n. 65,141-146. 2004.

CUNNINGHAM, C. Science, technology and math issues for k-12 students with disabilities. **Information Technology and Disabilities E-Journal**. V. IV, n. 4, 1997.

DAS, A.; FRANCA, J.G.; GATTASS, R.; KAAS, J.H.; NICOLELIS, M.A.L.; TIMO-IARIA, C.; VARGAS, C.D.; WEINBERGER, N.M.; VOLCHAN, E. The brain decade in debate: VI. Sensory and motor maps: dynamics and plasticity. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. 34: 1497-1508, 2001.

DE GELDER, B.; TAMIETTO, T.; VAN BOXTEL, G.; GOEBEL, R.; HAHRAIE, S.; VAN DEN STOCK, J.; STIENEN, B.M.C.; WEISKRANZ, L.; PEGNA, A. Intact navigation skills after bilateral loss of striate cortex. **Current Biology**, 18 (24), 1128-1129, 2008.

DEHAENE, S. Precise of the number sense. **Mind & language**. V.16, n.1, p.16-36, 2001.

DEHANE, S.; CHANGEUX, J-P. Development of elementary numerical abilities: A neuronal model. **Journal Cognitive Neuroscience**, 5:390--407, 1993.

DEHAENE, S.; COHEN, L.; SIGMAN, M.; VINCKIER, F. The neural code for written words: a proposal. **Trends in Cognitive Sciences** 9(7). 2005.

DEHAENE, S.; DEHAENE-LAMBERTZ, G.; COHEN, L. Abstract representations of numbers in the animal and human brain. **Trends Neuroscience**, 21, p.355–361, 1998.

DEHAENE, S., MOLKO, N., COHEN, L., WILSON, A.J. Arithmetic and the brain. **Current Opinion in Neurobiology**, N.14: p.218–224, 2004.

DEHAENE, S.; PIAZZA, M.; PINEL, P.; COHEN, L. Three parietal circuits for number processing. **Cognitive Neuropsychology**. 20(3/4/5/6), p.487-506, 2003.

DEHAENE, S.; SPELKE, E.; PINEL, P.; STANESCU, R.; TSIVIKIN, S. Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. **Science**, 284, 970, 1999.

DUVAL, R. **Ver e ensinar a matemática de outra forma – entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas**. 1.ed. Organização Tânia M.M. Campos. Tradução Marlene Alves Dias. São Paulo: PROEM, 2011.

DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano – registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. Tradução Lênio Fernandes Levy e Marisa Roâni Abreu da Silveira. 1.ed. São Paulo: Livraria Editora da Física, 2009.

ERICSSON, K. A., SIMON, H. A. Verbal reports as data. **Psychological Review**, 87, p.215-251, 1980.

GARDNER, John A. Tactile Graphics: an overview and resource guide. (Science Access Project, Department of Physics, Oregon State University). **Information Technology and Disabilities E-Journal**. v. III, n.4, December, 1996.

GAUNET, F.; THINUS-BLANC, C. Les représentations spatiales chez Le déficient visuel : apprendre à apprendre l'espace. *Enfance et cécité*. [Dossier]. - **Empan**, n. 23, 62-64. septembre 1996.

GINDIS, B. The social cultural implication of disability – Vygotsky paradigm for special-education. **Educational Psychologist**. V.30, n.2, p.77-81, 1995.

GRADY, C.A.; FARLEY, N.; ZAMBONI, N.; AVERY, F.; CLARK, B.; GEIGER, N.; WOODGATE, B. Accessible Universe: Making Astronomy Accessible to All in the Regular Elementary Classroom. **The Astronomy Education Review**. v.2, n.2, p.1-19, 2003.

GRUSH, R. The Emulation Theory of Representation: Motor Control, Imagery, and Perception. **Behavioral And Brain Sciences**, 27 (3):377-396. 2004.

HOC, J.M., & Amalberti, R. Analyse des activités cognitives en situation dynamique: dun cadre théorique à une méthode. **Le Travail Humain**, 62, 97-130. 1999.

HOC J.-M. **Supervision et Contrôle de Processus. La cognition en Situation Dynamique, Series Sciences et Technologies de la Connaissance**, Presses Universitaires de Grenoble. 1996.

HOFSTADTER, D.R. **Gödel, Escher, Bach: an eternal golden braid**. Mew York: Basics Book, 1999.

HOLLINS, M. Styles of mental imagery in blind adults. **Neuropsychologia**. 23(4):561-6, 1985.

HWANG H.J.; KWON K, IM C.H. Neurofeedback-based motor imagery training for brain-computer interface. **Journal Neuroscience Methods**. 179(1). 2009.

- KENNEDY J. M.; JURICEVIC, I. Foreshortening, convergence and drawings from a blind adult. **Perception**, 35(6) 847 – 851, 2006.
- KNAUFF, M. ; MAY, E. Mental imagery, reasoning, and blindness. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v.59, 161 – 177, January 2006.
- KNOPS, A; THIRION, B; HUBBARD, EM; MICHEL, V; DEHAENE, S. Recruitment of an Area Involved in Eye Movements During Mental Arithmetic. **Scienceexpress**, 7 may 2009.
- KOSSLYN, S. M.; BEHRMANN, M.; JEANNEROD, M. The cognitive neuroscience of mental imagery. **Neuropsychologia**, v. 33, n. 11, 1335-1344, November 1995.
- KOSSLYN, S. M., THOMPSON, W. L., KIM, I. J., ALPERT, N. M. Topographical representations of mental images in primary visual cortex. **Nature**, 378, 496-498. Reprinted in M. S. Gazzaniga (Ed.), (2000), *Cognitive Neuroscience: A Reader*. Malden, MA: Blackwell Publishers, Inc, 1995.
- KOSSLYN, S. M.; ALPERT, N. M.; THOMPSON, W. L.; MALJKOVIC, V.; WEISE, S. B.; CHABRIS, C. F.; HAMILTON, S. E.; RAUCH, S. L.; BUONANNO, F. S. Visual-mental imagery activates topographically-organized visual cortex: PET investigations. **Journal of Cognitive Neuroscience**, 5, 263–287. 1993.
- KUCERA, T.J. **Teaching chemistry to students with disabilities. Information Technology and Disabilities E-journal Rochester Institute of Technology**. ISBN 0-8412-2734-9. December, 18, 1996.
- KUMAR, David D.; STEFANICH, Greg. P.;RAMASAMY, Rangasamy. Science for Students with Visual Impairments: Teaching Suggestions and Policy Implications for Secondary Educators. **Electronic Journal of Science Education**. V.5 , n. 3 , March 2001.
- LAMBERT, S; SAMPAIO, E; MAUSS, Y; SCHEIBER, C. Blindness and brain plasticity: contribution of mental imagery? An fMRI study. **Brain Research. Cognitive**, 20(1):1-11, 2004.
- MERABET, L.B.; SWISHER, J.D.; McMANS, S.A.; HALKO, M.A.; AMEDI, A.; PASCUAL-LEONE, A.; SOMERS, D. Combined activation and deactivation of visual cortex during tactile sensory processing. *Journal of Neurophysiology*. V.97, February, 2007.
- MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.7, n. 1, 2002.
- MUTHUKUMARASWAMY, SD; SINGH, KD. Modulation of the human mirror neuron system during cognitive activity. **Psychophysiology**. 45(6): 2008.
- NEUPER, C; SCHERER, R; WRIESSNEGGER, S; PFURTSCHELLER, G. Motor imagery and action observation: modulation of sensorimotor brain rhythms during mental control of a brain-computer interface. **Clinical Neurophysiology**.120(2).2009.
- NEUPER C, SCHERER, R; REINER, M; PFURTSCHELLER, G. Imagery of motor actions: differential effects of kinesthetic and visual-motor mode of imagery in single-trial EEG. **Brain Res Cogn Brain Res**.25(3).2005.
- NEWELL, F.N., BÜLTHOFF, H., ERNST, M.O. Cross-Modal Perception of Actively Explored Objects. in: H.S. Oakley, & S. O'Modhrain (Eds.), **Proceedings EuroHaptics 2003**. Dublin, Ireland: Trinity College Dublin, 291 – 299, 2003.
- NICOLELIS, M. **Beyond boundaries: the new neuroscience of connecting brains with machines – and how it will change our lives**. New York: Times Book, 2011.

NICOLELIS MAL, CHAPIN JK. Controlling robots with the mind. **Scientific American**, 287, p.24-31, October 2002.

NICOLELIS, M., LEBEDEV, M.A. Principles of neural ensemble physiology underlying the operation of brain-machine interfaces. **Nature Reviews Neuroscience**, 10, 530-540 (July) | doi:10.1038/nrn2653. 2009

OECD. **First High-Level Forum on Learning Sciences and Brain Research: Potential Implications for Education Policies and Practices: Brain Mechanisms and Early Learning**, Sackler Institute, New York, June 16–17, organized by the OECD. 2000.

PASCUAL-LEONE, A.; AMEDI, A.; FREGNI, F.; MERABET, L.B. The Plastic Human Brain Cortex Publisher: **Annual Review of Neuroscience**, 28:377-401, 2005.

PASTRÉ, P., MAYEN, P., VERGNAUD, G. La didactique professionnelle. **Revue française de pédagogie**. N.154, 2006.

PEIRCE, C.S. **Semiótica**. Tradução José Teixeira Coelho Neto, 3.ed., São Paulo: Perspectiva, 2000.

PIATELLI-PALMARINI, M. **Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem: o debate entre Jean Piaget e Noam Chomsky**. Organizado e compilado por Massimo Piatelli-Palmarini. Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix: Editora da Universidade de São Paulo, 1983.

PIAZZA, M.; IZARD, V.; PINEL, P.; LE BIHAN, D.; DEHAENE, S. Tuning Curves for Approximate Numerosity in the Human Intraparietal Sulcus. **Neuron**, Vol. 44, 547–555, October 28, 2004.

PICARD, R. **Affective Computing**. Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.

PINEDA JA, BRANG D, HECHT E, EDWARDS L, CAREY S, BACON M, FUTAGAKI C, SUK D, TOM J, BIRNBAUM C, RORK A. Positive behavioral and electrophysiological changes following neurofeedback training in children with autism. **Research in Autism Spectrum Disorders**, 2. 557-581. 2008.

PINEL, P.; PIAZZA, M.; LE BIHAN, D.; DEHAENE, S. Distributed and Overlapping Cerebral Representations of Number, Size, and Luminance during Comparative Judgments. **Neuron**, V. 41, p.1–20, March 25, 2004.

PINKERS, S. A computational theory of the mental imagery medium. **NATO advanced research workshop on imagery and cognition**, n. 42, 17-32, 1988.

PREECE, J.; ROGERS, I.; SHARP, H. **Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador**; Porto Alegre: Bookman, 2007.

PYLYSHYN, Z.W. **Things and places – how the mind connects with the world**. Cambridge: A Bradford Book/MIT Press, 2007.

PUNIE, Y. **A social and technological view of Ambient Intelligence in Everyday Life: what bends the trend? European Media, Technology and Everyday Life Research Network**. European Commission (EMTEL), 2003.

QIAO, E.T. Bases cérébrales de la lecture des mots manuscrits : Etude comportementale et en IRM fonctionnelle. **Master de Sciences Cognitives**. EHESS/ENS/Université PARIS 5. 2007.

RAZ, N; AMEDI, A; ZOHARY, E. V1 Activation in Congenitally Blind Humans is Associated with Episodic Retrieval. **Cerebral Cortex**,15(9).2005.

