



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
Volumen 14-Número 2
julio-diciembre de 2019

Revista semestral del
Grupo de Enseñanza y Aprendizaje de la Física
Facultad de Ciencias y Educación
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

ISSN 2665-3303
e-ISSN 2346-4712

Dirección editorial

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Coordinación revistas científicas CIDC

Fernando Piraquive

Corrección de estilo

Fernando Carretero Padilla

Diseño y diagramación

David Mauricio Valero

Impresión

Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.

Fotografía portada

Crédito: Diego Vizcaino



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

EQUIPO EDITORIAL

Dra. Olga Lucía Castiblanco Abril
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*
Editora en jefe

Dr. Diego Fábian Vizcaíno
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*
Editor de contenidos

Mg. Lorena A. Niño López
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*
Asistente editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

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

Dr. Antonio García Carmona
Universidad de Sevilla, España

Dr. Agustín Adúriz Bravo
Universidad de Buenos Aires, Argentina

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

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

Dr. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

Dra. Eugenia Etkina
Rutgers University, USA

Dr. Jorge Enrique Fiallo Leal
Universidad Industrial de Santander, Colombia

Dra. Nicoletta Lanciano
Sapienza Università di Roma, Italia

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

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

COMITÉ EVALUADOR

Dr. Alvaro Becker da Rosa
Universidade de Passo Fundo, Brasil

Dr. Alysson Cristiano Beneti
Faculdade Estácio de Sá de Ourinhos, Brasil

Dr. Ángel Enrique Romero Chacón
Universidad de Antioquia, Colombia

Dra. Beatriz Saleme Corrêa Cortela
*Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, Bauru, Brasil*

Mg. Bianca Sarpa Miceli
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Mg. Boris Fernando Candela Rodríguez
Universidad del Valle, Colombia

Mg. Frank Sinatra Daboín Méndez
Universidad de los Andes, Venezuela

Mg. Gloria Leonor Gutiérrez Gómez
*Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia*

Mg. Gloria Patricia Romero Osma
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*

Dr. Guilherme Trópia Barreto de Andrade
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

Dr. Jorge Luis Navarro Sánchez
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Argentina

Dr. Juan Carlos Vega Garzón
Universidad Nacional de Colombia

Dra. Juliana Rink
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Dra. Kristina Zuza Elosegí
Universidad del País Vasco, España

Dra. Leidy Gabriela Ariza Ariza
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Dr. Vanderlei Folmer
*Universidade Federal do Pampa, Uruguiana,
Brasil*

Dra. Verônica Tavares Santos Batinga
*Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Brasil*

Dra. Zulma Elizabete de Freitas Madruga
*Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus,
Bahia, Brasil*



Contenido

EDITORIAL

- Can we teach students to think like scientists while learning science? 220
Eugenia Etkina

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a Nicoletta Lanciano 224
Efraín Guataquirá

ARTÍCULOS

- Una experiencia de aprendizaje en formación continua de profesores de química fundamentada en naturaleza de la ciencia y tecnología 229
A continuous chemistry teacher training learning experience based on the nature of science and technology
Uma experiência de aprendizagem em treinamento contínuo de professores de química baseada na natureza de ciência e tecnologia
Zenahir Siso Pavón, Iván Sánchez Soto, Luigi Cuéllar Fernández

- Sistemas de numeração á luz de uma abordagem histórico-epistemológica 253
Numbering systems in the light of a historical-epistemological approach
Sistemas de numeración a la luz de un enfoque histórico-epistemológico
Rafael Marques Pinheiro, Simone Luccas, Lucken Bueno Lucas

- Luz e cotidiano: ideias prévias de alunos do ensino fundamental sob a perspectiva da alfabetização científica 268
Light and every day: previous ideas of students of fundamental education under the perspective of scientific literacy
Luz y cotidiano: ideas previas de alumnos de la enseñanza fundamental bajo la perspectiva de la alfabetización científica
Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques, Deusalice Cardoso Fernandes

- Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de ciencias naturales 286
Analysis of practical laboratory works prepared by future teachers of natural sciences
Análise de trabalho prático de laboratório preparado por futuros professores de ciências naturais
Erica Gabriela Zorrilla, Laura Morales, Claudia Alejandra Mazzitelli, Adela del Carmen Olivera

- ¿Cómo y por qué estudiar la relatividad de la simultaneidad en la escuela secundaria? 303
How and why study the relativity of simultaneity in high school?
¿Como e por que estudar a relatividade da simultaneidade no ensino meio?
María Rita Otero, Marcelo Arlego, Edwin A. Muñoz Guzmán

- Paisagens sonoras, música e industria cultural: problematização na formação inicial de professores de física 322
Sound landscapes, music and cultural industry: problematization in pre-service physics teachers education
Paisajes sonoras, música e industria cultural: problematización en la formación inicial de profesores de física
José de Oliveira Costa Junior, Noemi Sutil, João Amadeus Pereira Alves



Contenido

Diseño de un instrumento para caracterizar el conocimiento didáctico del contenido en profesores de física sobre un tópico específico Instrument's design to characterize the pedagogical content knowledge of physics teachers about one specific topic Desenho de instrumento para caracterizar o conhecimento didático de conteúdo de professores de física, em um tema específico <i>Marcos Campos Nava, Mario Humberto Ramírez Díaz</i>	340
Automedicação como tema de situação de estudo Self-medication as a topic of study situation Automedicación como tema de una situación de estudio <i>Roberta Conceição Bomfim, Elisa Prestes Massena</i>	360
Obstáculos epistemológicos sobre a água em livros didáticos de ciências do sexto ano do ensino fundamental, no PNLD 2017 do Brasil Epistemological obstacles on water in didactic science books of sixth grade of basic education, in the PNLD 2017 of Brazil Obstáculos epistemológicos sobre el agua en libros didácticos de ciencias para grado sexto, en el PNLD 2017 de Brasil <i>Natiely Quevedo dos Santos, Eduarda Maria Schneider, Lourdes Aparecida Della Justina</i>	376
RESEÑA	
La teoría antropológica de lo didáctico en el aula de matemática <i>Gloria Patricia Ramírez López</i>	392



EDITORIAL

Can we teach students to think like scientists while learning science?

Eugenia Etkina*

In the past 20 years the educational community has accumulated enough data to say with conviction that interactive engagement methods lead to better student learning gains than traditional transmission-mode methods (MICHAEL, 2006; FREEMAN et al., 2014). As MITCHELL WALDROP (2015) said “At this point it is unethical to teach in any other way.” But what is this way? There are many models of interactive engagement methods. One popular approach is the “flipped classroom” (FULTON, 2012). In the flipped classroom students read the textbook (or watch a video with the instructor explaining the material), then come to class and discuss what they read through answering questions posed by the instructor. They often work in pairs and participate in voting for the best answer. An example of a flipped classroom in physics education is the method of Peer Instruction (MAZUR, 1997). While the students in these classrooms work collaboratively answering questions and the professor limits lecturing to a minimum, the knowledge that students begin with comes from authority. Students get acquainted with physics concepts by reading the book or watching a video with an authority figure on the screen. While such methods lead to more learning than traditional lecturing, what message about physics are they sending to the students? One answer is that science is an area of study that can be learned by reading the book and discussing what you read in class. Is this the message we want our students to get from our science classes?

Physics, chemistry, biology are experimental sciences. As the history of physics (HOLTON, BRUSH, 2001), the writing of physicists about their work (BORN, 1943), and observations of this work in real time (POKLINEK CANCULA, PLANINSIC, ETKINA, 2015) show, the origin of every physics idea can be traced to experiments. The same is true for biology and chemistry. Some time at some point an anomalous or interesting experimental result made scientists question what they observed. Then they (or somebody else) tried to figure out how to explain and quantify the observed phenomenon. Multiple hypotheses were tested in multiple experiments and those that were not ruled out remained. See, for example, (WOLCHOVER, 2018). Those are now in our textbooks. When students start learning a concept by reading the book, they see the final outcome of this process without having any idea of where this knowledge came from. You might argue that they learn where ideas come from by doing experiments in instructional laboratories, but research shows that this is not the case (HOLMES et al., 2017). Traditional labs that provide step-by-step instructions to the students do not engage students in the development of new concepts, they mostly focus on the “verification of theory” that students have already learned.

But why drag our students through “discoveries” if they can quickly learn the right concept and practice applying it? This seems much more efficient and practical. However, it turns out, that being able to investigate phenomena, to cope with multiple possible solutions, to evaluate assumptions, to test different ideas are exactly the skills that will make our students successful in the future (OECD, 2018), not using the

* Ph. D. in Physics Education, Moscow State Pedagogical University, Russia. Currently she directs the Physics Teacher Preparation Program at the Rutgers University (New Jersey, USA) and works in the field of Physics Education Research. Email: eugenia.etkina@gse.rutgers.edu

facts explained to them by somebody else. Future employers will need people who not only have disciplinary knowledge but also epistemic knowledge (how to “think like a mathematician, historian or scientist”) (OECD, 2018 p. 5).

But how is it possible to create an environment in which students can “discover” and learn physics for themselves in ways similar to how physicists work—to own it, so to speak, within a reasonable time? An example of such environment or an interactive method of teaching is Investigative Science Learning Environment (ISLE) that addresses this question (ETKINA, VAN HEUVELEN, 2007; ETKINA, 2015). There are three key features of this approach, which mirror the features of a scientific inquiry environment while at the same time allowing students to develop traditionally valued physics knowledge (normative concepts).

1. Students develop normative physics concepts as their own ideas by repeatedly going through the following steps:
 - (a) Observing pre-selected phenomena (experiments) and looking for patterns,
 - (b) Developing explanations for these patterns,
 - (c) Using these explanations to make predictions about the outcomes of testing experiments that they design,
 - (d) Deciding if the outcomes of the testing experiments match the predictions,
 - (e) Revising the explanations if necessary,
 - (f) Applying tested and not ruled out explanations for practical purposes (building devices, determining the values of physical quantities, etc.)
2. While engaged in steps (a) – (f) students represent physical processes in multiple ways, to help them develop productive tools for qualitative reasoning and for problem solving.
3. While engaged in steps (a) – (f) students work collaboratively in groups of 3-4 using small whiteboards and then share their findings, designs and solutions in a whole class discussion.

The combination of these features applies to every conceptual unit in the ISLE learning system. A simple example of such process is described below.

It is an activity that we do on the first day of any ISLE-based course (the level of students does not matter) to engage students in the process that they will follow for the rest of the course. The students are grouped in teams of 3-4 and each team has a small white board and dry erase markers.

The activity starts with the instructor pouring ice-cold water into a glass and asking students to say what they observe using only terms that are familiar to them. Student volunteers come closer and touch the outside of the glass and find it wet. They usually say that they see the water drops on the outside of the glass on the part where water fills the glass and that this part of the glass is opaque. The instructor then asks the students to work in groups to come up with several explanations for where this water came from and to write down the explanations on their whiteboards. After all groups are done, they lift the boards and share their ideas. Usually the students come up with the following explanations: 1) the water from the glass seeped through the glass wall; 2) the water escaped from the top of the glass and landed on the outside; 3) water on the outside of the glass did not come from the water in the glass, it came from the air outside.

Once all the explanations are listed and shared the next step is to ask – what do we do next? Usually one of the students says: We need to test them. How do we test explanations? The students propose to do

more experiments. But what experiments to do? Here the instructor helps them: Let's come up with new experiments whose outcomes we can predict using every explanation and then compare the outcomes with the predictions. The students work in groups designing the experiments and making predictions. They often propose to take an empty glass and put it in a fridge. If (1) and (2) are correct, the glass will be dry when we bring it outside, if (3) is correct, the glass should be wet. Another experiment they often suggest is to put the glass with cold water on it on a scale. If (1) and (2) are correct, the scale will show the same reading or a decreased reading with time, if (3) is correct, the scale reading should increase. They can either perform the experiments themselves, or watch the instructor perform them or watch the photos of the outcomes of the experiments that they proposed which were performed before. Based on the outcomes the students reject explanations 1 and 2.

Note, that it does not matter that many students know the "right" answer. The point is to devise multiple explanations and think how to test them. After all ideas except (3) are ruled out by testing experiments, students are asked if there is any practical use for this knowledge. They brainstorm and come up with ideas such as drying humid places by extracting water from air, collecting drinking water from air in the desert and other real life applications.