RAYNARD, F. **Se mouvoir sans voir. Education et rééducation fonctionnelle des aveugles et des malvoyants**. Éditions : Corcelles-le-Jorat (Suisse) : Yva Peyret, 1991.

- REGO-MONTEIRO, P., MANHÃES, L.P., KASTRUP, V. Questões Acerca da Teoria da Compensação no Campo da Deficiência Visual. **Revista Benjamin Constant**, n.36, Abril, 2007.
- ROGERS S.J.; HEPBURN, S.L.; STACKHOUSE, T.; WEHNER, E. Imitation performance in toddlers with autism and those with other developmental disorders. **Journal of Child Psychology and Psychiatry and allied disciplines**. 44:763–781, 2003.
- ROS, T.; MUNNEKE, M.A.M.; DIANE, R.; GRUZELIER, J. H.; ROTHWELL, J. C. Endogenous control of waking brain rhythms induces neuroplasticity in humans **European Journal of Neuroscience**.31(4).2010.
- SADATO, N.; PASCUAL-LEONE, A.; GRAFMAN, J.; DEIBER, M.P.; IBAÑEZ, V.; HALLETT, M. Neural networks for Braille reading by the blind. **Brain**, 121, 1213-1229, 1998.
- SADATO, N.; PASCUAL-LEONE, A.; GRAFMAN, J.; IBAÑEZ, V.; DEIBER, M.P.; DOLD, G. et al. Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects. **Nature**, 380, 526-528, 1996.
- SANTAELLA, L. **Matrizes da linguagem e pensamento: Sonora, visual, verbal –aplicações na hipermídia**. 3.ed. São Paulo: Iluminuras/FAPESP, 2005.
- SCHLEPPENBACH, D. Teaching science to the visually impaired. **Information Technology and Disabilities E-Journal**. December, 1996.
- SHELLENBERG, E.G., Examining the association between music lessons and intelligence. **British Journal of Psychology**. V.102, p.283-302, 2011.
- SCHNEUWLY, B., DOLZ, J. Gêneros orais e escritos na escolar. Campinas: Mercado de Letras, 2004.
- SOCIETY FOR NEUROSCIENCE. Translational Neuroscience Accomplishments. 2003.
- SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias**, Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A, 1999.
- SOUZA, I.L.de. A competência leitora na perspectiva do SARESP – a habilidade de inferir informação implícita em texto escrito. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.
- STEPHAN, P.F. Cognitive design. **Swiss Design Network** (Hrsg.)p. 107-124. 2005
- THÉORET, H.; MERABET, L.; PASCUAL-LEONE, A. Behavioral and neuroplastic changes in the blind: evidence for functionally relevant cross-modal interactions. **Journal of Physiology**. Paris 98, 2004.
- TORINO, C., MENDES, C.R. Avaliação educacional e educação estatística – um olhar sobre os resultados do SARESP. Anais do XIV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas - 29 e 30 de setembro de 2009.
- UNESCO. The science of thinking, and science for thinking: a description of cognitive acceleration through science education (CASE). Philip, Adey. International Bureau of Education, Switzerland, 1999.
- VAUGHN, K. Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. **Journal of Aesthetic Education**. V.34, n.3-4, p.149-166. 2000.
- VERGNAUD, G. The theory of conceptual fields. **Human development**. V.52, n.2, p.83-94, 2009.

VERGNAUD, G. **L'enfant, la mathématique et la réalité – problèmes de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaires**. 5.ed. Suisse: Peter Lang, 1994.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

VIEILLEDENT, S.; KOSSLYN, S.M.; BERTHOZ, A.; GIRAUDO, M.D. Does mental stimulation of following a path improve navigation performance without vision? **Cognitive Brain Research**. 16, p.238-249, 2003.

VIVEIROS, E.R.de. Investigando a relação sujeito-conhecimento entre alunos da Licenciatura em Química: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. Dissertação de Mestrado. Orientador Renato Eugênio da Silva Diniz. Programa de Pós graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2005.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991. Série Psicologia e Pedagogia.

VYGOTSKY, L.S. **Fundamentos de la defectologia**. Obras Completas. Tomo 5. Editorial Pueblo y educación, Cuba, 1995.

WAISELFISZ, J.J. **O ensino das Ciências no Brasil e o PISA**. São Paulo: Sangari, 2009.

WAN, CY. Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span. **Neuroscientist**. V.16, n.5, p.566-577, 2010.

WEST VIRGINIA UNIVERSITY. **Strategies for teaching students with vision impairments** (in: Inclusion in Science Education for Students with Disabilities) (Project on Coordinated and Thematic Science (CATS), The WV Department of Education, The National Science Foundation, WVU Eberly College of Arts & Sciences).

ZACKSENHOUSE M.; LEBEDEV, M.A.; CARMENA, J.M.; O'DOHERTY, J.E.; HENRIQUEZ, C.; NICOLELIS M.A. Cortical modulations increase in early sessions with brain-machine interface. **PLoS One**, 2(7):e619, 2007.

GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 6 No 2 Diciembre 2011 Pp 51 - 62

DIFERENTES PERCEPCIONES DE UN MISMO AMBIENTE: LA CUESTIÓN DEL GÉNERO EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Job Antonio Garcia Ribeiro¹
job_ribeiro2005@yahoo.com.br
Osmar Cavassan²
cavassan@fc.unesp.br
Sandro Caramaschi³
caramas@fc.unesp.br

RESUMEN

El presente artículo relata algunas consideraciones resultantes de un trabajo de conclusión del curso en Ciencias Biológicas realizado en la Universidad Estadual Paulista, Unesp, campus Bauru. Considerando el acto de la percepción como dotado de acciones simultáneas del aparato cognitivo y de la historia de vida del individuo, tal como nos dice la fenomenología merleau-potyana, se procuró identificar el modo como alumnos y alumnas de la Educación Básica perciben un ambiente natural en el bosque⁴. El estudio fue realizado junto al proyecto de extensión “paseando y aprendiendo en el bosque” vinculado al Centro de Divulgación y Memoria de la Ciencia y la Tecnología (CDMCT) del Posgrado en Educación para la Ciencia de la misma institución. En esta actividad son realizadas aulas prácticas de campo monitoreadas por alumnos de pregrado y posgrado. El proyecto tiene como población de estudio a estudiantes de colegios públicos y privados de Bauru y sus alrededores, además de otros grupos visitantes. Los datos fueron recolectados usando las representaciones en forma de dibujos libres de aquel ambiente, después de la actividad. Por medio del análisis cuali-cuantitativo, los resultados nos permitieron destacar diferencias en la forma con la cual los géneros percibieron y en consecuencia representaron la vegetación del bosque. Los dibujos masculinos contenían mas cantidad de elementos no vivos, en tanto las representaciones femeninas, además de poseer más detalles botánicos, esbozaban con frecuencia animales y personas. El marco de los dibujos hechos por los niños se dio de forma mas cerrada, en tanto que las representaciones de las niñas consideraron el contexto y el todo del lugar visitado. Así, destacamos la necesidad de discusiones más profundas en el ámbito de la percepción del ambiente que consideren las diferencias en las representaciones de niños y niñas dentro del contexto de la enseñanza de las ciencias naturales, buscando, eso si, evitar prejuicios sin fundamento que acarreen cualquier grado de discriminación.

Palabras clave: diferencia de género, percepción del ambiente, clases de campo.

¹ Mestrando do programa de Pós Graduação em Educação para la Ciencia. UNESP Bauru. Brasil

² Ph.D. Programa de Pós Graduação em Educação para la Ciencia. UNESP Bauru. Brasil

³ Ph.D. Programa de Pós Graduação em Psicologia del Desarrollo y el Aprendizaje. UNESP Bauru. Brasil

⁴ El termino “bosque” se usa como traducción del termino “cerrado”, el cual representa una vegetación típica del Brasil.

ABSTRACT

This paper relates some considerations resulting from a thesis study in Biological Sciences held at Universidade Estadual Paulista - Unesp, Bauru Campus. Considering the perceptual act endowed with simultaneous actions of the cognitive apparatus and the individual's life history as the merleau-pontyana phenomenon tells us, the work aimed to identify how boys and girls in elementary school realize a natural savanna. The study was realized with the extension project "Walking and learning at the *cerrado*" in the Center for Memory and Dissemination of Science and Technology (CDMCT) of Postgraduate Education for Science in the same institution. Classes were held in these practical activities, monitored by undergraduate and graduate students, and, the project focuses on students from public and private schools in Bauru and region, and other visiting groups. Data collection was performed using the representations in the form of free drawings of students of their environment after the activity. Through qualitative and quantitative analysis, the results allowed us to highlight differences in the way in which genders perceived and thus represented the fragment of *cerrado* vegetation. The male drawings contained a larger amount of non-living elements, whereas the representations by women, besides their botanical details, often drew on animals and people. The framework of the drawings by the boys took the nearest way, whereas by the girls more often considered the representations and the entire context of the site visited. So, we emphasize the need for further discussions within the perception of the environment to consider differences in the representations of boys and girls within the context of the teaching of natural sciences, seeking, however, to avoid unsubstantiated preconceptions that may cause any degree of discrimination.

Keywords: *gender differences, perception of the environment, practice classes.*

Introducción

De acuerdo con Reigota (1998), la percepción que los individuos poseen del medio ambiente o la manera como lo representan, interfiere en la forma como se relacionaran con él. En este sentido, creemos que uno de los primeros pasos para una práctica educativa ambiental, debe considerar la manera como el ambiente (sea natural o construido) es percibido por los agentes que se encuentran en él.

Sin embargo, ¿que entendemos por el término *percibir*? En este estudio, adoptamos una postura fenomenológica, en la cual el acto perceptible se liga tanto a las sensaciones, como a la acción cognitiva. De acuerdo con Penna (1982), los datos sensoriales y su formación organizada se producen simultáneamente, es decir, cuando percibimos algo, además del conocimiento, aprendemos también sensaciones, valores y actitudes.

Del Rio y Oliveira (1996) consideran la percepción como un proceso mental en el cual, a partir del interés y de la necesidad, estructuramos y organizamos nuestra interfase con la realidad y el mundo, seleccionando las informaciones percibidas y dando significado a ellas.

La percepción unifica las funciones motoras y afectivas, lo cual permite pensar que las cosas no son objetos cuyas leyes podemos detener, sino una cierta forma de desarrollo y un proceso de elaboración que jamás concluye. Percibir para la fenomenología es, por tanto, "tornar algo presente con la ayuda del cuerpo, manteniendo siempre el lugar de cada cosa en una perspectiva de mundo y descifrando al colocar cada detalle en las percepciones mas adecuadas" (Merleau-Ponty, 1990, p.93).

El acto perceptivo no decodifica estímulos simplemente de manera lineal, como estímulo-respuesta, sino que refleja la estructura de nuestro cuerpo frente al entorno en contextos sociales, culturales y afectivos múltiples, donde la estructura orgánica y la estructura psíquica estarían íntimamente relacionadas. De modo que, conocer es un proceso continuo, una exploración exhaustiva del mundo, y nuestra mirada es el acto mediante el cual experimentamos la realidad, percibiendo, imaginando, juzgando, etc.

En la concepción fenomenológica de percepción, mente (pensamiento) y cuerpo (acción) no están separados. Sentir y comprender constituyen un mismo acto de significación y, en palabras de Merleau-Ponty (2006, p.280) “todo saber se instala en los horizontes abiertos de la percepción”. Tenemos entonces que el conocimiento perceptivo es también creación, no solamente adecuación de determinado objeto al sistema cognitivo mediado por las sensaciones. En la medida en que hay cierto estímulo ya existe cierta acción del cuerpo. Así, no se afirma que los estímulos ocasionan ciertas respuestas de modo directo, sino que todo parece ocurrir al mismo tiempo (Nóbrega, 2008).