The above is a simple example of how students can construct knowledge working together under a careful guidance from the instructor. One might wonder if it is possible to construct complicated and quantitative concepts that way. The answer is a resounding "Yes" (see ETKINA, PLANINSIC, VAN HEUVELEN, 2019) and the experience shows that while such methods take more time at the beginning, as time passes the students start thinking like scientists habitually and the learning speeds up. In addition, when learned to think this way, students are capable of learning concepts not taught in class on their own. Developing such skills is the most important goal of education in the 21st century.

References

- BORN, M. **Experiment and Theory in Physics**. Cambridge University Press. Cambridge: UK. 1943.
- ETKINA, E. Millikan award lecture: Students of physics - Listeners, observers, or collaborative participants in physics scientific practices? **American Journal of Physics**, College Park, Maryland, United States, v. 83, n. 8, pp. 669–679. 2015.
- ETKINA, E.; VAN HEUVELEN, A. Investigative Science Learning Environment—A Science Process Approach to Learning Physics. In REDISH, E. F.; COONEY, P. J. (Eds.), **Research-Based Reform of University Physics** (Vol. 1). 2007. Retrieved from www.compadre.org/per/per_reviews/media/volume1/isle-2007.pdf
- ETKINA, E.; PLANINSIC, G.; VAN HEUVELEN, A. **College Physics: Explore and Apply**. 2nd ed. Pearson. San Francisco, CA: USA. 2019.
- FREEMAN, S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, United States, v. 111, n. 23, pp. 8410–8415. 2014.
- FULTON, K. Upside Down and Inside Out: Flip Your Classroom to Improve Student Learning. **Learning & Leading with Technology**, Eugene, Oregon, United States, v. 39, n. 8, pp. 12–17. 2012.
- HOLMES, N. G. et al. Value added or misattributed? A multi-institution study on the educational benefit of labs for reinforcing physics content. **Physical Review Physics Education Research**, College Park, Maryland, United States, n. 13. 2017. DOI:10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010129010129.
- HOLTON, S.; BRUSH, S. **Physics, The Human Adventure**. Rutgers University Press. New Brunswick, New Jersey: USA. 2001.

- MAZUR, E. **Peer Instruction: A User's Manual**. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ: USA. 1997.
- MICHAEL, J. Where's the evidence that active learning works? **Advances in Physiology Education**, College Park, Maryland, United States, v. 30, n. 4, pp. 159–167. 2006
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The future of education and skills Education 2030 - The future we want**. 2018. Retrieved from [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- POKLINEK CANCELA, M.; PLANINSIC, G.; ETKINA, E. Analyzing patterns in experts' approaches to solving experimental problems. **American Journal of Physics**, College Park, Maryland, United States, v. 83, n. 4, pp. 366–374. 2015.
- WALDROP, M. M. The science of teaching science. **Nature**, London, United Kingdom, v. 523, n. 7560, pp. 272–274. 2015.
- WOLCHOVER, N. Neutron Lifetime Puzzle Deepens, but No Dark Matter Seen. *Quanta Magazine*. 2018. Retrieved from <https://www.quantamagazine.org/neutron-lifetime-puzzle-deepens-but-no-dark-matter-seen-20180213/>



ENTREVISTA A NICOLETTA LANCIANO

Por Efraín Guataquirá



Foto: Nicoletta Lanciano

Nicoletta Lanciano (NL): doctora en Ciencias de la Educación de la Facultad de Psicología y Ciencias de la Educación, Universidad de Ginebra (Suiza). Actualmente es profesora asociada en la Universidad Sapienza de Roma (Sapienza Università di Roma, Italia), en el Departamento de Matemáticas. Correo electrónico: nicoletta.lanciano@uniroma1.it

Efraín Guataquirá (EG): licenciado en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Miembro del Grupo de Enseñanza y Aprendizaje de la Física. Correo electrónico: joseefrain11@gmail.com

EG: Buenos días, profesora Nicoletta. En primer lugar, agradecemos aceptar la invitación a compartir sus ideas con nuestros lectores. Nos gustaría saber a qué se dedica actualmente.

NL: Gracias a ustedes. Soy licenciada en Matemática y tengo el primer doctorado europeo que hubo en Enseñanza de Didáctica de la Astronomía; lo obtuve

en 1996 en Ginebra porque no existía en Italia. Actualmente trabajo en la Universidad de Sapienza, de Roma, y desarrollo proyectos en formación de maestros y en enseñanza de la astronomía con maestros de todos los niveles educativos, así como con investigadores del Movimiento de Cooperación Educativa (MCE: www.mce-fimem.it). Este es un movimiento que tiene sus raíces en la pedagogía de Freinet, que existe también en América Latina, también en Colombia, y es un movimiento de maestros que comparten una idea de escuela, de mundo, de democracia, de escuela popular, de escuela para todos. Entonces, la diferencia con la universidad es que en esta uno comparte un contenido y la investigación didáctica sobre este contenido, pero en el Movimiento compartes una idea del mundo, de la educación, del niño. Con estos compañeros podemos hacer experiencias más libres, sin vínculos de horario, de nivel académico: trabajamos juntos y hemos inventado la gran parte de los instrumentos y de las acciones didácticas en astronomía que siempre propongo.

EG: ¿Podría contarnos algo de su trayectoria académica?

NL: Bien. Hice la carrera de matemáticas que en esa época era de cuatro años y solo al final alguien me preguntó si quería hacer la tesis en didáctica: esto significaba ir a una escuela por tres o cuatro meses a ver cómo enseñaba una profesora. Había una práctica de observación y después una práctica de propuesta mía, lo que sería el trabajo de mi tesis. Después tuve una beca del Concejo Nacional de Investigación Italiano (CNR), y con esto trabajé durante tres años en las clases de la misma profesora que fue Emma Castelnuovo, una persona muy importante no solo como enseñante sino como investigadora de la didáctica de las matemáticas, quien fue mi primera maestra en la enseñanza. Ella es muy conocida porque ha contribuido al cambio de los programas de las escuelas, no solo en Italia sino en el mundo, y especialmente en países hispanohablantes. En Madrid está la *Sociedad Madrileña de Profesores de Matemáticas Emma Castelnuovo* (www.smpm.es) de enseñanza de las matemáticas; en México han traducido sus libros, uno de los más importantes se titula *Didáctica de las matemáticas*, y también sus libros para alumnos son muy especiales.

Desde muy temprano me di cuenta de que me interesaba mucho la enseñanza de la geometría y de la astronomía, así que empecé a explorar este campo. Nunca dejé la universidad, porque después de la beca de tres años gané un concurso para entrar en la universidad y entonces me quedé en el mismo Departamento de Matemáticas, que se llama Guido Castelnuovo quien es el padre de mi maestra, otro matemático. También, muy temprano empecé a organizar eventos con el Movimiento de Cooperación Educativa, como las Escuelas de Verano que de verdad son tres o cuatro días en una casa de campo, fuera de la universidad, haciendo invenciones sobre cómo trabajar la astronomía, porque todo lo que habíamos visto en los planetarios, en los cursos teóricos, en la escuela, era claro para nosotros que tenía un montón de problemas

y que no marchaban bien los cursos en las aulas, que la gente no entendía, que ni siquiera nosotros entendíamos las raíces de los temas, su sentido ni su complejidad. Así empezamos a construir instrumentos inventados, o reconstruidos a partir de la historia de las ciencias. Trabajábamos con maestros de primaria, secundaria y de universidad. Empezaron los encuentros nacionales e internacionales: fueron importantes en Europa las JIES (Journées Internationales d'Education Scientifique) de Chamonix (Suiza), organizadas por André Giordan y Jean Louis Martinand. Allí nos conocimos con investigadores italianos, como Enrica Giordano y todo el grupo de enseñanza de la física, y también gente de enseñanza de las matemáticas. En Italia hemos empezado a trabajar con la luz y la sombra, con el movimiento y el encuentro directo con la naturaleza, con las observaciones de los objetos celestes y de los fenómenos: es decir con un trabajo al aire libre y a ojo desnudo, para todos, de amistad con el cielo de día y de noche. Esto fue, y tal vez sigue siendo, bastante raro. En los encuentros internacionales en España me pusieron en contacto con Néstor Camino, de Argentina, con quien tenemos gran sintonía, y con otra gente de otras partes del mundo y ahora estoy en la comisión C1 de la Unión Astronómica Internacional (IAU). En esta comisión trabajo sobre la enseñanza y la formación de maestros, sobre inclusión y equidad especialmente de los sordos.

EG: Con respecto al trabajo académico en la universidad, ¿cómo lleva a cabo esta actividad?, ¿cómo es su labor dentro de la universidad?

NL: Yo doy cursos de didáctica de las matemáticas y de didáctica de las ciencias; en ellos, los ejemplos y los contenidos casi siempre se refieren a la geometría y a la astronomía y a la historia de la ciencia. La parte más teórica es cómo se transforma un contenido de la disciplina en un contenido que se pueda enseñar a cada uno con su estilo cognitivo. Es lo que he contado en mi charla inicial en este Congreso Nacional de Enseñanza de la Física y de

la Astronomía, en Bogotá, donde he participado acá en Colombia. Entonces, los estudiantes que asisten a mis cursos estudian pedagogía y ciencias de la educación, y matemáticas y física, porque los que se interesan en enseñanza de las matemáticas o de la física o de las ciencias naturales en mi universidad no tienen en este momento muchas oportunidades de participar en un curso donde se hace experiencia de la didáctica de las disciplinas científicas, y no solo de las matemáticas, así que mis cursos son unos de los pocos que permiten de trabajar sobre esto, entonces tengo estudiantes de muchos cursos distintos de la universidad.

Y otro curso universitario que doy es didáctica de las matemáticas para un pregrado, que son personas que quieren ser maestros de niños de 3 a 11 años. Mi tema es el espacio y la medida, así que entra también la astronomía, como ejemplos de uso de instrumentos para medir ángulos y mucho más.

EG: Es decir que esas áreas que usted dicta son abiertas a todas las áreas en la universidad.

NL: Sí, tengo estudiantes de historia, de geología, de patrimonio cultural, unos que están interesados en los museos, monumentos, bellas artes. Por ejemplo, toda la investigación en arqueoastronomía, que es también uno de mis enfoques, implica investigar la cultura de la gente que construyó unos artefactos y saber por qué están ahí y qué relación tienen con el conocimiento en general y cuál es su historia y cómo se relacionan con el conocimiento científico y astronómico. Cada vez que hay estructuras de tiempo o de espacio hay astronomía, mucho más de lo que la gente y los colegas piensan.

EG: ¿En su universidad existen grupos de investigación al respecto de la enseñanza de la astronomía?

NL: En la universidad, no; pero en el Movimiento de Cooperación Educativa, sí.

EG: ¿En qué consiste y cómo funciona el Movimiento de Cooperación Educativa?

NL: El Movimiento es un grupo de maestros, voluntarios que viven en Italia y que comparten una idea de escuela, de futuro y de niño. Es decir, una escuela pública para todos abierta al mundo, multicultural, democrática, donde el maestro no es el centro sino que hay una cooperación educativa entre pares y entre maestros y alumnos, con una idea compartida de construcción de conocimiento crítico e incorporado. Hay también asuntos locales referentes a diversos contextos, por ejemplo, si uno trabaja con personas encarceladas o con niños de 3 años, es distinto. Y hay líneas de investigación en el Movimiento: una de ellas es el grupo de investigación sobre la Pedagogía del Cielo, del cual soy la responsable nacional.

EG: Es decir que el Movimiento es en torno a distintas áreas del conocimiento...