A percepção não é uma ciência do mundo, não é nem mesmo um ato, uma tomada de posição deliberada; ela é o fundo sobre o qual todos os atos se destacam e ela é pressuposta por eles. O mundo não é um objeto do qual possuo comigo a lei de constituição; ele é o meio natural e o campo de todos os meus pensamentos e de todas as minhas percepções explícitas. (Merleau-Ponty, 2006, p.6).

En este sentido, podemos inferir que tanto el aparato biológico como el círculo social y cultural en el cual el individuo está inmerso actúan sobre el modo como él percibe el mundo a su alrededor, su ambiente. Sin embargo, cómo este asunto se articula cuando lo relacionamos con las diferencias de género? Hombres y mujeres, niños y niñas, si bien poseen estructuras biológicas diferentes, o aún, son educados para actuar como géneros distintos, perciben el ambiente de forma diferente?

Durante mucho tiempo las diferencias entre los géneros fueron motivos de grandes discusiones en las sociedades patriarcales. Hombres eran superiores, dotados de mayores capacidades y habilidades, un ejemplo puede ser el gran número de profesionales masculinos en áreas de investigación científica. En la lucha contra las injusticias y diferencias sociales aplicadas a las mujeres, a final del siglo XVIII surgen los primeros movimientos feministas levantando la bandera: “igualdad de derechos y derecho a la diferencia”. En el Brasil, después de muchos esfuerzos y reivindicaciones, solamente con la Constitución Federal de 1988 se firmo, en teoría, la total igualdad de derechos y obligaciones entre hombres y mujeres (Rosa y Calegari, 2004)

Sin embargo, vale resaltar las palabras de Allan y Barbar apase (2000, p.19): “Si hombres y mujeres tienen derechos iguales, este es un asunto político y moral. Si son idénticos, es un asunto científico”.

Kandel y colaboradores (2003) apuntan que las diferencias sexuales estructurales han sido descritas en el encéfalo humano, y que pueden ser demostradas en el aspecto cognitivo. “Los hombres tienen mejor desempeño que las mujeres en tareas viso- espaciales y las mujeres un mejor desempeño que los hombres en tareas verbales, afirman (*ibid.*, p.142)

Para Cahill (2005), hay una influencia de género en varias áreas cognitivas y de comportamiento, incluyendo por ejemplo; la memoria, emoción, visión, audición, procesamiento de rostros y respuesta del cerebro a las hormonas del estrés. El asunto neuro-anatómico es bastante destacado en las diferencias entre hombres y mujeres, siendo que en el género femenino

dos áreas de los lóbulos frontales y temporales relacionados al lenguaje son significativamente más grandes, ofreciendo entonces una posible causa biológica para la notoria superioridad mental de las mujeres, en relación con el lenguaje (Sabatini, 2000).

Otro factor ligado a esas diferencias estaría en las hormonas sexuales. El estrógeno en las mujeres posee un importante papel junto a la memoria; hay una profunda influencia sobre la forma como las mujeres aprenden, piensan, se recuerdan de cosas. De modo que, el género femenino retiene más la palabra hablada en la memoria que los hombres, y entonces, escuchan, entienden, comprenden y producen el lenguaje hablado de forma diferente (Legato, 2005).

La diferencia cerebral entre los géneros posiblemente ocurrió durante todo el proceso evolutivo humano. En épocas más antiguas cada sexo tenía su papel definido para garantizar la sobrevivencia de la especie. Los hombres tenían como función cazar para llevar el alimento a su familia, desarrollando, así, su sentido de dirección y noción espacial. Mientras que la mujer era la protectora de la especie, desarrollando habilidades de guardiana de las crías (Rosa; Calegaro, 2004).

Los hombres, como cazadores y proveedores de alimento para la familia, desarrollaron en sus aparatos cognitivos un sentido más preciso de la dirección, puntería y localización. Las mujeres, a su vez, al cuidar y proteger la cría, adquirieron mayor sensibilidad para percibir los pequeños cambios en el comportamiento de su prole, como los estados emocionales. Esto justificaría las habilidades sensoriales mucho más agudas en relación con los hombres. Los hombres, al no permanecer mucho tiempo cerca de la familia, no necesitaban interpretar las señales no verbales u otras formas de comunicación interpersonal (*ibid*).

Discuten también Rosa y Calegaro (2004), que con una determinada rutina, la mujer acaba desarrollando también un campo visual con mayor alcance a su alrededor. Ocurre, porque, mientras los hombres salen a cazar, las mujeres caminan cerca de las cavernas, buscando frutas en los alrededores y, al mismo tiempo, necesitan estar atentas a los cuidados de su prole. Por otro lado, los hombres acabaron desarrollando una visión más focal y de larga distancia para lograr la caza con mayor precisión.

Estudios de comportamiento sugieren que algunas de las diferencias sexuales en el cerebro surgen antes del nacimiento, siendo influenciadas apenas por el ambiente social. Al escoger juguetes, niños y niñas toman rumbos diferentes. Los niños tienden a preferir pelotas o carros, es decir, objetos que se puedan desplazar en el espacio, mientras las niñas en su mayoría optan por las muñecas (Cahill, 2005), lo que contribuye para el desarrollo de sus habilidades empáticas (Baron-Cohen, 2003).

Para el profesor británico de psiquiatría Simon Baron-Cohen (*ibid*), la superioridad femenina en el lenguaje resulta de su mayor capacidad de empatía, y la habilidad espacial masculina se asocia a la mayor capacidad de sistematización. Empatía es la capacidad de identificar emociones y pensamientos de otra persona, respondiendo a ellos con una emoción apropiada. Se tiene la finalidad de comprender, prever y establecer una conexión emocional. Mientras la habilidad de analizar, explorar y construir sistemas, descubrir intuitivamente como las cosas funcionan y entenderlas, se refiere a lo que denominamos de sistematización. Ambos son procesos enteramente diferentes: uno funciona para sacar conclusiones sobre el comportamiento del individuo y el otro, para trabajar con un número enorme de sistemas.

[...] Para la sistematización, es necesario el distanciamiento, de tal forma que se pueda monitorear la información y determinar que factores la hacen variar. Para la empatía, es necesaria alguna

aproximación, de modo que sea posible reconocer que usted no está interactuando con un objeto, sino con una persona que tiene sentimientos, y que esos sentimientos afectan los suyos (Baron-Cohen, 2003, p.20)

Baron-Cohen considera, por lo tanto, que el cerebro femenino es predominantemente programado para la empatía y el masculino para sistemas de construcción y comprensión. Sin embargo, no todos los hombres poseen la mente totalmente masculina ni todas las mujeres femeninas. La idea principal es que más hombres que mujeres poseen el cerebro tipo S (de sistematización), y más mujeres que hombres poseen el cerebro tipo E (de empatía).

Es importante destacar que los patrones culturales también constituyen una fuente importante de las diferencias comportamentales entre los géneros. Muchas culturas establecen el que y el como los hombres hacen un determinado conjunto de cosas y lo mismo para las mujeres, aprobando aquellos que siguen ciertos preconceptos de acuerdo con su sexo biológico (Hoshino, 1993). La distinción biológica del sexo es genética, pero los roles sexuales, es decir, los modos de actuar socialmente prescritos en determinadas situaciones, son dictados por la sociedad y, por tanto, adquiridos (Telford; Sawrey, 1971). Así, el comportamiento no se hereda, sino que se relaciona con la constitución genética.

Podemos entonces, relacionar factores sociales y fisiológicos diciendo que ambos actúan de forma recíproca sobre el comportamiento humano. Sin embargo, defendemos que las diferencias citadas antes no significan superioridad o inferioridad entre los géneros, sino que muestran distintas habilidades. “Hombres y mujeres utilizan estrategias diferentes para desempeñar las mismas funciones cognitivas [...] llegan al mismo lugar al mismo tiempo, pero por caminos diferentes”, afirma Rolnick (2005, p.148)

En cuanto a las distintas percepciones entre hombres y mujeres, destacamos el trabajo de Schwarz, Sevegnani y André (2007) que analizaron dibujos de niños y niñas con edad entre seis y catorce años con el objetivo de evaluar las representaciones de la Floresta Atlántica y su biodiversidad. Los resultados demostraron que hubo distinciones entre los géneros. Elementos como flores y mariposas, por ejemplo, fueron más representados por las niñas, mientras que árboles, arbustos, la presencia humana, aves y diversas formas de animales aparecieron con mayor frecuencia en los dibujos masculinos.

Para los autores habría una conexión lógica entre los elementos representados según el género y los temas que surgen. Las niñas diseñaron con mayor frecuencia el buen estado de la floresta Atlántica, así como fueron ellas quienes más hicieron recomendaciones para la preservación del bioma. “Ellas son más positivas que los niños y ven menos problemas relacionados a la Floresta Atlántica”, complementan Schwarz et al, (2007, p.383)

Reiss y Tunnicliffe (1999) realizaron un estudio abordando los procesos mentales utilizados por niños de varias edades (5,8,10, y 14 años) para clasificar seis especies vegetales. Constataron que de forma diferente a las niñas, los niños además de los aspectos anatómicos, consideraron el hábitat como característica importante en la clasificación de las especies utilizadas en la actividad.

Otro trabajo donde se verificaron las diferencias de género en el contexto educacional es el de Pinheiro da Silva y colaboradores (2006). Después de la categorización de las manifestaciones espontáneas de los alumnos que participaron de una clase práctica de campo, se observó mayor interés de las niñas con relación a los aspectos estéticos, tanto como el interés por la comprensión de las relaciones ecológicas y actitudes de preservación (no presentados por los

niños). Los resultados obtenidos permitieron suponer que las diferencias de interés entre niños y niñas debían ser consideradas cuando se pretende utilizar espacios no formales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la botánica y la ecología.

Aun cuando los estudios citados anteriormente nos permitan sugerir que niños y niñas puedan percibir un determinado ambiente o elemento natural de manera distinta, son pocos los trabajos que se arriesgan en este tema. Creemos en la complejidad de ese abordaje y en el riesgo que se corre al trabajar esta temática y por lo tanto, proponemos en esta investigación, identificar posibles distinciones perceptivas entre los géneros cuando son inmersos en una clase práctica de campo, en un ambiente natural.

Para eso, levantamos la pregunta sobre si habría diferencias en la forma mediante la cual niños y niñas representan y por lo tanto, perciben el ambiente, en especial una parte de la vegetación del bosque.

1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo se fundamentó en identificar posibles distinciones en la manera como niños y niñas de séptimo año de Educación Básica representan, en forma de dibujos, el ambiente en el cual son realizadas las aulas prácticas de campo. Se propuso también fomentar futuras discusiones en el contexto de la enseñanza de las ciencias en cuanto a las diferentes percepciones que los géneros poseen a la hora de abordar la temática ambiental.

2. Metodología

Los datos fueron recogidos en una actividad de extensión “Paseando y aprendiendo en el bosque” este proyecto está vinculado al Posgrado en Educación para la Ciencia de la facultad de Ciencias, de la Unesp campus Bauru.