NL: Sí. Trabajamos sobre la escuela, las formaciones de maestros, la formación de la persona que quiere ser maestro, y a técnicas como el "método natural de enseñanza de la lengua", y sobre varias áreas transversales. Por ejemplo, desarrollamos una lucha contra la evaluación numérica sobre todo en las escuelas de pequeños, hacemos también una propuesta de no usar los libros de textos sino de trabajar materiales distintos, elegidos por el maestro, como libros temáticos, en las escuelas, en todos los niveles educativos, pero sobre todo con los pequeños. También trabajamos cómo interactuar con gente de todos los países que está llegando a Italia y que tiene distintas lenguas, religiones y culturas. En el caso de la astronomía, el lenguaje usual es muy violento: en los libros, en los cursos, damos por supuesto que estamos en el hemisferio norte, que estamos en la religión católica, que somos blancos, etc. Entonces, cuando hay niños y personas que llegan de otros países se torna muy excluyente. Por esto, hemos desarrollado el Proyecto Internacional Globo Local (www.globolocal.net) y hemos traducido al hemisferio sur el *Diario del cielo*, con los amigos de Brasil (Roberto Nardi y Telma Fernández).

EG: ¿Este Movimiento de Cooperación Educativa tiene una infraestructura física donde se desarrollan cursos, capacitaciones u otras actividades?

NL: Sí. Tenemos una sede nacional en Roma, para reuniones y con un Centro de Documentación de la Pedagogía Popular, y sedes locales en distintas ciudades. En este momento no hay escuelas enteras que trabajen así, sino que hay maestros que están en diferentes niveles y lugares. Yo, por ejemplo, estoy en la universidad, otros están con jóvenes o pequeños. Tal vez hay dos o tres maestros en una misma escuela, lo cual es muy favorable, más fácil. Nos reunimos por medio de cursos casi siempre residenciales es decir que para nosotros es muy importante un trabajo que tenga una continuidad y que incluya los momentos en que se comparte una cena, la noche y un tiempo largo para dialogar. Por ejemplo, en nuestros encuentros de más días nunca estamos sentados tanto tiempo, porque trabajamos la ecología de la mente, y el cuerpo sufre muchísimo y la cabeza también, sino que hay momentos de trabajo en distintos en grupos, de movimiento, que la investigación nos dice que ayuda muchísimo al aprendizaje y la concentración.

EG: Como las escuelas de verano...

NL: Sí. Por ejemplo, cada año hago muchos cursillos de la Pedagogía del Cielo, pero en dos momentos, uno en otoño y otro en primavera, doy cursos con mi grupo nacional, que son de tres días, cada vez en una ciudad distinta o en un sitio diferente para que sea más fácil para la gente de esa región participar: Usualmente empiezan el viernes y terminan el domingo, y se desarrollan de forma continua, con horarios no usuales sino los necesarios para lo que queremos hacer.

EG: ¿Son para todo el público?

NL: Son para maestros, pero si quieren venir educadores que no lo son, está abierto; para los estudiantes universitarios también si quieren profundizar el tema

y también si quiere una persona adulta interesada. Pero es claro que no somos astrófilos, sino educadores y esto es nuestro punto de vista. Si hay alguien interesado en venir a ver cómo se trabaja en Florencia o en Roma con la astronomía, porque además de tratar cosas que se pueden hacer en cualquier sitio, como observar la luna o las estrellas o las sombras en el día, siempre incluimos algunos temas específicos que solo se pueden desarrollar en ese lugar. Por ejemplo, en Roma tenemos una cantidad de sitios que tienen que ver con la astronomía que no son solo observatorios astronómicos, sino que son relojes de sol monumentales, son sitios donde vivieron personajes históricos o sitios donde construimos unos dispositivos astronómicos, por ejemplo, en el jardín de una escuela, así que vamos allí también.

EG: Nos gustaría saber cuál es su idea de didáctica de las ciencias.

NL: Poner cuestiones y enseñar a cuestionarse y cuestionar, y tratar de dar respuestas, parciales, locales, también erróneas, pero intentar. Y utilizar lenguajes distintos, con oportunidades distintas, porque hay personas que entienden mejor si observan en el espacio tridimensional, por ejemplo en el caso del sol, hay personas que entienden mejor cuando tienen en sus manos aparatos y puedan pensar pero con objetos; hay personas que aprenden es en el momento de la metarreflexión que es el que más les ayuda a comprender y aclarar lo que han entendido y lo que falta todavía; hay gente que puede moverse o que puede dibujar y cada uno es diferente, por eso es importante ofrecer distintas oportunidades para que cada quien encuentre la suya. Para mí es relevante, en la didáctica, hablar poco, si eres el maestro y en cambio dar oportunidades, crear situaciones y que los estudiantes puedan discutir entre ellos, experimentar, hacerse preguntas y estar en serio en lo que hacen. Es decir, construir situaciones en que los estudiantes se interesen de verdad y que quieran cumplir con el objetivo del trabajo y que lo comparten conmigo y yo con ellos de verdad. Y no que sea solo para

poner una nota o poner su nombre y decir que ahí estaba. La simple evaluación numérica no me interesa, y pienso que es un problema grande de la escuela y de la universidad, así que la gente va, se sienta, tal vez se duerme, pero pone su nombre y aparece como si hubiera estado presente: esto es falso, no tiene sentido, así que construir situaciones en las que la gente esté presente de

verdad enteramente con su cuerpo, su espíritu, su cabeza, su inteligencia, sus emociones... Esta es didáctica para mí.

EG: Bueno, profesora Nicoletta, fue un honor compartir estos momentos con usted, muchas gracias.

NL: Muy bien, gracias.



UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE EN FORMACIÓN CONTINUA DE PROFESORES DE QUÍMICA FUNDAMENTADA EN NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

A CONTINUOUS CHEMISTRY TEACHER TRAINING LEARNING EXPERIENCE BASED ON THE NATURE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM EM TREINAMENTO CONTÍNUO DE PROFESSORES DE QUÍMICA BASEADA NA NATUREZA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Zenahir Siso Pavón^{*}, Iván Sánchez Soto^{**}, Luigi Cuéllar Fernández^{***}

Cómo citar este artículo: Siso Pavón, Z., Sánchez Soto, I. y Cuéllar Fernández, L. (2019). Una experiencia de aprendizaje en formación continua de profesores de química fundamentada en naturaleza de la ciencia y tecnología. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 229-252. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13441>

Resumen

En este artículo se analiza una experiencia de aprendizaje de aspectos epistémicos a partir de actividades lúdicas de situaciones y escenarios, para promover procesos reflexivos en profesores de química respecto de la ciencia que enseñan, en torno a un *itinerario de formación* sobre visiones de naturaleza de la ciencia y tecnología. Las dos finalidades de la experiencia de aprendizaje fueron 1) reconocer la existencia de aspectos epistémicos y no epistémicos relacionados con la ciencia y la tecnología y 2) reflexionar acerca de la observación, interpretación, creatividad e imaginación como aspectos de NdCyT. La investigación fue cualitativa interpretativa, con apoyo del *análisis temático* y uso de *NVivo 11*, en el que se extraen las partes relevantes de los discursos orales y escritos de los profesores participantes en la producción de datos durante la sesión de trabajo, para agruparlos en temáticas de mayor inclusión. Los resultados muestran que la experiencia de aprendizaje promueve la reflexión no solo en relación con lo metateórico (aspectos epistémicos) tal y como fue intencionado, sino también en torno a dos bloques temáticos adicionales que resultaron centrales, como la enseñanza de la ciencia y valoración de la sesión de trabajo. Las temáticas menos inclusivas dan cuenta de que el profesor piensa desde su actuar

Recibido: 06 de junio de 2018; aprobado: 27 de septiembre de 2018

* Doctora (c) en Educación. Profesora del Departamento de Didáctica. Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Concepción, Chile. Correo electrónico: zsiso@ucsc.cl - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-6392>

** Doctor en Enseñanza de las Ciencias. Profesor del Departamento de Física, Facultad de Ciencias de la Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile. Correo electrónico: isanchez@ubiobio.cl - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1564-3397>

*** Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor del Departamento de Didáctica, Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Concepción, Chile. Correo electrónico: lcuellar@ucsc.cl - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0659-9101>

en el aula, teniendo su conocimiento profesional como referente en los procesos de reflexión, de igual modo este tipo de experiencias representan una oportunidad para contrastar y cuestionar visiones instaladas socialmente sobre la ciencia, que enseñan formas de dialogar y de compartir sus maneras de pensar, lo cual incide en el modo como hablan y actúan en el aula a la vez que fortalecen su formación profesional.

Palabras clave: formación de profesores, formación continua, didáctica, epistemología, discusión.

Abstract

A learning experience of epistemic aspects is analyzed from ludic activities of situations and scenarios, to promote reflective processes in chemistry professors regarding the science they teach around a Training Itinerary on visions of Nature of Science and Technology. Two purposes had this learning experience 1) to recognize the presence of epistemic and non-epistemic aspects related to science and technology and 2) to reflect on observation, interpretation, creativity and imagination as aspects of NdCyT. The research was of a qualitative interpretative nature supported on the Thematic Analysis and use of NVivo 11, in which the relevant parts of the oral and written discourses of the participating professors are extracted in the production of data during the work session, to group them in topics of greater inclusion. Results show that this learning experience promotes reflection not only related to the metatheoretical (epistemic aspects) as it was intended but also, around two additional thematic blocks that were central, such as the teaching of science and assessment of the work session. The less inclusive themes tell us that teacher thinks from his acting in the classroom, having his professional knowledge as a reference in the reflection processes. In the same way, this type of experiences becomes an opportunity to contrast and question visions installed socially on science, which teaches dialogue forms and how to share their thinking diversity. It impacts their skills to speak and act in the classroom while strengthening their professional training.

Keywords: further training, teacher education, didactic, epistemology, discussion.

Resumo

Se analisa uma experiência de aprendizagem de aspectos epistemológicos com base em situações e cenários de atividades recreativas para promover processos reflexivos em professores de química sobre o ensino de ciências, no âmbito de um percurso de formação sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia. Os dois objectivos da experiência de aprendizagem foram: 1) a reconhecer a existência de aspectos epistemológicos e não epistémicos relacionados à ciência e tecnologia, 2) refletir sobre a observação, interpretação, criatividade e imaginação como aspectos desta perspectiva. Esta é uma pesquisa de tipo qualitativa interpretativa, com o apoio da análise temática e uso de NVivo 11 em que as partes relevantes de discursos orais e escritos dos participantes

do conjunto de dados produzidos pelos professores, foram extraídos como dados e agrupados em tópicos de maior inclusão. Os resultados mostram que a experiência de aprendizagem promove a reflexão não apenas em relação aos aspectos meta-teóricos (aspectos epistêmicos) como se pretendia, mas também em torno de dois blocos temáticos adicionais que foram centrais, como o ensino de ciências e avaliação da sessão de trabalho, cujos temas menos inclusivos mostram o que o professor pensa ao atuar em sala de aula, tendo seu conhecimento profissional como referência nos processos de reflexão, bem como que esse tipo de experiência representa uma oportunidade de contrastar e questionar visões de ciência socialmente instaladas que ensinam entre pares que dialogam e compartilham suas formas de pensar, falar e agir em sala de aula enquanto fortalecem sua formação profissional.

Palavras chaves: formação de professores, educação continuada, didática, epistemologia, discussão.



Introducción

La experiencia de aprendizaje se desarrolló en el marco de un itinerario de formación docente denominado “La naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT) en la enseñanza de la química”, diseñado e implementado en veinte sesiones de trabajo a través de cuatro núcleos temáticos, como parte de una investigación doctoral. Este itinerario se configuró como un espacio de formación y reflexión docente acerca de la ciencia y la tecnología, y de cómo incorporar estos aspectos de la NdCyT a través de la química como contexto (contextualizada). Dicha cuestión ha sido ampliamente demandada en la educación científica de muchos países y advertida por diversas investigaciones en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Naturales (entre ellos Chile, a través de los Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Educación Media, propuestos por el Ministerio de Educación, y de los Programas de Estudio de Química de 1º a 4º Medio).

El núcleo temático 2, “Naturaleza de la ciencia y tecnología”, consistió en ocho sesiones de trabajo, y tuvo como objetivos: a) promover la reflexión en torno a la complejidad de algunos aspectos epistémicos y no epistémicos, relacionados con los procesos de generación de conocimiento científico y tecnológico, y b) propiciar la discusión sobre las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, y la diversidad terminológica en el ámbito epistemológico y didáctico. Para ello, la estructura interna del núcleo temático se orientó hacia la discusión acerca

de las concepciones de ciencia y tecnología, de la cual se reconoció la presencia de los aspectos epistémicos y no epistémicos en diferentes situaciones tanto contextualizadas o no contextualizadas (ACEVEDO, GARCÍA, ARAGÓN, 2017; GARCÍA-CARMONA, ACEVEDO, 2016; MARÍN, BENARROCH, NIAZ, 2011; VÁZQUEZ, GARCÍA-CARMONA, MANASSERO, BENNÀSSAR, 2013).