En este lugar se realizan clases prácticas de campo en un ambiente natural de bosque, donde los estudiantes y profesores de colegios públicos y privados desarrollan una variedad de temas dentro de la enseñanza de la botánica y la ecología. Este proyecto se vincula al Centro de Divulgación y Memoria de la Ciencia (CDMCT) de la misma institución e inicia o complementa las actividades realizadas en el salón de clase de cada docente.

Alumnos becarios del curso de Licenciatura en Ciencias Biológicas, tanto como estudiantes de maestría de los campus de Bauru y Botucatu, actúan como monitores del proyecto, orientando las clases prácticas allí realizadas.

El área visitada se localiza en la Reserva Legal de la Unesp, y es revestida en toda su extensión con vegetación nativa de bosque. Ella presenta en su mayoría fisionomía forestal y una capa de arbustos y hiervas poco desarrolladas, este paisaje es conocido como “cerradão” o “savana florestada” (Cavassan; Pinheiro da Silva; Seniciato, 2006)

Aún cuando otras informaciones ya se hayan recolectado y analizado en Ribeiro (2008), para el presente trabajo fueron seleccionados los datos referentes a los dibujos elaborados en clase por los alumnos y alumnas visitantes del proyecto después de la actividad de campo.

De acuerdo con Barraza (1999), los dibujos demostraron el conocimiento y la percepción visual, necesarios para el desarrollo de las representaciones mentales, y de este modo se torna una herramienta en la cual se pueden expresar las percepciones de cada individuo. Justificamos

entonces, el uso de esta metodología, toda vez que investigadores de diferentes áreas del conocimiento utilizan dibujos libres, entre los cuales están: Dove, Everett y Preece (1999), Barraza (1999), Alerby (2000), McNair y Stein (2001), Schwarz, Sevegnani y André (2007) y, Martinho y Talamoni (2007), como forma de identificación de las representaciones del medio ambiente.

El análisis de los dibujos sobre la vegetación del bosque se basó en criterios cualitativos, donde diferentes categorías fueron establecidas, las cuales son: coloración del dibujo (color o blanco y negro); proximidad/alcance, siendo dividida en subcategorías (distante, intermedio y cercano); número de personas; número de animales, número de construcciones y otros (refiriéndose a plantas, nubes, seres inanimados, etc); cualidad estética y detalles botánicos (dividido en las siguientes subcategorías: pocos, intermedio y muchos). Posteriormente fueron realizados análisis estadísticos no paramétricos, donde se utilizó el test “qui-cuadrado” (χ^2), por medio del programa estadístico BioEstat 5.0 con nivel de significado por convención de $p < 0,05$.

Este test es considerado como opción de preferencia al ser menos sensible a los desplazamientos presentados por la baja frecuencia (Huout, 2003; Barraza, 1999).

3. Resultados y discusión

En total fueron analizados 104 dibujos de los cuales 45 representaciones fueron de niños y 59 de niñas.

Observamos que 73% de las niñas representaron sus dibujos usando colores, mientras entre los niños este número fue del 27%, lo cual indica una diferencia significativa ($g.l=1$, $p=0,0373$ e $\chi^2 = 4,978$). A nuestro modo de ver, el género femenino busca representar de manera más fidedigna la realidad percibida al utilizar una variedad de tonos y colores, lo que no es común en el género masculino que visualiza con mayor frecuencia las formas de los elementos.

Otro aspecto analizado fue el de los detalles botánicos. En la subcategoría “muchos”, el porcentaje de niños llegó apenas al 13%, y el de las niñas llegó al 27%. También fue más expresivo el porcentaje femenino en la subcategoría “intermediarios” (20%) en relación con el género masculino (15%). Ya en la subcategoría “pocos” observamos un porcentaje de 67% para los niños y 58% para las niñas.

Cabe justificar que agregamos en la subcategoría “muchos” los dibujos que presentaron más de dos características morfológicas de las especies vegetales y que indicaban nominalmente más de dos objetos/fenómenos naturales observados en la caminata. En este grupo también incluimos los dibujos que caracterizaban individualmente los participantes del aula práctica de campo (por ejemplo: alumnos, profesores, monitores, representados con sus uniformes, color de cabello, color de ojos, etc.).

Las representaciones que indicaban nominalmente al menos un objeto/fenómeno natural, esbozaban por lo menos una característica morfológica de las especies vegetales apuntadas en la caminata (por ejemplo: hojas codiformes –forma de corazón- de la especie *Coccoloba mollis* Casaretto o el súber del *Angico-do-cerrado*) o individuos representados por garabatos, fueron incluidos en la subcategoría “intermediarios”. En la subcategoría “pocos” colocamos los dibujos que hicieron diferencias entre formas y especies vegetales, las representaciones que no indicaron nominalmente cualquier objeto/fenómeno natural y aquellos que no esbozaron los participantes de la actividad.

Estadísticamente significativos ($\chi^2 = 6,262$; g.l.=2 e $p = 0,0437$), esos datos nos muestran la percepción más detallada del género femenino frente a los fenómenos naturales presentes en el sendero. Hecho que también encontró Schwarz y colaboradores (2007), donde las niñas demostraron percibir un mayor número de detalles cuando se compara con el género masculino.

En relación a las representaciones de elementos vivos, un mayor porcentaje de niñas (13,5%) retrató “personas”, mientras que del total de niños, apenas el 4,5% representó figuras humanas. Esta misma diferencia también fue destacada por Schwarz *et al.* (*ibid*). En relación a las representaciones de “animales”, las niñas nuevamente obtuvieron un mayor porcentaje: 30,5% contra 29% del total de niños. Aunque el género masculino alcanzó 13,4% en la categoría “construcciones” (kioskos⁵ localizados en los alrededores del sendero), mientras que 10,2% de las niñas representaron tales objetos. En cuanto a los demás elementos (nubes, sol, piedras, etc), categoría “otros”, en la cual incluimos los elementos vegetales por ser numéricamente difíciles de contar, los dibujos masculinos representaron 53,1% mientras que los femeninos 45,8%.

Aún cuando estadísticamente no significativos ($\chi^2 = 5,511$; g.l.= 2 e $p = 0,1380$), los datos nos permitieron observar que la percepción del género masculino se volcó más sobre los elementos contruidos, no-naturales, y las representaciones femeninas pudieron demostrar la atención prestada a los elementos naturales, tales como animales observados durante el recorrido de la actividad. Es posible que tales datos al respecto de las representaciones hayan sido determinados, al menos en parte, por la sistematización y por la empatía que presenta diferencias entre los géneros. Según Baron-cohen (2003), la mayoría de las mujeres tiene mayor capacidad de empatía, lo que significa decir que poco se identifican con objetos, al poseer mayor afinidad o identificación con elementos con los cuales puede interactuar (animales y personas, para este caso).

Desde esta concepción, el género masculino de manera general, posee mayores habilidades de sistematización, es decir, de análisis, explora y construye sistemas, descubre intuitivamente como las cosas funcionan y las entiende (Baron-Cohen, 2003). De este modo, una posible justificación para la percepción asociada a los elementos inanimados, a las construcciones alrededor del sendero.

En la categoría calidad estética, las niñas obtuvieron mayor porcentaje en la subcategoría “bueno” (34%), mientras que el mayor porcentaje alcanzado para los niños fue en la subcategoría “Malo”, con un porcentaje de 37,8%. Para el género masculino obtuvimos los siguientes valores: 15,5% (pésimo), 20% (regular), 24,4% (bueno), y 2,3% en el ítem “Óptimo”. El género femenino presentó valores de 12% para “Pésimo”, 23,7% para “Malo”, 27% para “Regular” y 3,3% en la subcategoría “Óptimo”

Aplicamos en tales subcategorías una escala de fidelidad con los fenómenos observados, partiendo de dibujos que representaron objetos/fenómenos descontextualizados con la actividad o imágenes incompletas que imposibilitaron identificar las figuras indicadas (subcategoría “pésimo”) hasta representaciones que incluían un mayor número de detalles, tanto como la consonancia con los elementos y fenómenos presentes en el sendero (“subcategoría “óptimo”).

Por no representar grandes diferencias, el test “qui-cuadrado” no resultó significativo para los datos obtenidos ($\chi^2 = 6,477$; g.l.= 4 e $p = 0,1662$). Aún cuando las categorizaciones realizadas hayan sido aplicadas sin la identificación inicial del género del estudiante, resaltamos

⁵ benfeitorias

y reconocemos la arbitrariedad de esta clasificación, una vez que, la mirada del investigador esta dotada de subjetividad y otra persona podría obtener diferentes resultados con los mismos dibujos. Entonces, ni podemos inferir un análisis más profundo en cuanto a esa categoría.

Con relación al “alcance y/o cercanía” el dibujo representado, observamos en la subcategoría “distante” (en la cual los estudiantes representaron el sendero por medio de una vista aérea, semejante a un mapa), un porcentaje de 33% para los niños y 46% para las niñas. En un nivel “intermediario” de alcance este número fue mayor para los niños (47%) , mientras que fue 37% para las niñas. En la citada subcategoría, agrupamos los dibujos que representaron la vegetación y el camino recorrido por los estudiantes y que incluían frecuentemente elementos externos al sendero. Las representaciones incluidas en la subcategoría “próxima”, caracterizadas por indicar una visión interna de la vegetación en la cual se enfocaban determinadas especies, determinados puntos específicos del sendero, tuvieron valores cercanos entre los géneros: 20% para los niños y 17% para las niñas.

Aunque el análisis estadístico no haya mostrado significado en las diferencias ($\chi^2= 3,573$; g.l= 2 e $p= 0,1675$), podemos trazar algunos cuestionamientos, entre los cuales están: ¿Establecen las percepciones femeninas mayor relación entre la parte y el todo, al ver que representaron el recorrido del sendero de manera más global espacialmente? ¿Los niños al representar con mayor frecuencia una mayor cercanía al ambiente, están más enfocados en elementos específicos, más en la parte que en el todo?

4. Conclusión

Consideramos que el uso de diversos procedimientos de enseñanza, más específicamente en la enseñanza de la botánica y la ecología, se puede fomentar una actitud reflexiva en la medida en que ofrece oportunidades de participación, donde los estudiantes vivencien una variedad de experiencias y sean llevados a tomar decisiones, hacer reflexiones y llegar a conclusiones (Pinheiro da Silva, 2008). Actividades como la realizada en el proyecto “Paseando y aprendiendo en el bosque” permiten que los estudiantes elaboren sus propias interpretaciones de los contenidos involucrados y razone sobre y por medio de los fenómenos naturales con el valor agregado, de estar en el ambiente a ser estudiado, viviendo aquel momento, que envuelve consecuentemente la percepción e, inclusive, valores estéticos, como afirman Seniciato y colaboradores (2006).

Por lo tanto, estamos de acuerdo con Caldeira (2005) cuando destaca que nuestros sentidos poseen un papel evolutivo en la adaptación al medio, eso porque necesitamos de ellos para interpretar variaciones y mantener la homeóstasis en relación al ambiente.

Essa percepção, contudo, não significa uma via de acesso privilegiada e direta para conhecer o real; mas, ao utilizarmos os sentidos para percebê-lo, e/ou admirá-lo, estamos voltando nossa atenção a uma compreensão ampliada de relações e a tecer novas relações, baseadas em novos elementos; estéticos, por exemplo. Essas relações se dão em um processo que se inicia na percepção (a partir dos sentidos) e significações já elaboradas pela mente, ou seja, ressignificando-as (Caldeira, 2005, p. 19).

A partir de los análisis realizados, visualizamos diferencias entre los géneros (aún cuando no siempre son estadísticamente significativos) en relación a las representaciones en forma de dibujos y así, en la percepción de la parte de vegetación del bosque visitado, lo que responde al problema inicialmente levantado.