Una de las sesiones de trabajo, titulada “¿A qué llamamos *naturaleza de la ciencia y tecnología*? Aproximación a aspectos epistémicos”, se configuró con base en los aspectos epistémicos *observación, interpretación, creatividad e imaginación* y a través de un conjunto de actividades recomendadas por VÁZQUEZ, MANASSERO (2017), de tipo lúdico y es sobre la que se analiza la experiencia de aprendizaje en la que participaron profesores de química (tabla 1).

Los propósitos de la sesión fueron 1) reconocer la existencia de aspectos epistémicos y no epistémicos relacionados con la ciencia y la tecnología, y 2) reflexionar acerca de la observación, interpretación, creatividad e imaginación como elementos de NdCyT. Para ello, se desarrolló la observación e interpretación de imágenes y la lectura de relatos como parte de lo que se entiende por *situaciones y escenarios* en un contexto lúdico para la enseñanza de NdCyT. De acuerdo con VÁZQUEZ, MANASSERO (2017) estas actividades suponen un desafío para quien observa, infiere, argumenta y desarrolla variados procesos cognitivos y cognitivo-lingüísticos, por lo que se configuran como “situaciones más auténticas, donde el fenómeno no se oculta al

Tabla 1. Atributos de la sesión de trabajo.

Sesión que tributa	Tipo de actividades para enseñar NdCyT	Recursos que promueven la comprensión de la NdCyT	Aspectos de NdCyT discutidos
Sesión 4: ¿A qué llamamos <i>naturaleza de la ciencia y tecnología</i> ?	Lúdica de situaciones y escenarios	Sin contexto: imágenes	<u>Epistémicos</u> : observación e interpretación
		En contexto: relato “El guiso fantasmagórico”	<u>Epistémicos</u> : creatividad e imaginación

Fuente: elaboración propia.

observador, pero los indicios observables son limitados o susceptibles de múltiples interpretaciones, aunque realistas” (p. 164).

Desde esta perspectiva, se desarrollaron tres actividades vinculantes en torno a las *situaciones* y *escenarios* como forma explícita de enseñar NdCyT: las dos primeras relacionadas con la observación de diversas imágenes para enfocar las interpretaciones y perspectivas, y una tercera actividad en forma de escenario lúdico a partir del relato “El Guiso fantasmagórico”.

1. Antecedentes teóricos

Los problemas en el aprendizaje de las ciencias, característicos de la educación científica pos carrera espacial, ampliamente estudiados hacia la década de 1980 y producto entre otras cuestiones del eficientismo, inductivismo, paidocentrismo y transmisividad, hicieron dirigir el interés de la investigación didáctica hacia la enseñanza, y en su principal actor: el profesor. Desde ahí, numerosos estudios se han preocupado por diferentes aspectos del pensamiento del profesor, entre ellos las concepciones, actitudes, visiones, prácticas, modelos didácticos, ya que su actuación “se encuentra en gran medida condicionada por su pensamiento y este es una construcción subjetiva e idiosincrática elaborada a lo largo de su historia personal” (VALCÁRCEL, SÁNCHEZ, 2000 p. 560). Esto configura la actuación docente conforme a las situaciones, contextos y circunstancias vivenciadas, consciente e inconscientemente, en un proceso que no termina y que genera concepciones con carácter “provisorio, tentativo, progresivo y sistémico” (ASTUDILLO, RIVAROSA, ORTÍZ, 2010 p. 183).

Esto ha devenido en que múltiples investigaciones en la Didáctica de las Ciencias, desde una de sus líneas de investigación denominada *formación del profesorado* (GARCÍA, 2009), adviertan la necesidad de un desarrollo profesional que supera la mirada del profesor que se capacita y perfecciona para aplicar y explicar contenidos de la teoría, hacia una mirada en la que es un sujeto reflexivo que

se evalúa, piensa y hace, que es capaz de tomar decisiones sobre su experiencia. Esta movilización se muestra en la figura 1, donde se relevan cuatro grandes focos de la formación continua del profesorado propuestas por VALCÁRCEL, SÁNCHEZ (2000), y algunos trabajos desarrollados en torno a ellas junto a sus principales aportes, analizados en GARCÍA (2009) y esquematizados en SISO (2016), con nuevas revisiones en el ámbito latinoamericano.

a. La naturaleza de la ciencia y tecnología como referente metateórico en la formación continua del profesorado

La investigación acerca de la formación del profesorado, prolífica en la actualidad, da cuenta de la variedad de aproximaciones a modelos de formación profesional para docentes de ciencias, desarrollados a la luz del constructivismo como marco teórico mayoritario. Uno de los puntos de partida es la reflexión, entendida como un proceso metacognitivo que implica contextos, procesos, actitudes y contenidos, los cuales le brindan al profesor una nueva comprensión a partir del cuestionamiento teórico de las propias concepciones y acciones que se han legitimado (CANDELA, 2018; CUÉLLAR, 2010) y del análisis de las concepciones, roles, conocimientos, actitudes y conducta de los profesores en la construcción de nuevos conocimientos. Por ello, la revisión de esas concepciones o ideas preexistentes, en relación a la ciencia que se enseña, se convierte en objeto de reflexión metateórica y metodológica en las propuestas recientes de formación que consideran como núcleos problematizadores la visión de ciencia como dogma, la ausencia tanto de relaciones CTS, como también de una dimensión humana de la ciencia (ASTUDILLO, RIVAROSA, ORTIZ, 2010; SISO, 2016; CUÉLLAR, 2010; FERNÁNDEZ, 2000; FERNÁNDEZ *et al.*, 2002; IZQUIERDO, 2000; IZQUIERDO *et al.*, 2016; ORDÓÑEZ, 2003).

Esta reflexión metateórica es posible desde la incorporación de un conjunto de contenidos metacientíficos

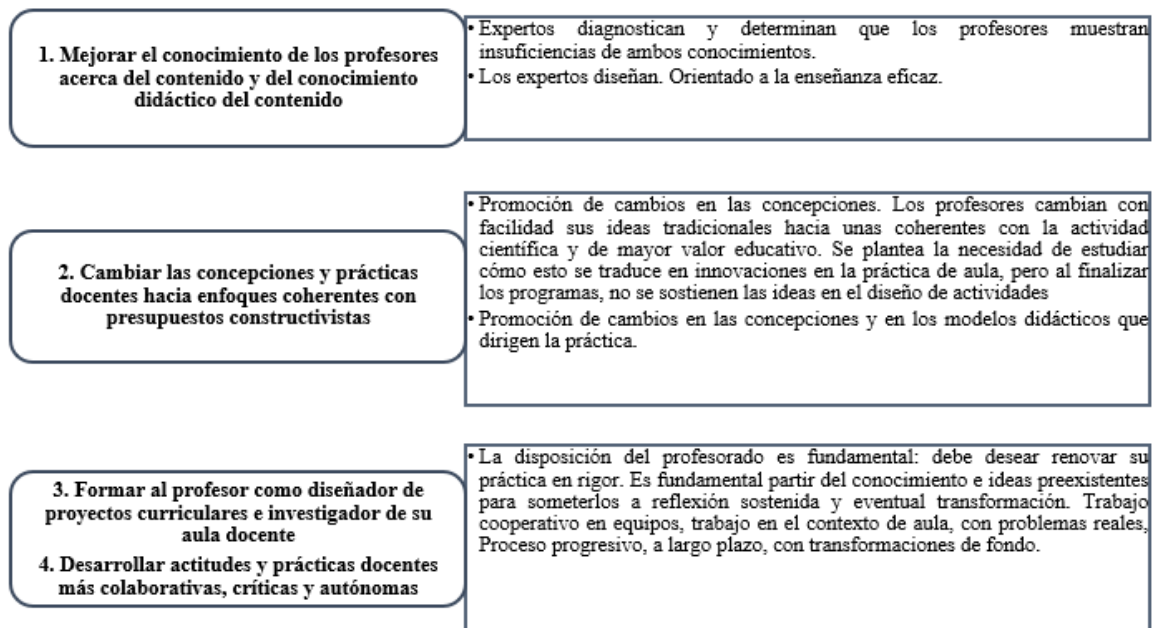


Figura 1. Cuatro metas de la formación para el profesorado en ejercicio.

Fuente: Siso, 2016.

que invitan a saber sobre las ciencias y la tecnología: qué son y cómo se elaboran, qué características las diferencian de otras producciones humanas, cómo cambian en el tiempo, cómo impactan y se dejan influenciar a su vez por la sociedad y la cultura, permitiendo la perspectiva de ciencia y tecnología como construcción del hombre en un espacio y tiempo determinados, impregnados ética, psicológica, filosófica y hasta económicamente para el momento de su desarrollo. Todo esto, entendido como aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia y tecnología como conjunto de contenidos metacientíficos (figura 2) que, al ser revisados y reflexionados por el profesorado de ciencias desde sus propias concepciones en trayectos formativos, favorecerían la superación de algunas visiones deformadas de la ciencia en las que se incurre con la enseñanza tradicional.

Por ello, los espacios longitudinales de formación continua del profesorado se convierten en potenciales oportunidades de aprendizaje en las que el docente no solo pueda advertir posibilidades teóricas y metodológicas para enseñar contenidos de NdCyT, sino también y como se reporta a continuación,

favorezca la revisión de las concepciones meta-teóricas en un trabajo compartido, con carácter individual y colectivo en este caso de los aspectos epistémicos: observación, interpretación, creatividad e imaginación. Lo anterior, señalado como algo poco frecuente en los espacios de formación inicial (COFRÉ *et al.*, 2010) y en aquellos de formación continua del profesorado en Chile, donde predomina una visión técnico-racional por sobre el pensamiento reflexivo docente (CUÉLLAR, 2010).

2. Metodología

El estudio se abordó desde un diseño cualitativo de carácter interpretativo-fenomenológico, desde una perspectiva interaccionista fundamentada en que las personas actúan conforme a los significados que para ellas tienen las cosas. Los significados son manejados o modificados por medio de un proceso interpretativo en el que estos subyacen en formas de teorías subjetivas que son posibles de reconstruir (ÁLVAREZ-GAYOU, 2009; DEZIN, LINCOLN, 2012; FLICK, 2004).

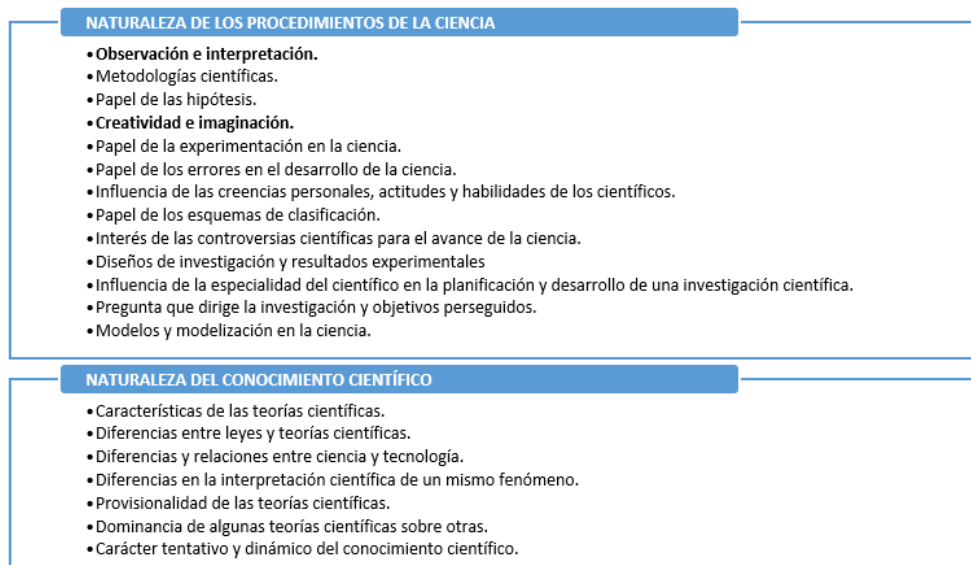


Figura 2. Aspectos epistémicos.