Tales distinciones en la acción perceptiva nos permiten inferir que, al estar la percepción relacionada al acto de conocer, niños y niñas adoptan diferentes estrategias en la visualización de fenómenos y seleccionan aquello que más los atraen.

El género femenino es más detallista, representa con mayor frecuencia objetos/fenómenos con los cuales puede interactuar así como expresa como mayor fidelidad los elementos naturales. Mientras los niños representan un menor número de detalles botánicos, presentan una visualización más focal de la vegetación explorada así como un mayor número de objetos inanimados, caracterizando una mayor identificación con sistemas –cerebro tipo “S”-, según Baron-Cohen (2003).

Una explicación para este conjunto de hechos observados no debe, sin embargo, atenerse apenas a los aspectos biológicos que diferencian los géneros, sino que también se relacionan al ambiente cultural en el cual el individuo se encuentra. Sabemos que aspectos genéticos ejercen influencias sobre las estructuras del cerebro, que a su vez, influyen en el comportamiento (Telford; Sawrey, 1971), así, reforzamos que el acto perceptivo resulta de la interacción de factores fisiológicos y ambientales.

La presente relectura de este trabajo permite fomentar debates con relación al aprendizaje de los géneros en el contexto de la enseñanza de las ciencias, sin embargo, no se propone motivar choques ideológicos. No nos contraponemos a la idea de que hombres y mujeres poseen el mismo derecho y sean entonces tratados de manera igualitaria, pero buscamos sí, exponer la necesidad de discutir diferentes estrategias de enseñanza de forma que se favorezcan y se consideren las características de cada género.

Además, estamos de acuerdo con Candiani y colaboradores (2004) cuando afirman que los estudios sobre percepción actúan muchas veces como un diagnóstico al respecto de las ideas previas, las concepciones y las prácticas de los individuos frente a las cuestiones ambientales. Si aspiramos a prácticas educativas que permitan a los individuos relacionarse mejor con el medio ambiente, cabe tomar en cuenta que los géneros perciben de modo distinto el ambiente natural, tal como una sociedad oriental posiblemente lo percibe de modo diferente de una occidental, o como un trabajador rural percibe diferente la naturaleza en relación con un habitante de la ciudad.

Al destacar las palabras de Merleau-Ponty sobre que “todo saber se instala en los horizontes abiertos de la percepción” (2006, p.280), entendemos que la aprehensión de los fenómenos naturales se hace del mismo modo, en sus diferentes modalidades de percibir el mundo, sea fundamentada en aspectos fisiológicos, sea en aspectos sociales. Lo que es fundamental en el contexto educativo es que cada género debe encontrar espacios para expresar sus características sin estar sometidos al imaginario social de superioridad o inferioridad entre niños y niñas.

Referencias bibliográficas

ALERBY, E. A way of visualising children’s and young people’s thoughts about the environment: a study of drawings. **Environmental Education Research**, Bath, v. 6, n. 3, p. 205-222, 2000.

BARON-COHEN, S. **Diferença essencial**: A verdade sobre o cérebro de homens e mulheres. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, p. 15-45, 2003.

BARRAZA, L. Children's drawing about the environment. **Environmental Education Research**. Bath, v. 5, n. 1, p. 49-67, 1999.

CAHILL, L. Ele, Ela. **Revista Scientific American Brasil**. 37 ed., n.4, p.56-63, 2005.

CALDEIRA, A. M. de A. *Semiótica e a relação pensamento e linguagem no ensino de ciências naturais*. 2005. 179 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2005.

CANDIANI, Giovano; LAGE, Manoel; VITA, Samuel; SOUZA, Welington; FILHO, Wilson. Educação Ambiental: percepção e práticas sobre Meio Ambiente de estudantes do ensino fundamental e médio. **Rev. eletrônica. Mestr. Edc. Ambient.** v.12, jan-jun, 2004.

CAVASSAN, O.; PINHEIRO DA SILVA, P. G.; SENICIATO, T. O Ensino de Ciências, a Biodiversidade e o Cerrado. *In: Divulgação Científica e Ensino de Ciências: Estudos e Experiências*. São Paulo: Escrituras, 1 ed., v. 1. p.254. 2006.

DEL RIO, V; OLIVEIRA, L. **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Studio Nobel, 1996.

DOVE, J. E.; EVERETT, L. A.; PREECE, P. F. W. Exploring a hydrological concept through children's drawings. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 21, n. 5, p. 485-497, 1999.

HOSHINO, K. Diferenças comportamentais entre homens e mulheres *In: Anais de Etologia*. Bauru: Unesp, 1993.

HUOUT, R. **Méthodes quantitatives pour les sciences humaines**. Laval: Presses de l'Université de Laval, 2003.

KANDEL, E. R., SCHWARTZ, J. H., JESSEL, T. M. **Princípios da neurociência**. São Paulo: Manole 4 ed., 2003.

LEGATO, M. J. **Por que os homens nunca lembram e as mulheres nunca esquecem**. São Paulo: Editora Campus, 2005.

MARTINHO, L. R.; TALAMONI, J. L. B. Representações sobre meio ambiente de alunos da quarta série do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2007.

McNAIR, S.; STEIN, M. Drawing on their understanding: using illustrations to invoke deeper thinking about plants. **Journal da Oakland University** online, 2001. Disponível em: <http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2001aets/s6_07_mcnair_stein.rtf>. Acesso em: 13 jun. 2010.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

MERLEAU-PONTY, M.. **O primado da percepção e suas conseqüências filosóficas**. Campinas: Papyrus. 1990

NÓBREGA, Terezinha Petrucia. Corpo, percepção e conhecimento em Merleau-Ponty. **Estudos de Psicologia**. V. 13, n. 2, p. 141-148, 2008.

PEASE, A., PEASE, B. **Por que os homens fazem sexo e as mulheres fazem amor**. 1 ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2000.

PENNA, A. G. **Percepção e Realidade**: introdução ao estudo da atividade perceptiva. Rio de Janeiro: Mercúrio Star, 1982.

PINHEIRO da SILVA, P. G. **O Ensino da Botânica no Nível Fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos**. 2008. Tese (Ensino de Ciências). Educação para Ciência, UNESP, Bauru, 2008.

PINHEIRO da SILVA, P. G., GUIMARÃES, A. G., CAVASSAN, O., PALHACI, T. P., RIBEIRO, J. A. G., RISSI, M. N., SEVERO, R. de A. O Ensino de Botânica no cerrado: Análise dos comentários dos participantes durante as atividades práticas de campo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 16. *Resumo Eletrônico*. Piracicaba, SP. 2006.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 1998.

REISS, M. J., TUNNICLIFFE, S. D. Building a Model of the Environment: How do Children See Plants? In: *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Boston, p.11, 1999.

RIBEIRO, J. A. G. *Manifestações de meninos e meninas durante aula prática de Botânica em um ambiente natural de cerrado*. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Campus de Bauru, Departamento de Ciências Biológicas, 2008.

ROLNICK, A. L. Nem melhor, nem pior: apenas diferentes. **Ciência & Cognição**. v.6, p.148-149, 2005.

ROSA, J. G., CALEGARO, M. M. Homens e Mulheres: Afinal, somos iguais ou diferentes? **Revista de divulgação técnico-científica do ICPG**. v. 01, n. 4, p. 77-81, 2004.

SABBATINI, R. M. E. Existem diferenças cerebrais entre os homens e as mulheres? **Cérebro & Mente**. Revista Eletrônica de Divulgação Científica em Neurociências; n.11, 2000.

SCHWARZ, M. L.; SEVEGNANI, L.; ANDRÉ, P. Representações da Mata Atlântica e de sua biodiversidade por meio dos desenhos infantis. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 369-388, 2007.

SENICIATO, T.; PINHEIRO da SILVA, P. G.; CAVASSAN, O. Construindo valores estéticos nas aulas de ciências desenvolvidas em ambientes naturais. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.8, n. 2, p. 97-109, 2006.

TELFORD, C. W.; SAWREY, J. M. **Psicologia: Uma introdução aos princípios fundamentais do comportamento**. São Paulo: Cultrix. p.530, 1971.

GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 6 No 2 Diciembre 2011 Pp 63 - 70

QUAIS SABERES SÃO MOBILIZADOS PARA SUPRIR AS LACUNAS NA FORMAÇÃO INICIAL REFERENTES À HISTÓRIA DA CIÊNCIA?

Bruno Tadashi Takahashi¹

brunotadashi@gmail.com

Fernando Bastos²

Ferbastos@fc.unesp.br

RESUMO

Atualmente é cada vez mais exigida a inserção da História das Ciências no conteúdo a ser trabalhado no ensino, o que gera muitas dúvidas e dificuldades nos professores que não tiveram esse conteúdo em sua formação inicial. O presente trabalho resultante de um estudo empírico qualitativo objetivou investigar como uma professora, de Biologia e Ciências de uma escola pública do município de Bauru - SP que não teve em sua formação inicial disciplinas referentes à História da Ciência, mobiliza seus saberes para inserir essa abordagem em sua prática docente. Na metodologia da pesquisa utilizamos como tema a história do DNA presente nos materiais didáticos e também realizamos entrevistas abertas e notas de campo para identificar os saberes envolvidos na prática docente, sendo adotado como referencial teórico os Saberes Docentes de Maurice Tardif. Os resultados demonstraram que mesmo com dificuldades provenientes das lacunas da formação inicial, a professora recorreu aos seus saberes experienciais para suprir essas carências além de apropriar-se de saberes provenientes dos programas e livros didáticos, porém suas lacunas dificultam uma análise mais crítica. Assim, esses dados nos conduzem a uma reflexão sobre o papel dos livros didáticos para esses professores e o processo pelo qual ocorre a consolidação dos saberes por eles construído.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Formação de Professores; História da Ciência; Saberes Docentes.

ABSTRACT

Nowadays it is increasingly required insertion History of Science on content to be worked in education, which raises many doubts and difficulties on the teachers did not have that content in their initial training. This work results from a qualitative empirical study aimed to investigate how a teacher of Biology and Science in a public school in the city of Bauru - SP was not in their initial training courses relating to the History of Science, mobilizes their knowledge to enter such an approach in their teaching practice. In the research methodology used as its theme the history of DNA present in the materials and also conduct open interviews and field notes to identify the knowledge involved in teaching practice and was adopted as the theoretical framework of Maurice Tardif's Docent Knowledge. The results showed that even with difficulties arising from gaps in initial training, the teacher resorted to their experiential knowledge to meet these needs

¹ Mestrando do programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência. UNESP Bauru. Brasil.

² Ph.D. Programa de Pós Graduação en Educación para la Ciencia. UNESP Bauru. Brasil

in addition to appropriate knowledge from the programs and textbooks, but its shortcomings make it difficult to analyze more critically. Thus, these data lead us to a reflection on the role of textbooks for these teachers is the process by which the consolidation of the knowledge they constructed.

Keywords: *Science Teaching; Teachers Formation; History of Science; Teaching Knowledge's.*

Introdução

Uma das características do desenvolvimento das Ciências é a não neutralidade, sendo assim, existem diversas perspectivas de análise que podem ser utilizadas, como por exemplo, pelos fatores sociais, econômicos, políticos que determinam as Ciências. Portanto a História da Ciência ultrapassa a barreira apenas descritiva.