Fuente: ACEVEDO, GARCÍA, ARAGÓN, 2017.

a. Escenario y sujetos de investigación

Como escenario, se tuvo el itinerario de formación docente “La naturaleza de la ciencia y tecnología en la enseñanza de la química”, desarrollado en el marco de una investigación educativa al que asistieron los profesores participantes durante 20 sesiones de trabajo, realizadas en la Facultad de Educación de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Los profesores de química fueron invitados a formar parte del estudio, según criterios de homogeneidad, heterogeneidad, inclusión y exclusión como parte de un *muestreo completo* que “delimita la totalidad de casos posibles de manera que todos se pueden integrar en el estudio” (FLICK, 2004 p. 77), apelando a su voluntariedad y disponibilidad como parte de las *razones instrumentales* (SIMONS, 2011), quedando cuatro profesores. Estos participantes se identificaron en la investigación a través de los nomencladores VR, RG, ME, NA.

b. Proceso de análisis

La información producida se recuperó a partir de dos papeles de trabajo (PT), codificados como PT4.1

y PT4.2. y desarrollados por cada participante, y de la transcripción de videograbación de la sesión de trabajo a la que todos asistieron. Para la transcripción se adoptaron las instrucciones de POLAND (2002, citado en RAPLEY, 2014) y su análisis se adelantó con apoyo del *software NVivo 12*.

Se trabajaron dos tipos de análisis: uno, en un nivel descriptivo como aproximación a lo emergido en el reconocimiento de los aspectos epistémicos; otro, en un nivel de mayor interpretación. Se identificaron los temas mediante estrategias de análisis temático, y a partir de algunas orientaciones de BRAUN, CLARKE (2006); estos emergen desde las propias voces y expresiones orales y escritas de los participantes y se caracterizan por capturar lo relevante sobre los datos en relación con los propósitos de investigación.

El procedimiento seguido consistió en la lectura de cada unidad de análisis (papeles de trabajo, transcripción de la sesión), posteriormente se codificaron características interesantes de los datos de forma sistemática en todo el conjunto de datos, recopilando datos relevantes para cada código. De esta forma, se procedió a la búsqueda de temas a partir de la recopilación de códigos potenciales y se reunieron todos los datos relevantes para cada uno

de ellos, cuestión que de forma recursiva se revisó para verificar si estos temas se satisfacían en relación con los extractos codificados y el conjunto de datos. Así, se identificaron tres bloques temáticos en los que incidió la reflexión a partir de las discusiones: 1) concepción de ciencia y tecnología, 2) enseñanza de las ciencias y 3) valoración de la sesión; y cada uno de ellos se asoció a las subtemáticas correspondientes.

De esta forma, se generó un mapa temático a partir de aquellos bloques o grandes temas y sus correspondientes subtemas o apartados que, a través de los aspectos epistémicos trabajados como objeto de reflexión, se identificaron en el discurso de los profesores y que se presenta más adelante (figura 6).

c. La propuesta de actividades

Ante los interrogantes acerca de la NdCyT con valor educativo para la formación de profesores (CAAMAÑO, 2011; IZQUIERDO *et al.*, 2016), y asumiendo sus tres modalidades ampliamente difundidas en la literatura (MARÍN, BENARROCH, NÍAZ, 2011), surgen también cuestiones en cuanto a si el abordaje de estos contenidos metacientíficos en la enseñanza debe realizarse de forma implícita o explícita y reflexiva (VÁZQUEZ, MANASSERO, 2012). De esta manera, la enseñanza de estos contenidos se complejiza en relación a la disposición de materiales que promuevan aprendizajes en torno a ellos. A través de los escenarios lúdicos es posible comprender la percepción humana, limitaciones y sesgos, con la finalidad de abordar el binomio objetividad/subjetividad y con ello relevar a las teorías en el proceso de la observación, así como la necesidad de reducción de sesgos a partir de la instrumentación tecnocientífica (VÁZQUEZ, MANASSERO, 2017).

La propuesta de actividades para promover la reflexión docente sobre las propias concepciones de ciencia y tecnología, y la generación del conocimiento científico se centraron en el uso de imágenes y relatos que plantean el desafío de la observación, interpretación, juegos de perspectiva como aspectos epistémicos. La experiencia consistió en el desarrollo y discusión de cuatro actividades distribuidas en dos

papeles de trabajo (PT 4.1 y PT 4.2), y se estructuró como muestra la figura 3.

A continuación se explica brevemente cada actividad:

- *Actividad 1.* Observación e interpretación de imágenes. Se solicitó a los profesores que describieran en el recuadro correspondiente lo que observaban con relación a dos imágenes (figura 4). Luego, se les invitó a poner en común sus observaciones, evitando hacer juicios y aceptando como válidas todas las ideas, destacando la importancia de la carga teórica en la interpretación.
- *Actividad 2.* Responder a interrogantes. Una mayor especificidad en los interrogantes planteados presentó un desafío mayor en la toma de decisiones. Dos imágenes de la actividad (C y D) se proponen como escenarios lúdicos (VÁZQUEZ, MANASSERO, 2017) para cuestionar la percepción humana y la objetividad en las observaciones (figura 4). Se solicitó a los profesores escribir una respuesta ante las siguientes preguntas, respectivamente: “¿El punto situado en el interior del triángulo de la derecha está más cercano al vértice superior o a la base? Argumente”, y “¿Cuántas escaleras diferentes puede ver en la figura? Argumente”. Posteriormente, se hizo una puesta en común en la que los participantes idearon formas de comprobar sus respuestas ante los sesgos perceptivos.
- *Actividad 3.* Lectura de texto con interrogantes asociadas. Se desarrolló una lectura acerca de la primera aparición de los marcadores radiactivos en la historia de la ciencia, acompañada del desarrollo de respuestas a cuatro interrogantes, tomados y modificados de la propuesta original. Seguidamente, se discutió entre pares.
- *Actividad 4.* Aportes de la revisión teórico-reflexiva. Se instó a los participantes a escribir aquellas ideas nuevas que han sido discutidas, y lo que rescatan como valioso de la sesión desarrollada. Lo anterior con la finalidad de producir información desde sus experiencias durante el trabajo desarrollado.

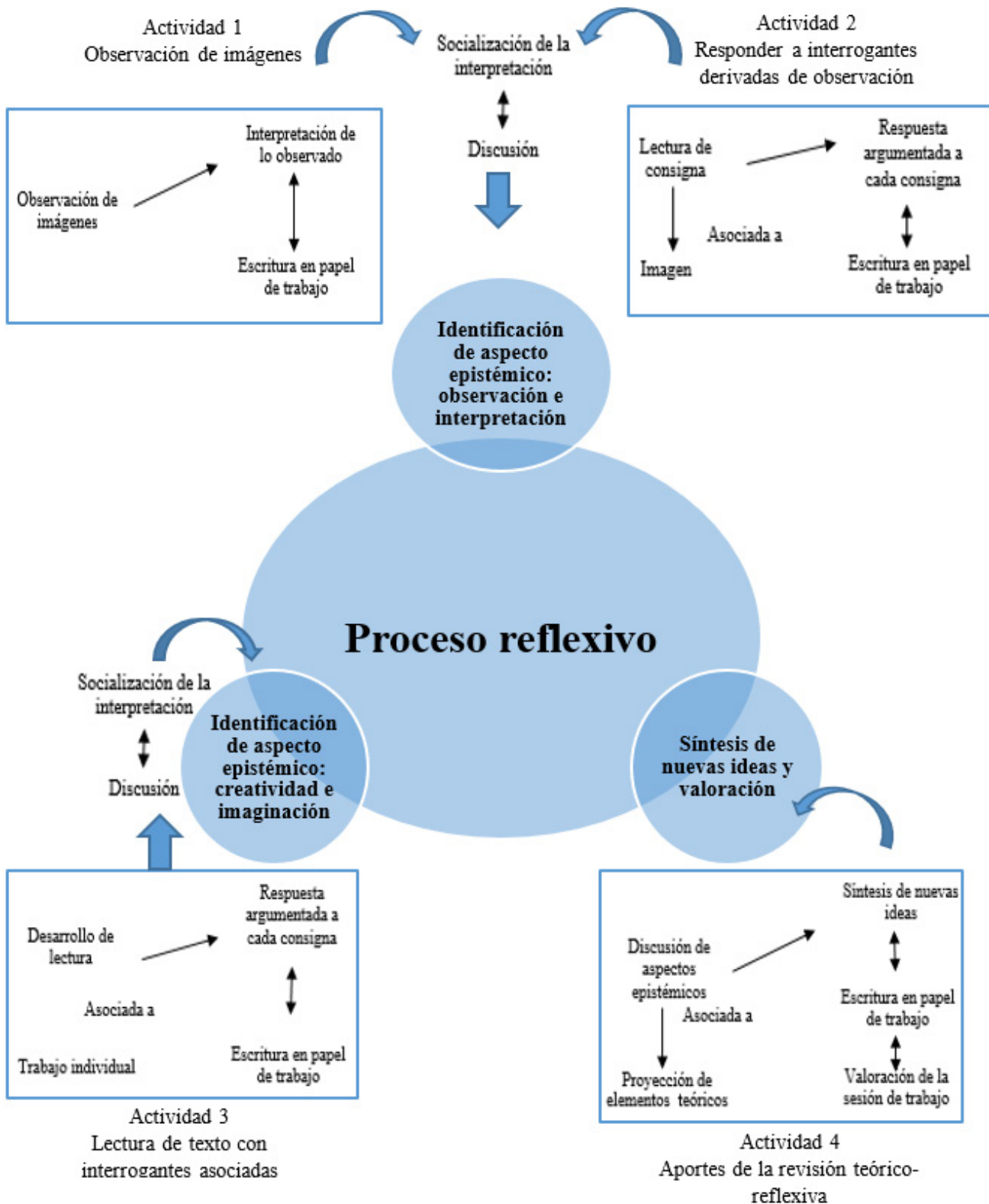


Figura 3. Estructura de la experiencia de aprendizaje.

Fuente: elaboración propia.

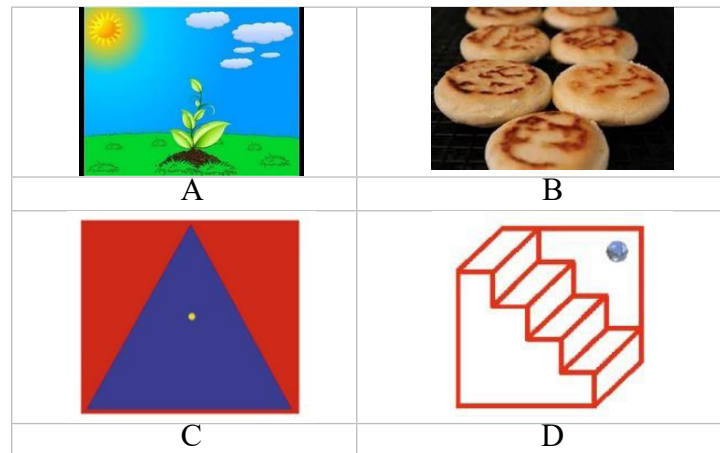


Figura 4. Imágenes propuestas para discutir la influencia de la carga teórica en las observaciones, la percepción y la necesidad de utilización de instrumentos de medida.

Fuente: VÁZQUEZ, MANASSERO, 2017.

3. Resultados

Los resultados a continuación se presentan en dos niveles: a) preliminarmente, haciendo una aproximación a las respuestas de los profesores a las actividades particulares en los papeles de trabajo PT4.1 y PT4.2, rescatando lo relevante emergido en la puesta en común de cada una de ellas; relacionado con el primer propósito de la experiencia de aprendizaje. b) En consonancia con el segundo propósito, se presentan los temas por bloques de inclusividad descendente, en relación con las producciones de los participantes y a la transcripción de las intervenciones videograbadas en la sesión de trabajo.

a. Nivel 1. Reconocimiento de la existencia de aspectos epistémicos relacionados con la ciencia y la tecnología

A partir de sus respuestas en el papel de trabajo, los profesores participantes desarrollaron dos tipos de aproximaciones frente a las imágenes A y B, algunas de tipo interpretativo, en las que daban sentido a la imagen estableciendo atributos, y otras de carácter descriptivo, en las que se listaban elementos visualizados (tabla 2).