Essas distintas metodologias de análise empregadas pelos historiadores podem ser classificadas como: internalista ao considerar as dificuldades inerentes no desenvolvimento da ciência; um segundo ponto de vista denominado externalista analisa os fatores considerados externos que intervêm no desenvolvimento da ciência como os condicionantes sociais, políticos e econômicos; uma terceira estuda determinada área sob as duas visões; e uma tipologia de análise que surge pela fusão das metodologias internalista e externalista (Bassalo, 1992).

No contexto atual a História das Ciências vêm crescendo expressivamente na área da educação. Entretanto as discussões sobre sua inserção no Ensino datam desde o fim do século XIX no qual professores ingleses cogitavam a inclusão da História das Ciências para motivar os estudantes (Sequeira & Leite, 1988; Tavares, 2010). Todavia, mesmo sendo antigas essas discussões, ainda existem muitos pontos que devem ser mais bem investigados, entre eles, a situação da História das Ciências nos currículos dos cursos de formação inicial de professores, a visão da História das Ciências presente nos materiais didáticos utilizados nas salas de aula, entre outros.

Assim cursos de licenciatura vêm orientando seus currículos com o viés histórico. Trindade (2008) cita como exemplo as Faculdades Oswaldo Cruz que apresentam os cursos de formação de professores em que a História da Ciência encontra-se articulada com as demais disciplinas. Para esse autor tais ações se mostram favoráveis ao ensino, pois permitem uma formação mais abrangente e holística do conhecimento, justificando assim o objetivo da inserção dessa perspectiva na formação de professores além de favorecer uma visão mais ampla da ciência e dos cientistas (Trindade, 2008).

No contexto brasileiro os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000) defendem uma aprendizagem da Biologia que possibilite o entendimento da natureza e dos limites dos distintos sistemas explicativos.

Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico. (Brasil, 2000, p.14)

Assim, as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas implantam nos conteúdos básicos dos professores em formação inicial os conhecimentos referentes a fundamentos filosóficos e sociais que devem assegurar “(...) conhecimentos básicos de: História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua

atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos”. (Brasil, 2001, p. 05).

Entretanto, ainda não são todos os cursos de formação de professores que apresentam a História da Ciência em seu currículo. Almeida e Linardi (2009) ao realizarem um intenso levantamento nos currículos dos cursos de Licenciatura em Matemática em Porto Alegre - RS e região metropolitana constaram que ainda havia instituições que não apresentavam disciplinas específicas ou referentes à História da Matemática em seus currículos.

Portanto, muitos professores apresentam uma lacuna em sua formação inicial ao analisarmos sob o olhar das Diretrizes e Parâmetros Curriculares que atualmente consideram a importância da História da Ciência no ensino. Sob essa intencionalidade objetivamos elaborar um quadro geral sobre o panorama dessa abordagem na prática docente de uma professora atuante e buscando investigar a seguinte questão de pesquisa: *Como uma professora que não teve em sua formação inicial disciplinas referentes à História da Ciência mobiliza seus saberes para inserir essa abordagem em sua prática docente?*

1. Metodologia

Sobre a metodologia se requer apresentar os argumentos que levaram a escolher a esta professora como participante da pesquisa, assim mesmo como foi o processo para que a professora trabalhasse um enfoque da História da Ciência, apesar de não ter participado desta formação inicial.

A pesquisa de abordagem exploratória qualitativa foi realizada em uma Escola Estadual do Município de Bauru - SP buscando registrar e analisar as informações obtidas através de notas de campo em reuniões no horário de trabalho pedagógico coletivo, ou por meio de entrevistas abertas em horários de trabalho pedagógico livre.

Participou desse estudo uma professora que leciona as matérias de Biologia e Ciências que não teve contato com a História da Ciência em sua formação inicial com a finalidade de analisarmos quais os saberes mobilizados para suprir essa lacuna.

Foram realizadas entrevistas com base em perguntas que explicitassem sua relação com a inserção da História da Ciência ou da Biologia em sua prática docente, pois é notória a presença desse tipo de abordagem nos currículos e materiais didáticos utilizados na sala de aula.

Analisou-se ainda sua formação inicial e sua trajetória de vida e a influência desses fatores para o desenvolvimento de uma prática docente que considerasse o enfoque da História da Ciência. Assim com a coleta dos dados, elaborou-se um quadro geral sobre o panorama dessa abordagem na prática docente dessa professora, colaborando para as discussões do referido estudo de caso.

Para tanto, utilizamos do referencial de Saberes Docentes de Tardif (2002) na análise e discussão dos dados obtidos.

2. Resultados e Discussão:

a. Os Saberes e a História das Ciências:

A professora participante da pesquisa concluiu o curso de Licenciatura em Ciências com Habilitação em Biologia pela Universidade do Sagrado Coração de Bauru (USC) no ano de 1983 e obteve Habilitação em Matemática no ano de 1989.

Atualmente, leciona apenas na escola em que realizamos a coleta de dados: “Já leciono a aproximadamente 15 anos, mas nesse colégio é meu primeiro, ainda estou em fase de adaptação.” Essa fala demonstra que ela ainda se considera uma iniciante naquela escola, se integrando gradualmente o contexto daquela instituição. Esse fato corrobora com as observações de Tardif (2002) que aponta a situação complexa de uma nova adaptação dos professores ao se depararem com mudanças:

(...) mudar de escola ou de Comissão Escolar exige toda uma adaptação, significa ‘estar sempre no início da escada’, o que em si mesmo já representa um excesso de trabalho e um certo estresse, principalmente quando não se recebe um apoio adequado do âmbito de trabalho. (Tardif, 2002, p.94)

Em relação aos saberes disciplinares relevantes à História da Ciência, foi constatada nas entrevistas que ela não teve em sua formação inicial ou em cursos de formação continuada qualquer disciplina específica que abordasse esse tema: “Nunca tive uma disciplina de História da Ciência na minha graduação ou mesmo agora na pós que estou fazendo”.

Essa observação também está presente em muitos outros contextos como analisado por Martins (2007) que constatou em sua pesquisa que uma porcentagem significativa de alunos de uma pós-graduação que estavam cursando a disciplina “História das Ciências e Ensino de Ciências da Natureza e da Matemática” não haviam tido nenhuma disciplina que envolvesse essa abordagem em sua formação inicial.

Os dados abordados anteriormente indicam que muitos professores não tiveram, em sua formação inicial, contato com a História da Ciência. Entretanto, é cada vez mais focado a sua inserção no ensino, tanto no contexto internacional quanto no nacional (Tolmasquim, Costa, Lino, 2001; Amador, 2010).

Assim, esse fato nos suscita os seguintes questionamentos: *Como professores, que não tiveram em sua formação inicial a História da Ciência, mobilizam seu saberes para inserir essa abordagem em sua prática docente? Quais são os saberes utilizados? Existem dificuldades?*

b. A História da Ciência na prática docente:

Na análise anterior observamos que a professora participante da pesquisa não teve em sua formação inicial qualquer disciplina relevante a História da Ciência. Entretanto, ela relatou que seus primeiros contatos com essa abordagem ocorreu com os livros didáticos: “a História da

Ciência sempre esteve presente nos livros didático, entretanto agora que está ocorrendo um enfoque maior na proposta curricular atual.” Tardif (2002) aponta que um dos saberes dos professores são os saberes provenientes dos programas e livros didáticos cuja fonte social de aquisição é a utilização dos livros didáticos, listas de exercícios, etc.

(...) os professores utilizam constantemente seus conhecimentos pessoais e um saber-fazer personalizado, trabalham com os programas e livros didáticos, baseiam-se em saberes escolares relativos às matérias ensinadas, fiam-se em sua experiência e retém certos elementos de sua formação inicial. (Tardif, 2002, p. 64)

Assim observamos que na ausência do saber disciplinar relevante a História das Ciências existe a mobilização de outros saberes que são provenientes das mais diversas fontes e são incorporados no trabalho docente para adaptar-se a essa lacuna em sua formação inicial. Entretanto esse é um viés que deve ser mais bem investigado, pois ainda existem muitas falhas e pouca qualidade na abordagem histórica que é apresentada nos livros e manuais didáticos como afirmam Silva e Gastal (2008), ao observarem que o maior problema é a qualidade e nem tanto a quantidade da História das Ciências.

c. Os livros didáticos na formação de saberes:

O livro didático utilizado tanto no Ensino Fundamental e Médio quanto no Ensino Superior, é retratado por diversos autores como o instrumento fundamental de seleção e organização dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula (Silva e Carvalho, 2004; Selles e Ferreira, 2004), sendo até “a principal (se não a única) ferramenta que os professores e alunos têm para o desenvolvimento das atividades de ensino-aprendizagem de Ciências.” (Zimmermann, 2008, p. 47).

Por ser ainda recente a abordagem da História do DNA, esta é muitas vezes de difícil acesso aos professores, sendo por este e outros motivos o livro didático a única fonte de consulta e de formação de conceitos sobre esse conteúdo. Ao analisarmos os materiais didáticos, (Caderno do Aluno e Caderno do Professor) fornecido pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo a rede de ensino, constatamos no quadro geral a presença de alguns momentos históricos retratados de modo contextualizado com possibilidades de discussões, entretanto em relação a história envolvendo a estrutura do DNA temos uma ausência de um contexto histórico mais amplo. Na situação de aprendizagem proposto para o estudo da estrutura do DNA temos um reducionismo da História da Biologia em que não há nenhum contexto social retratado.

Observamos apenas o enfoque no nome de Francis Crick e James Watson e na data da publicação do artigo desses cientistas, desconsiderando o processo de trabalho coletivo e interinstitucional que envolveu esse trabalho, além dos demais pesquisadores que estavam envolvidos nesses estudos como: Rosalind Elsie Franklin que forneceu as evidências empíricas com a difração de raio-X trabalhando no King’s College de Londres, Maurice Wilkins que também desenvolvia estudos com essa técnica na mesma instituição (Silva, 2010), também Linus Pauling e colaboradores que paralelamente no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) em Pasadena nos Estados Unidos desenvolviam estudos em bases teóricas sobre a estrutura do DNA, chegando a propor um modelo para a molécula que posteriormente demonstrou-se com algumas incompatibilidades em relação a conceitos físicos e biológicos, além de outros estudos e cientistas que forneceram bases teóricas que foram fundamentais para Watson e Crick finalizarem o seu modelo proposto (Oliveira *et al.*, 2004).

Essa historiografia não abordada no material didático analisado gera algumas dificuldades para a efetiva inserção dessa abordagem na sala de aula tanto pela qualidade dos livros e manuais didáticos utilizados quanto pelas dificuldades resultantes das lacunas na formação dos professores, o que resulta em uma situação de insegurança na prática docente: “Não tem nenhum tema da História das Ciências que eu não goste, mas para se trabalhar alguns eu preciso estudar mais, ainda tenho bastante dificuldade porque também me falta conteúdo, o que me deixa insegura”.

d. A utilização dos saberes experienciais:

Entretanto mesmo com todas essas dificuldades existe ainda uma afinidade pela história da ciência, pois segundo a professora essa abordagem pode ajudar a maximizar o interesse de alguns alunos sendo esse saber proveniente de sua experiência: “Essa abordagem é uma importante ferramenta que pode aumentar a motivação e curiosidade daqueles alunos que já apresentam alguma finidade pela matéria, entretanto aqueles alunos que são apáticos nem a História da Ciência nem qualquer outro meio pode ajudar.”

Nesse contexto, ao questionarmos a professora a respeito de suas observações sobre a qualidade e quantidade da História da Ciência nos materiais didáticos adotados, ela relatou que na proposta a segunda série é a que apresenta de modo mais significativo à presença da História da Ciência, entretanto com alguns textos confusos e complexos que são difíceis de serem trabalhos na sala de aula e que muitos alunos já haviam feito essas observações.

Essa descrição demonstra uma análise bastante significativa sobre a visão da professora em relação à presença da História da Ciência no material didático por ela utilizado em sua prática docente. Esse fato mostra novamente que mesmo com algumas lacunas em sua formação inicial, existe fortemente a presença dos saberes experienciais e dos saberes provenientes dos programas e livros didáticos que foram de suma importância para a análise por ela efetuada, entretanto tais saberes não garantem uma reflexão crítica de tal fato.

3. Considerações finais:

Atualmente é cada vez mais defendida a inserção da História da Biologia no conteúdo a ser trabalhado em sala de aula, entretanto nos livros didáticos analisados existem alguns momentos na qual a história da Biologia ainda é retratada de modo simplista e sem um contexto mais amplo o que pode favorecer o desenvolvimento de visões distorcidas da Ciência.

A professora participante da pesquisa mesmo com lacunas em sua formação inicial demonstrou uma mobilização de seu saberes experienciais para inserir a História da Ciência em sua prática docente, entretanto essa situação gera algumas dificuldades para a efetiva inserção dessa abordagem na sala de aula tanto pela qualidade dos livros e manuais didáticos utilizados quanto pelas dificuldades resultantes das lacunas.

Assim esses dados indicam que sejam mais bem investigados os processos de formação de saberes, além de um rigor maior na qualidade da História das Ciências nos materiais didáticos. Outro fato a ser destacado é a necessidade de mais parcerias entre universidades e

escolas no processo de integração entre as questões dos pesquisadores e a visão dos professores atuantes em sala de aula. Foi possível observarmos que grande parte das discussões e interesses resultantes da presente pesquisa foram incorporados pela professora o que contribui para futuros aprofundamentos nas questões referentes à inserção da História da Ciências de modo crítico e efetivo em sua prática docente.

Referencias Bibliográficas

ALMEIDA, C. A.; LINARDI, P. R. História da matemática uma investigação nos currículos dos cursos de licenciatura em matemática nas instituições de Porto Alegre – RS e região metropolitana. In: **X Encontro gaúcho de educação Matemática**. Itajaí-RS, 2009.

AMADOR, F. Contribuições da historia da ciência para os processos de desenho curricular. **Revista de Educação**, Universidade de Lisboa, vol. XVIII, n. 1, pg. 9-30, 2010.

BASSALO, J. M. F. A importância do estudo da história da ciência. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n. 8, p. 57-66, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas**. Parecer Cne/Ces nº 1.301/2001, de 6 de novembro de 2001.

MARTINS, André F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.112- 131, 2007.

OLIVEIRA, T. H. G., SANTOS, N. F. D., BELTRAMINI, L. M. O DNA: uma sinopse histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, Artigo 1, Edição 01/2004, 24 fev. 2004.

SEQUEIRA, M.; LEITE, L. A História da Ciência no Ensino – Aprendizagem das Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2. n. 1, p, 29-40, 1988.

SILVA, C. C. ; GASTAL, M. L. A. . **Ensinando Ciências e ensinando sobre as ciências**. In: Pavão, A. C.; Freitas, D. (Org.). *Quanta ciência há no ensino de Ciências*. 33 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2008, v.1 , p. 35-44.

SILVA, R. C. da; CARVALHO, M. A. **O Livro Didático como Instrumento de Difusão de Ideologias e o Papel do Professor Intelectual Transformador**. In: III Encontro de Pesquisa em Educação da UFPI / II Congresso Internacional em Educação, 2004, Teresina. Educação, Práticas Pedagógicas e Políticas de Inclusão Social. Teresina : EDUFPI, 2004. v. 1. p. 1-11.

SILVA, M. Maurice Wilkins e a polêmica acerca da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA. **Filosofia e História da Biologia** ,v. 5, n. 2, julho/dezembro. 2010.

SELLES, S. E. & FERREIRA, M. S. Influências Histórico-Culturais nas epresentações sobre as Estações do Ano em Livros Didáticos de Ciências. **Ciência e Educação** (UNESP), v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 3 ed. Petrópolis, Rj: Vozes, 2002.

TAVARES, L. H. W. Os tipos de abordagem histórica no ensino: Algumas possibilidades encontradas na literatura. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 2, 2010.

TRINDADE, D. F. A interface ciência e educação e o papel da historia da ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares. **Revista Iberoamericana de Educación** , v. 47, p. 1-7, 2008.

TOLMASQUIM, A. T. ; COSTA, A. M. ; LINO, L. A. S. . Building the Brazilian Bibliography of the History of Science. **Nuncius Annali Di Storia Della Scienza**, Firenze, v. XVI, n. 2, p. 767-779, 2001.

ZIMMERMANN, E. . **Escolha do livro didático de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental: sugestões alternativas**. In: Pavão, A. C.; Freitas, D. (Org.). *Quanta ciência há no ensino de Ciências*. 33 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2008, v.1, p. 47-54.

RESEÑA

ISSN 2145-4981

Vol 6 No 2 Diciembre 2011

LIBRO: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA.

NEUS SANMARTÍ.

Olga Castiblanco.
ocastiblanco@fc.unesp.br

Título: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA.

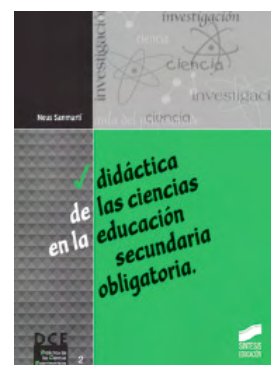
Autora: Neus Sanmartí Puig.

Publicado en: 2002.

Idioma original: Español

Páginas: 382

ISBN: 9788477389521



1. Introducción:

Enseñar ciencias implica hoy en día reflexionar sobre que enseñar, como se aprenden las ciencias y como enseñar las ciencias.

“Es evidente que no se puede enseñar todo en la escuela, y por tanto, un problema importante que tiene planteada la Didáctica de las ciencias es definir criterios de selección de los contenidos a enseñar validados para el siglo XXI...así como generar modelos y practicas adecuadas a cada tipo de contenido.”Pg.15. “Esos conocimientos Didácticos son a su vez síntesis de campos de estudio muy diversos, ya que para la formulación de sus conceptos se parte, entre otros de; cada una de las disciplinas científicas, que tienen una problemática y una estructura específica”. Pg.24

PARTE I.

2. ¿Cual es la naturaleza de las ciencias?.

Hoy en día es indispensable que el profesor de ciencias estudie la Epistemología y la filosofía de las ciencias, pues se ha pasado de creer que las personas buscan la verdad existente, a que las personas construyen interpretaciones de los fenómenos, lo cual marca diferencias en los objetivos de enseñanza de las ciencias. De modo que enseñar ciencias es algo mas que enseñar conceptos y teorías, se requiere investigar sobre procesos didácticos que permitan seleccionar adecuadamente que, porque y como se enseña. *“Han cambiado hasta los principios en que se fundamenta la ciencia. Por ejemplo, la ciencia clásica se asocia al determinismo, el orden y la estabilidad, mientras que la nueva ciencia se asocia a la incertidumbre, las fluctuaciones y la inestabilidad”.* Pg.51.

3. ¿Para qué enseñar ciencias?.

Actualmente parece que nadie duda de la necesidad de enseñar ciencias, pero las finalidades son muy diversas, aculturación científica, educar para cuidar el medio ambiente, para la salud, para desarrollar

habilidades, para desarrollar el pensamiento, prepararlos para el futuro, los cuales se pueden resumir en 3 tendencias; la ciencia como cultura, la ciencia como forma de razonar, actuar y valorar, y la ciencia como un conocimiento aplicado. También se habla hoy de los ejes transversales no como asignaturas sino como formas de ver, analizar y actuar sobre la realidad., como el cuidado ambiental, la salud, el consumo, la paz y la convivencia. Donde la diversidad es una riqueza pero exige mas interrelación entre las diferentes propuestas.

4. ¿Que contenidos enseñar en la Enseñanza secundaria?

*“Enseñar ciencias implica, entre otros aspectos, establecer puentes entre el conocimiento, tal como lo expresan científicos a través de textos, y el conocimiento que pueden construir los Estudiantes. Para conseguirlo es necesario reelaborar el conocimiento de los científicos de manera que se pueda proponer a los Estudiantes en las diferentes etapas de su proceso de aprendizaje.”*pg. 77. Para lo cual es necesario seleccionar y redefinir los conceptos, seleccionar las experiencias escolares, el tipo de analogías, los ejemplos, las expresiones verbales, gráficas y matemáticas y decidir un orden de presentación. Todo puede llamarse como “Transposición Didáctica” en un sentido amplio de la palabra. Y todo lo anterior presenta diversos problemas a resolver, en el orden de;

- Que hacer con las ideas espontáneas de los estudiantes.
- Como caracterizar la ciencia escolar.
- Seleccionar modelos de ciencia escolar y como enseñar a pensar a través de esos modelos.
- Como hacer una Transposición Didáctica desde una visión analítica o desde una visión holística.
- Seleccionar contextos de aprendizaje.
- Criterios de secuenciación de contenidos y/o actividades.

PARTE II.

5. ¿Como aprenden ciencias los Estudiantes?

Aprender ciencias es un proceso muy complejo. Las ideas “alternativas” de los estudiantes hoy en día son tratadas como todo lo diferente de la ciencia y no es claro el tratamiento que se le da, lo cual dificulta la investigación en como superarlas. Es importante saber por ejemplo, cuales aspectos influyen en el surgimiento de determinadas concepciones alternativas.

Existe el conocimiento cotidiano, científico y escolar, pero es un problema diferenciarlos. *“Los estudiantes en su proceso de aprendizaje, van generando modelos teóricos escolares que no son iguales ni a los cotidianos ni a los científicos, pero que les posibilitan razonar sobre la interpretación de fenómenos que son relevantes para ellos. Su autonomía como aprendices de ciencia la van adquiriendo en tanto en cuanto aprendan a pensar teóricamente y no porque sepan repetir los modelos científicos últimos. La función del profesorado, como veremos, es fundamentalmente promover que se hagan preguntas relevantes, desde la ciencia y socialmente, y que vayan construyendo modelos propios de la ciencia escolar”*. Pg 116.

Es mas apropiada la idea de “evolución conceptual” que de “cambio conceptual”. Las teorías para explicar como se aprende han ido desde los conductistas empiristas o innatistas, para el constructivismo de Piaget que requiere pensamiento formal para construcción de conocimiento científico, a, Vigotsky con la construcción social del conocimiento y etapas de formación de los conceptos, a, Leontiev que propone la construcción de una base de orientación consciente (comprensión), a, Ausubel y Novak con la propuesta de aprendizaje significativo y elaboración de mapas conceptuales, hasta John Laird con la teoría de los modelos mentales que evolucionan y regulan el aprendizaje.