Tras la puesta en común de sus respuestas, los participantes reconocieron la diversidad y divergencia de ellas; así, se evidenció que la observación y la interpretación son subjetivas y guardan relación con las ideas previas, carga teórica de quien observa, y que generalmente la interpretación sucede a la observación. Caso relevante y que permitió una mayor discusión es el de la imagen B (figura 4), en el que todos los participantes identificaron un producto de bollería ampliamente consumido en Chile (pan), atribuyéndole características como *amasado*, *tostado*, siendo que la fotografía corresponde a un producto elaborado con harina de maíz, muy popular y propio de las culturas venezolana y colombiana (arepas) y planteado intencionalmente para generar la problematización en torno a estos aspectos epistémicos. La discusión se extrapoló a la observación e interpretación como aspectos desde los que se genera conocimiento, relevando la importancia de las ideas previas o preconcepciones que se tienen acerca del estímulo visual y que permite tomar posturas frente a los fenómenos.

En la actividad 2, se continuó con la discusión acerca de los mismos aspectos epistémicos, sobre la observación de imágenes en las que debía responderse de forma específica a un interrogante relacionado con lo observado. La puesta en común de las respuestas permitió a los profesores identificar

Tabla 2. Respuestas de los profesores participantes a la actividad 1.

<u>Imagen</u>	<u>Carácter interpretativo</u>	<u>Carácter descriptivo</u>
A	<u>Día soleado (VR)</u> una representación de una planta (vegetal), pasto, sol y nubes. Día soleado.	<u>Enumeración de elementos observados</u> Cielo Suelo nubes Planta tierra Pasto (RG)
	<u>Día parcial (ME)</u> Una planta sobre el cuspel en un día parcial	Paisaje con un sol, nubes claras, planta, suelo. (NA)
B	<u>Características del Pan Horneado (VR)</u> Fotografía de pan horneado.	<u>Enumeración de elementos observados</u> Pan amasado Tostado en la aruba Redondo fondo negro (RG)
	Tostado Parrilla con panes tostados. (NA)	Panes a la parrilla (ME)
	<u>Amasado/Tostado</u> Pan amasado Tostado en la aruba Redondo fondo negro (RG)	

Fuente: elaboración propia.

nuevamente divergencias en estas (tabla 2), e incluso su cuestionamiento con preguntas del tipo “¿Pero por qué dices que cercano a la base?”; o “¿Dónde ven tantas escaleras?”.

Ante estos contrastes, se generó la inquietud por establecer acuerdos y realizar comprobaciones, lo que de forma espontánea llevó a los participantes a proponer una “estrategia” de abordaje para consensuar una respuesta relacionada con la imagen C (figura 4): intentar medir, con lo que tuvieran a disposición, la distancia del punto a los vértices identificados como opción. En este sentido, una de las reflexiones se centró en a que la utilización de técnicas y tecnologías es un aspecto crucial en el establecimiento de consensos para evitar el sesgo de las interpretaciones y percepciones producto de

una observación nada objetiva, cuestión relevante en el tratamiento de los aspectos epistémicos.

En cuanto a la actividad 3, tras el trabajo individual de lectura del relato “El guiso fantasmagórico”, de Agustín Adúriz-Bravo, y desarrollo de respuestas a interrogantes asociadas por cada participante, emergieron los siguientes ejes temáticos:

- Exaltación del carácter racional del conocimiento científico: respuestas orientadas a Invención en lugar de descubrimiento.
- Innovación de carácter tecnológico con visión de la tecnología como subsidiaria de la ciencia.
- Reconstrucción abductiva: sorpresa de los huéspedes, enfado y posible toma de medidas en contra de la patrona de la historia.

- El conocimiento científico se aplica en la búsqueda de soluciones a problemas reales.

Por último, en relación con la actividad 4, como síntesis de ideas nuevas, se identificaron las siguientes en tres ámbitos o ejes temáticos diferenciados:

- El conocimiento científico tiene naturaleza subjetiva y por tanto, la observación que ha sido históricamente relevante en el proceso de configuración de este conocimiento comienza a verse comprometida desde los procesos interpretativos asociados a las ideas previas o conocimientos que se tienen al observar, a una “carga teórica, ideas o conceptos que uno tiene, que uno utiliza para aplicarlos y resolver un problema determinado” (PT4.2RG), lo que promueve una “necesidad de consensuar 'miradas' en la interpretación de los fenómenos naturales” (PT4.2ME).
- El conocimiento científico es una construcción humana donde intervienen el contexto histórico y las vivencias personales. Es relevante saber cómo las circunstancias que llevaron a la generación de conocimiento a través de la historia, donde se evidencia que “la creatividad y el ingenio son herramientas poderosas en la generación de ciencia y tecnología” (PT4.2ME). La ciencia y la tecnología surgen en el seno de discusiones, revisiones, evaluaciones de enunciados a la luz de “la necesidad de métodos, técnicas y procedimientos consensuados en ciencia” (PT4.2VR).
- La ciencia y la tecnología guardan “una estrecha relación (de acuerdo con el relato 'guiso

fantasmagórico’), en el cual se evidencia la naturaleza científica-tecnológica del conocimiento que enseñamos” (PT4.2VR) y es que ambas se caracterizan por surgir de la necesidad de resolver problemas. Para los profesores, esta idea novedosa es “muy importante ya que me permite aplicar los conocimientos (en el aula)” (PT4.2RG). Por lo que identificarla ha sido directamente asociado a su enseñabilidad.

Las cuatro actividades permitieron, durante y posterior a sus respectivos debates, desarrollar procesos reflexivos sobre aspectos epistémicos de naturaleza de la ciencia y tecnología.

b. Nivel 2. Reflexiones acerca de la observación, interpretación, creatividad e imaginación como aspectos de NdCyT

Tras analizar la transcripción de la videograbación de la sesión de trabajo en conjunto con los papeles de trabajo de cada profesor participante (PT4.1 y PT4.2), se identificaron tres bloques temáticos de amplia inclusividad como categorías de máximo nivel, en torno a los que se desarrollaron las discusiones: *Concepción de ciencia y tecnología, Enseñanza de la ciencia y Valoración de la sesión*. En cada bloque temático, se agruparon subtemas centrales o categorías genéricas, como se muestra en la figura 5. La descripción de todo el sistema generado se presenta de forma fragmentada por bloque temático con el detalle de categorías más específicas, a continuación.

Tabla 3. Respuestas de los profesores participantes a la actividad 2.

Imagen C: “¿El punto situado en el interior del triángulo de la derecha está más cercano al vértice superior o a la base?”	Imagen D: “¿Cuántas escaleras diferentes puede ver en la figura? Argumente!”
Cercano al vértice superior (VR), (RG)	1 con 4 peldaños (NA)
Cercano a la base (ME)	3 (VR) (RG)
Equidistante (con rectificación) (NA)	1 y 2 figuras escalonadas (ME)

Fuente: elaboración propia.

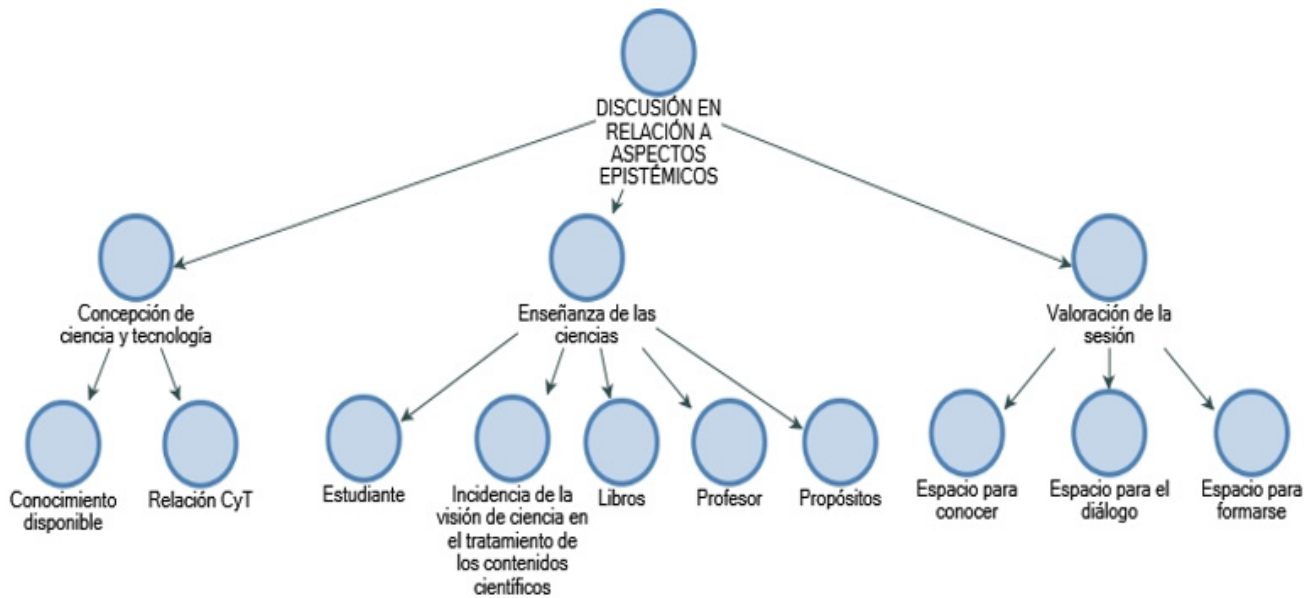


Figura 5. Bloques temáticos promovidos por la discusión durante la sesión de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

En adelante, se mostrará cada bloque temático con un detalle de las reflexiones asociadas en sus correspondientes apartados subtemáticos.

- *Bloque temático 1. Concepción de ciencia y tecnología.* Este bloque agrupa aquellas intervenciones de los participantes en las que se hace alusión al cuestionamiento de referentes de ciencia y tecnología durante la sesión de trabajo. Por tanto, los dos apartados centrales en los que incide la reflexión son la ciencia y la tecnología como *conocimiento disponible*, y la *relación entre la ciencia y tecnología* (figura 6).

- i) Apartado 1. Conocimiento disponible. Esta categoría amplia alberga aquellas intervenciones asociadas con la ciencia y tecnología como conjunto de modelos desde los cuales las personas observan e interpretan, dan explicación a los fenómenos, y desde una postura crítica, se convierte en objeto de consumo en lugar de discusión, en tanto se ha generalizado como objetivo, verdadero; como visión de

ciencia socialmente instalada (CHALMERS, 2010), misma que se intenta cuestionar desde la experiencia de aprendizaje. En relación con este apartado subtemático, los profesores manifestaron sus ideas respecto de cuatro aspectos asociados al conocimiento: *carácter situado*, *carácter subjetivo*, *génesis* y *uso*.

En relación con el **carácter situado**, se identificaron dos temáticas centrales: el conocimiento adquiere valor de acuerdo con el momento histórico y la ciencia como saber construido para resolver dilemas relevantes en un contexto o época

Realmente es importante conocer más estas historias de cómo se ha ido desarrollando el conocimiento científico. (...) es bastante enriquecedor, algo que uno pudiera tomar incluso como una anécdota, algo que pudo ser jocoso en aquel momento, (...) ya uno empieza con otra mirada porque la radiactividad a mí nunca me había interesado a menos que hay unos ejercicios que son tan entretenidos, pero así como tema, la radioactividad siempre la he visto tan lejana. (S4-NA)

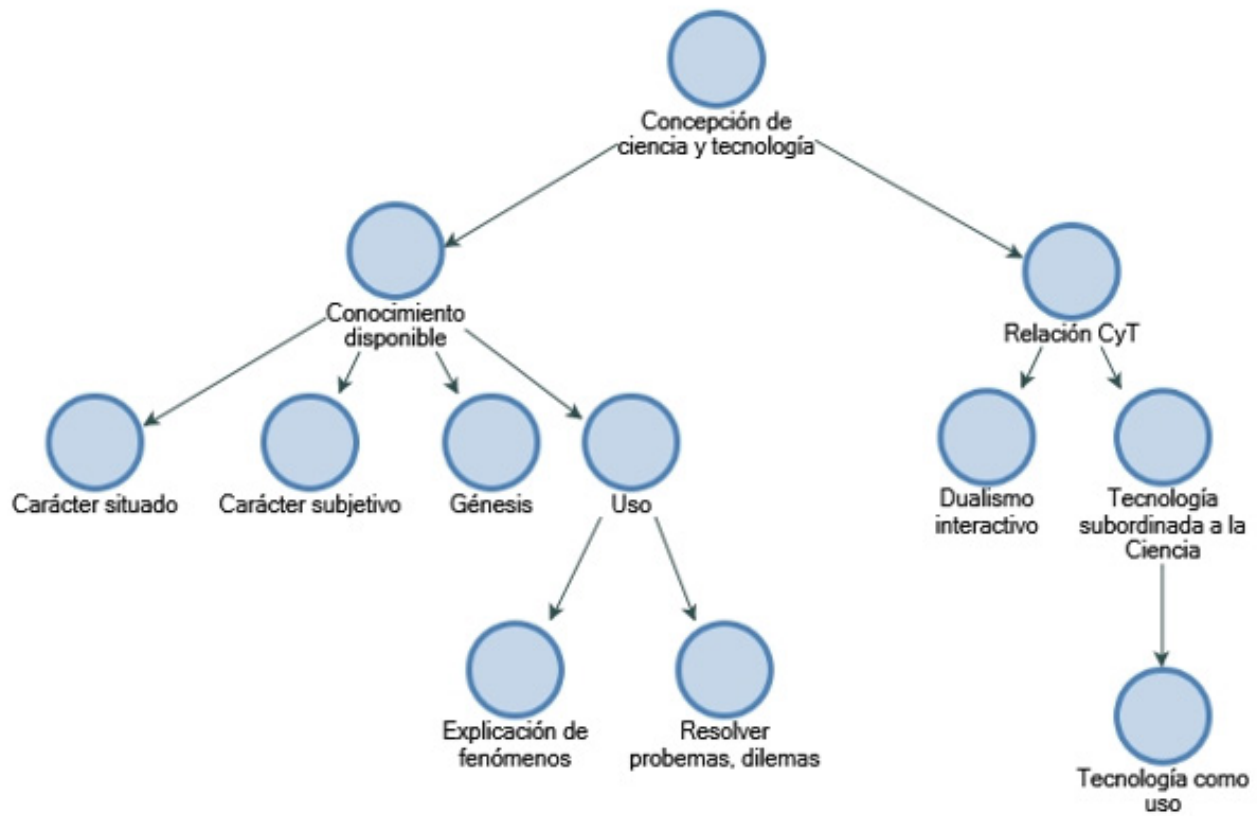


Figura 6. Temáticas relacionadas con la concepción de ciencia y tecnología, emergentes al discutir sobre los aspectos epistémicos.

Fuente: elaboración propia.

Es relevante cómo en estas discusiones, la profesora se aproxima retrospectivamente a una valoración del conocimiento conceptual de **radioactividad** asociada a ejercicios de lápiz y papel, reconociendo plenamente la ausencia de un contexto histórico para la resolución de una situación que aquejaba al científico, y que desde ahí se generó un conocimiento hoy valioso, pero lejano para ella como docente.

En cuanto al *carácter subjetivo* del conocimiento, los profesores manifestaron que la percepción debe ser considerada para interpretar el mundo y sus fenómenos, ya que las personas interpretan y observan de acuerdo con la carga teórica, entendidas estas como ideas o conceptos que se utilizan en la resolución de problemas. Asimismo, emergió que la incertidumbre en ciencia promueve la investigación y superación

metodológica, tal y como fue manifestado por uno de los participantes

La gracia justamente es que la ciencia no se cumpla (para todos los casos) para que se pueda seguir investigando, para buscar nuevos métodos. (S4-VR)

Considerando también la necesidad de acuerdos para superar la subjetividad, los profesores manifestaron que, ante los procesos de observación, interpretación, creatividad e imaginación, los consensos son necesarios en el seno de las comunidades científicas para reducir la relatividad en la configuración del conocimiento. Esto guarda relación con el carácter subjetivo de la ciencia que la aleja de la visión socialmente instalada o divulgada.

Tenemos que cultivar consenso y en la medida que, si nuestra visión no tiene instalado la medición, podemos ayudarnos con instrumentos externos que nos ayuden a tener consenso más unificado. (S4-ME)

Como tercer aspecto, respecto de la *génesis* de este conocimiento, destacan las subtemáticas más específicas orientadas a diferenciar invención de creación, ya que los procesos de invención asociados al uso de un conocimiento que se tiene sobre un fenómeno, difieren de *inventar* el fenómeno en sí mismo –uso del conocimiento radiactividad en un contexto difiere de *inventar* la radiactividad–, así como la necesidad de técnicas, procedimientos, evidencias, datos para decidir como una base de contraste que permite generar conocimiento nuevo. Asimismo, se identificó, como temática, que la ciencia y la tecnología surgen de la necesidad que tienen las personas de resolver problemas. En una línea similar, la génesis de conocimiento se asocia a procesos que ofrecen resistencia en una perspectiva evolutiva de mejoramiento o ampliación de poder explicativo.

En cuanto al *uso*, se identificaron un par de subtemas en los que claramente se percibe un fin utilitario: *explicar fenómenos* desde los conocimientos disponibles que se consumen y se perciben como indiscutibles, lo que en el seno de las discusiones se reconoció que son necesarias teorías con gran poder explicativo de los fenómenos.

[...] si los científicos están estudiando algo, probablemente todo lo que se ha hecho a esa situación la van a forzar incluso a entrar en un modelo. (S4-VR)

En segunda instancia, se identificó el uso asociado a la resolución de problemas y dilemas, vía aplicación de un conocimiento para comprobar una hipótesis, a la necesidad particular de solucionar problemas.

- ii) Relación CyT. Es un subtema reducido que permitió identificar una concepción utilitaria y práctica de la tecnología, ya que los participantes de forma general la han caracterizado como auxiliar de la ciencia, para superar discusiones científicas. Al respecto se identificaron dos aspectos: uno de dualismo interactivo y otro de tecnología subordinada a la ciencia, en la cual predomina un rol utilitario clásico (NIINILUOTO, 1997).

En cuanto al dualismo, uno de los participantes desarrolló un esquema en su papel de trabajo (figura 7), relacionado con el contexto de innovación. En la figura 7, el participante permite identificar a ambos tipos de conocimiento como entidades definidas y con fines propios, igualmente relevantes y que son aditivas integrando un todo. Sin embargo, el conocimiento científico se ve asociado a un contexto de descubrimiento, de develación de propiedades –fenómenos– en lugar de interpretación, lo que deviene en desarrollos teóricos; mientras que el

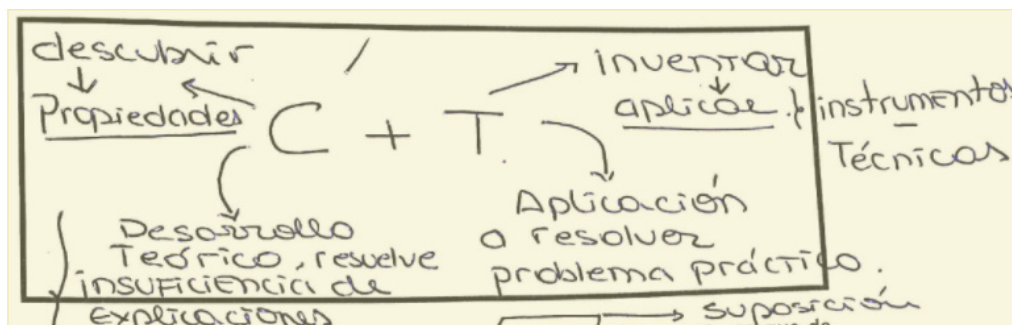


Figura 7. Dualidad interactiva-relaciones CyT. (PT4.1VR).

Fuente: elaboración propia.

conocimiento tecnológico se asocia a un contexto de invención-aplicación de instrumentos y técnicas para la resolución de problemas exclusivamente prácticos.

Por otra parte, en las discusiones también emergió que la aplicación del conocimiento científico es el origen de una innovación tecnológica. Así, la tecnología sería un conocimiento derivado de la ciencia que, no obstante, le es auxiliar ya que se asocia con el uso del conocimiento para resolver problemas, por lo que la invención queda relacionada a la utilización del conocimiento –científico, en todo caso– y la tecnología ayuda a la ciencia tanto en el avance como en la superación de discusiones científicas.

- *Bloque temático 2. Enseñanza de las Ciencias.* Aquí, se engloban las intervenciones de los participantes al discutir sobre los aspectos epistémicos, asociadas a la enseñanza de los contenidos científicos. Resulta interesante este bloque temático, por cuanto ninguna de las actividades propuso a los participantes mirar en su profesionalidad. Sin embargo, desde una

perspectiva didáctica predominó como categoría Enseñanza de las Ciencias, en la que no se observaron temáticas asociadas a procesos de aprendizaje de las ciencias y a la evaluación de estos procesos. Los profesores, al discutir sobre la observación, interpretación, creatividad e imaginación como aspectos epistémicos, elaboraron en paralelo temáticas específicas sobre el proceso de enseñanza de los contenidos científicos/químicos, a su vez disociados de un componente tecnológico. En ellas se plantea metodológicamente a la enseñanza como consecuencia en sí misma de una visión de ciencia y como eje aglutinante de actores, materiales y propósitos, que son los apartados asociados a este bloque temático (figura 8).

En principio, la figura permite visualizar un par de temáticas inclusivas en relación con lo que los participantes señalan sobre su propio rol de profesores al discutir acerca de los aspectos epistémicos propuestos, evidenciándose un marcado énfasis en la enseñanza de las ciencias –y sus actores— por encima del aprendizaje y la evaluación de las ciencias.

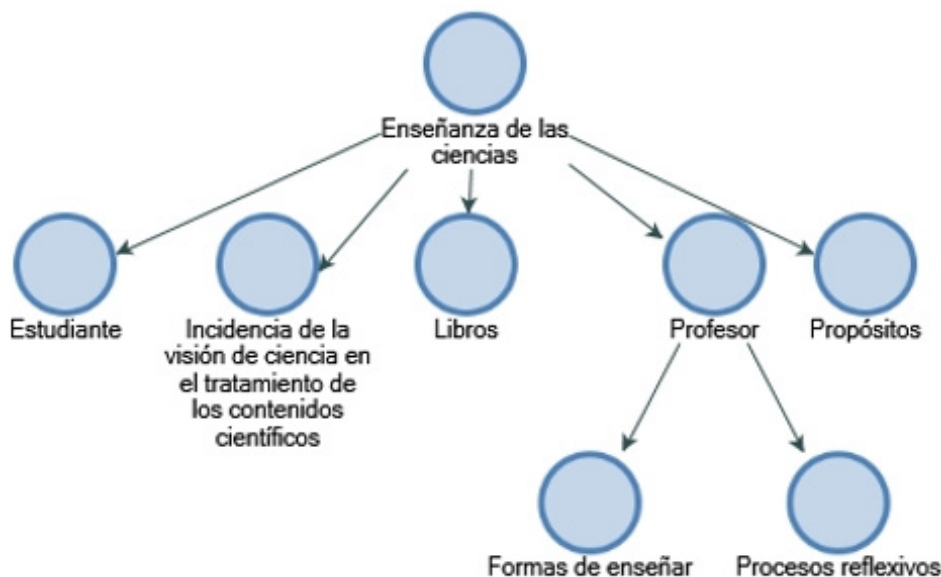


Figura 8. Temáticas relacionadas con la Enseñanza de las Ciencias, emergentes al reflexionar sobre los aspectos epistémicos.

Fuente: elaboración propia.

- iii) Apartado 1. El estudiante. Como uno de los actores del proceso, los profesores reconocen la necesidad de que exterioricen sus conocimientos previos en cuanto a una temática, como fundamento para una enseñanza de los contenidos que permita construir conocimiento científico escolar en lugar de consumirlo acríticamente.