6. Factores que influyen en el aprendizaje científico.

- Percepción y experiencia; En la experiencia las concepciones alternativas condicionan las observaciones. Las ideas existentes condicionan la percepción. Ver, mirar, observar, experimentar y simular.
- Estrategias de razonamiento; categorización, formalización (definiciones), interpretación (significados), ajuste adaptación (ensayo error), razonamiento causal lineal.
- Interacciones socio-culturales; “... un “grupo-clase” funciona como estructura social idónea para el aprendizaje, ya que lo forman alumnos y alumnas que tienen diferentes experiencias y formas de ver los fenómenos, y una persona adulta que aporta su punto de vista y, además, “maneja” el grupo”.Pg.138.
- Lenguajes; el lenguaje coloquial es distinto del científico pero se pueden acercar o transformar. No se debe confundir desconocimiento de lenguaje científico con pobreza de vocabulario o de capacidad de comunicación.
- Emociones; la autoestima, reconocimiento, valores personales, motivaciones, intereses, etc. La motivación aparece después de haber aprendido algo no necesariamente antes. “Las emociones que genera la ciencia y su aprendizaje son de hecho prerequisites para una construcción significativa de este tipo de conocimiento. Conseguir que sean positivas es un reto, y habitualmente se considera como uno de los indicadores esenciales para valorar la calidad de una educación científica”. Pg.146

7. Aprender ciencias implica aprender a autorregularse.

“Un objetivo fundamental de todo proceso de enseñanza será conseguir que cada alumno y alumna aprenda a aprender autónomamente, es decir, que desarrolle las habilidades que le permitan autorregular sus procesos de pensamiento y sus actuaciones”.Pg.150. Alumnos y profesores han de compartir objetivos (negociar) para poder autorregular procesos. También se debe enseñar a autorregular los planes de acción para aprender, así como autorregular los criterios de evaluación ya que posibilitan identificar lo que es más importante entre todo lo dicho y hecho en el aula.

PARTE III. ¿Cómo enseñar ciencias?

8. Organización y secuenciación de las actividades de enseñanza/ aprendizaje.

“Actualmente, la forma de organizar el proceso de enseñanza y de distribuir las actividades, es objeto de un extenso debate. De hecho, se podría afirmar que se sabe más sobre qué es la ciencia, y sobre cómo la aprenden los estudiantes que sobre cómo enseñarla. No obstante, se ha comprobado ampliamente que los métodos tradicionales sólo son útiles para enseñar a alumnos capacitados y motivados...”. Pg.169. ¿Qué se entiende por actividad didáctica? Una actividad didáctica está caracterizada por: selección del conocimiento para ser aprendido, modos de interacción profesores alumnos, contratos didácticos, finalidades educativas, negociaciones con estudiantes sobre lo que se va a aprender y las normas de trabajo, distribución de actividades en el espacio y el tiempo. “Las actividades didácticas son un conjunto de acciones planificadas por el profesorado que tienen como finalidad promover el aprendizaje de los alumnos en relación con determinados contenidos. A través de ellas se favorece la comunicación entre tres polos: el del saber (ciencia escolar), el del que enseña y el del que aprende”.Pg175.

El diseño de los procesos de enseñanza se concreta en la formulación de Unidades Didácticas, que son una secuencia de actividades que pueden ser desarrolladas en espiral y que llevan a una evolución conceptual por medio de la autorregulación y co regulación. Los criterios para el diseño de una unidad didáctica pueden estar basados en la selección de; actividades de exploración iniciales, actividades de introducción de nuevos puntos de vista para la modelización, actividades de síntesis, y, actividades de aplicación y generalización. Finalmente la planificación del trabajo en el aula debe responder a la concreción de objetivos de enseñanza y la distribución del tiempo.

9. Actividades para la enseñanza de las ciencias.

- El uso de las prácticas experimentales para promover desarrollo de pequeñas investigaciones en donde el estudiante se hace preguntas, establece condiciones, diseña un plan de acción, obtiene resultados, los analiza, propone nuevas acciones, selecciona materiales, etc. Todo este proceso con diferentes niveles de apertura y de exigencia.

- La actividad de “explicar” es considerada por el profesorado como la mas importante de su ejercicio docente, sin embargo, solo se hace valida cuando además del profesor el estudiante también es convidado a explicar, y para ello es importante enseñarles diferencias entre; describir, definir, explicar, justificar y argumentar, realizando ejercicios apropiados para cada una de ellas. Explicar implica razones y secuencias de causa y efecto.

- Resolución de problemas y ejercicios, para que un aprendizaje tenga sentido debe partir de un problema, de algo que se conozca y se quiera saber. Existen diversas formas de aplicar problemas o ejercicios que parezcan problemas, pero lo importante es la profundidad con que el estudiante los afronte.

- Juegos y dramatizaciones, se pueden utilizar juegos de simulación, juegos de roles, juegos de memoria o de establecimiento de correspondencias. También las obras teatrales pueden llevar a los estudiantes a la necesidad de buscar informaciones, establecer reglas y limites, escribir guiones con contenidos científicos o hacer analogías.

10. Instrumentos y recursos.

Es importante que el profesorado sepa utilizar recursos como; organizadores gráficos (V heurística, mapas conceptuales, bases de orientación), maquetas, analogías y metáforas, Recursos bibliográficos (libros, revistas..), recursos audiovisuales (videos, grabaciones), recursos informáticos (Internet, bases de datos, diferentes TICs).

11. Las actividades de evaluación.

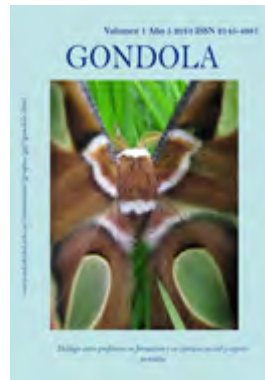
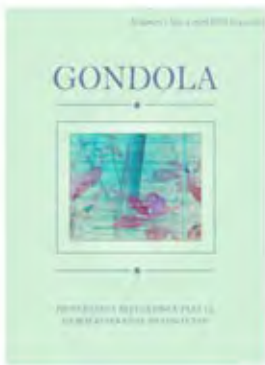
Cambiar las actividades de evaluación implica cambios en las concepciones y en la práctica del profesorado. *“Es necesario enseñar al alumnado a autoevaluarse y autorregularse, es decir, a detectar sus dificultades o incoherencias, comprender por que las tiene, y tomar decisiones para superarlas...En otras palabras, la evaluación del profesorado debería facilitar fundamentalmente la autoevaluación de los alumnos y alumnas”*. Pg300. Es importante desarrollar la autoevaluación, co evaluación e evaluación e regulación del profesorado. La evaluación debe ser para detectar los problemas del alumnado e intentar corregirlos por lo tanto no puede ser solo al final del proceso. Es importante tener en cuenta los prerrequisitos que no deben confundirse con las concepciones alternativas. En general la experiencia es un buen indicador de los procesos pues no todo es evaluable o medible. En conclusión no se pueden diseñar las actividades de evaluación al margen del diseño de las actividades de enseñanza.

12. La gestión del aula y la atención a la diversidad.

“ El aprendizaje de la profesión de enseñar requiere, pues, desarrollar la capacidad de diseñar y aplicar entornos de aprendizaje que fomenten ambientes de clase y valores tendentes a estimular el interés por aprender colectivamente, la comunicación y la cooperación entre los miembros del grupo clase, la manifestación de puntos de vista diversos y el respeto a todos ellos, y el desarrollo de la autonomía”. Pg. 329. Es necesario saber manejar técnicas como los contratos, trabajo en pequeños e grandes grupos, la relación trabajo individual y de grupo, puesta en común, trabajo individual, interacciones profesor-alumno en gran grupo, planificación de sesiones de trabajo, finalización de clases y grupos de clases, diversidad de niveles y ritmos de aprendizaje, diversidad de género.

GÓNDOLA

Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.



www.issuu.com/gondola

www.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gef/gondola.html

“Góndola”, revista de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (*Góndola, Ens.Apr.Cien.*), publica artículos originales producto de; resultados de investigación, reflexión documentada y crónica de experiencias. Dicho material debe estar relacionado con ámbitos educativos y de investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas.

Además, la revista cuenta con la sección “historias de vida” en la cual se presentan entrevistas o relatos de profesores, investigadores y/o estudiantes vinculados al área. Este material puede constituirse tanto en objeto de análisis o investigación, como en material de consulta y actualización.

De igual modo, con el fin de contribuir en la difusión y profundización de los referenciales teóricos que fundamentan la investigación en el área, se presenta la sección “reseñas”, en la cual se trabajan obras de interés para profesores e investigadores.

GUIA PARA AUTORES

La Revista Virtual **“Góndola”**, revista de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (*Góndola, Ens.Apr.Cien.*), promueve la relación entre investigación y docencia en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. El principal objetivo es ofrecer una fuente de enriquecimiento profesional, tanto para los profesores en ejercicio como para quienes se están formando como docentes del área.

Se busca contribuir con la formación del “profesor-investigador”, y de igual modo contribuir en la construcción de una masa crítica frente a los diversos saberes que hoy circulan en la comunidad académica. Así, se espera ofrecer un espacio para la publicación y difusión de las diversas experiencias e investigaciones que se adelantan con el fin de mejorar procesos, y a la vez, ofrecer una fuente de consulta y material de trabajo para docentes e investigadores del área.

Los trabajos presentados para publicación deben ser enviados de acuerdo al “Artículo modelo” y las orientaciones presentes en la dirección <www.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gef/gondola.html>. Debido al carácter virtual de la Revista, la extensión de los artículos puede variar entre 10 y 20 páginas, estos no deben tener “Derechos de Autor” otorgados a terceros a la fecha de envío del artículo y los conceptos y opiniones dados en ellos son de exclusiva responsabilidad de los autores. De igual manera, el autor acepta que el trabajo enviado es de tipo original, que no ha sido publicado ni está siendo considerado para publicación en otra revista. “*Góndola, Ens.Apr.Cien.*”, puede hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica, sin que esto signifique que se afecte la propiedad intelectual de los autores.

Los trabajos deberán incluir; título, nombres de los autores, resumen, palabras claves, introducción, desarrollo, resultados, discusión y/o conclusiones, y referencias bibliográficas. Dentro del texto se pueden incluir tablas, fotografías y figuras. El nombre de los autores debe ir acompañado del correo electrónico, con un pie de página que contenga la afiliación completa. El resumen no debe exceder 300 palabras en la versión en español y la cantidad que corresponda en la versión en Inglés manteniendo el mismo contenido. La introducción debe contener la justificación, problema a resolver, metodología, y principales conclusiones. Las Referencias deben listarse en orden alfabético por el apellido del primer autor, sin numeración ni guiones. No se debe usar la palabra Bibliografía como sinónimo de Referencias bibliográficas y evitar citar trabajos no publicados. El formato debe obedecer a las indicaciones presentadas en el “Modelo de artículo” disponible online.

Todo artículo sometido a publicación, será analizado previamente por el editor, para determinar si está dentro del ámbito y aplicación de la revista. De ser así, se enviará para el consejo editorial en donde pasarán por el sistema de revisión ciega de pares académicos. La revisión por el editor puede tomar de una a dos semanas, y la revisión por pares académicos puede tomar de 2 a 4 semanas.

La publicación de la revista se hace en los meses de Julio y Diciembre en la dirección electrónica www.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gef/gondola.html



GONDOLA

*" El maestro que intenta enseñar sin inspirar en el
alumno el deseo de aprender está tratando de
forjar un hierro frío.
Horace Mann (1796-1859)*



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

www.udistrital.edu.co

PBX: (057) (1) 3239300 - 3238400

Sede principal: Carrera 7 No. 40 - 53

Bogotá D.C - República de Colombia



Grupo de Investigación

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA FÍSICA (GEAF)

www.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gef/

Proyecto Curricular de Licenciatura en Física (PCLF)

www.udistrital.edu.co/comunidad/dependencias/licfísica/

Facultad de Ciencias y Educación

<http://fciencias.udistrital.edu.co/>