[...] si uno no les pregunta lo que piensan o lo que creen que va a pasar en realidad no están participando y uno pierde como el espacio donde ellos podrían dar su idea de lo que va a pasar... porque la ciencia los aplasta todo el tiempo. (S4-VR)

Sin embargo, cuestionan lo que tiende a suceder en la sala, aun al manifestar la relevancia de estos conocimientos desde una postura constructivista, pues, según reconocen, “le hemos dado el mundo así” (S4-RG), y además que la formación científica escolar incide en la forma de ver la ciencia. Esto puede asociarse a una perspectiva de ciencia desde la exactitud, rapidez de resultados, de ausencia de esfuerzos en la actividad científica, promovida por la formación científica escolar básica.

[...] a los niños les enseñamos algo que ya está listo y no dejamos que [...] utilicen su creatividad [...] tú vas a enseñar una reacción química –y dices– “¿ya pa’ qué?, estos son los reactantes, estos son los productos”, pero no dejamos que los niños (manifiesten) que es lo que entienden ellos por una reacción. (S4-RG)

Otro aspecto relevante emergido en las discusiones es la asociación de la ausencia de motivación e interés por parte del estudiante a la enseñanza de cuestiones que se asumen como verdad por parte de quien enseña,

[Reconociendo una] diferencia de que uno por ejemplo, lo guíe y que el niño por sí solo se vaya interesando y curioseando, y vaya logrando

llegarle por sí solo lo que nosotros queremos” (S4-NA).

- iv) Apartado 2. Incidencia de la visión de ciencia en el tratamiento de los contenidos científicos. A esta temática se asocian intervenciones de los profesores relacionadas con su profesión, a su hacer docente y a cómo sus propias concepciones pueden influir en la enseñanza de los contenidos científicos. Al respecto, uno de los códigos *in vivo* ha sido: “toma, consume ahí la química”, como una analogía de acción docente identificada como común en la enseñanza, y que se asocia también a las temáticas específicas identificadas como *ciencia impuesta*, *ciencia como verdad*, *ausencia de incertidumbre*, lo que ha favorecido la tendencia a su vez de lo que los participantes han denominado *fe en la química*

[...] como algo que ya está determinado y que es así, que no va a sufrir cambio, algo establecido como un hecho, como una verdad. (S4-NA)

De forma crítica, los profesores manifestaron que, en el aula, a propósito del escaso cuestionamiento teórico y metateórico, se promueve una forma de desarrollar los contenidos que redundan en un desacierto en asumir que todo está hecho –refiriéndose a la visión promovida en el estudiante como conocimiento científico– y en alusión a que generalmente se enseña que *los principios siempre se cumplen y no hay espacio para la incertidumbre*. Por ello, advierten como necesaria una revisión y aplicación de esta concepción a la educación científica (figura 9).

- v) Apartado 3. Libros. Se ha identificado como temática emergente sobre la que incide la discusión, ya que los profesores insisten en que este material de habitual apoyo para la enseñanza de los contenidos científicos, *debería promover en el estudiante el construir conocimiento en lugar de consumir*.

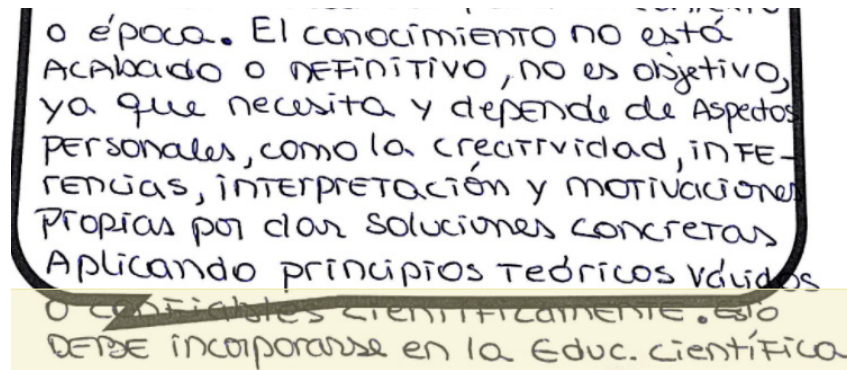


Figura 9. Reflexión de un participante en relación con la educación científica. (PT4.2_VR).

Fuente: elaboración propia.

Me llamaba la atención que había un estudiante, Lucas; que él me decía: "Pero ¿para qué hacemos esto, si nunca va dar lo mismo que lo que dice el libro?". (S4-VR)

Resalta el hecho de que los profesores hablan también de sus libros de estudio del pregrado, refiriéndose a ellos como "Biblia de la Química", siendo "libros gigantes con mucho contenido" de tipo teórico, como referentes ineludibles en aquellos –abundantes– casos donde el docente universitario se ausentaba de la mediación entre el libro y el estudiante. Aquí se profundiza una reflexión en el sentido de cómo el profesor debe hacerse necesario en el proceso, en el que el libro proporciona una información que debe ser mediada adecuadamente por el enseñante, centrando la reflexión al nivel de educación media en el que los profesores se desempeñan.

- vi) Apartado 4. Profesor. En este numeroso apartado temático, se identificaron dos ejes de discusión primarios que albergan dos temas más específicos en los que incidió la discusión de aspectos epistémicos de NdCyT. El primero, *formas de enseñar*, con un marcado carácter metodológico relacionado con el quehacer docente en el aula al tratar los contenidos científicos. Los profesores convergen en que son necesarios,

de una parte, el *uso de situaciones desafiantes*, y de otra, el *uso de situaciones discrepantes de los preceptos teóricos*.

En este sentido, también emergió la necesidad de promover en su práctica instancias que permitan a los estudiantes tener una *oportunidad de experimentar, observar*, cuestión que *enriquezca las actividades* que tradicionalmente se hacen en aula.

Por otra parte, el segundo tema específico guarda relación con los *procesos reflexivos* inherentes a la enseñanza. Señalaron, desde una postura crítica y reflexiva, que *el profesor debe cuestionar el contenido que enseña*, y asociarlo a que *debe actualizarse epistemológicamente* –referido al proceso que en ese momento estaban viviendo–.

Claro, efectivamente nosotros observamos, interpretamos de acuerdo a nuestra carga teórica (por tanto es) importante que estemos siempre actualizándonos que no nos quedemos allí con lo que ya tenemos. (S4-NA)

A veces los profesores tienen miedo o tienen temor muchas veces de preguntar: "¿Por qué ocurre tal o cual cosa?". Entonces, ellos se limitan simplemente a lo que ven a este experimento, [...] y lo hacen tal cual lo copian y lo pasan a los niños. (S4-RG)

vii) Apartado 5. Propósitos. También se manifestaron algunas ideas referidas a la intencionalidad tras la enseñanza de los contenidos científicos. Entre estos temas específicos, se identificaron como propósitos de la enseñanza cuatro finalidades. Una, asociada al desarrollo de las capacidades, como *predecir, anticipar, con base en las ideas previas*. Otra, relacionada con el desarrollo de pensamiento crítico *cuestionar, imaginar aplicaciones*, y por último, pero no menos relevante, relacionada con la construcción de conocimiento científico escolar o *construir carga teórica de calidad*. Estas tres finalidades o propósitos de la enseñanza se entienden desde una perspectiva didáctica, mientras que desde una óptica pedagógica, se identificó el promover la *motivación del alumno por desarrollar conocimiento científico escolar cuando participa en el proceso*.

Esto permite evidenciar que la enseñabilidad del contenido estuvo más latente que la educabilidad cuando se trabajaron los aspectos epistémicos en la sesión de trabajo.

- *Bloque temático 3. Valoración de la sesión.* En este, se identificaron tres subtemas sobre los que, desde las voces de los profesores, se rescata el aporte de la experiencia de aprendizaje, que ha sido acogida como un espacio que permitió tres cuestiones: conocer acerca de la existencia de aspectos epistémicos y su relación con los contenidos científicos que enseñan, dialogar entre pares acerca de temáticas que comúnmente no se abordan o se desconocen, y por último, su relevancia como espacio para formarse, favoreciendo el enriquecimiento profesional e inclusive, el personal. Estos tres son los apartados asociados a este aspecto temático (figura 10).

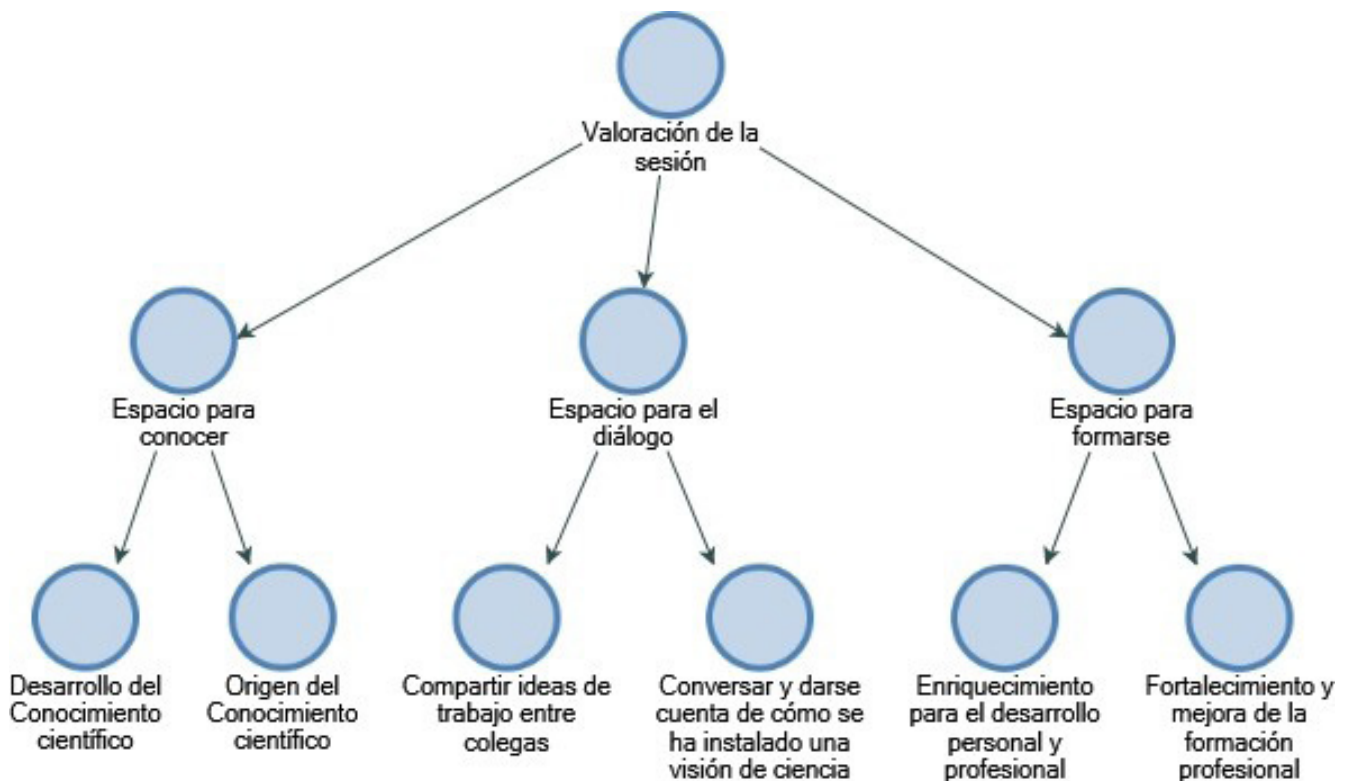


Figura 10. Temáticas relacionadas con el valor de la sesión de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

- i) Apartado 1. Espacio para conocer. Los profesores manifestaron que conocer sobre el origen y desarrollo del conocimiento científico es importante, por lo que manifestaron un nuevo interés por investigar sobre las circunstancias históricas y sociológicas de generación de conocimiento.

Sobre la actividad 3 de lectura de “El guiso fantasmagórico”, los participantes resaltaron como impensable imaginar que la gesta de un conocimiento tan valioso hoy día en el ámbito médico se dio en un ambiente lejano a este, y reflexionar sobre la audacia de los científicos al desarrollar sus investigaciones miradas desde la actualidad.

[...] era impensable para mí imaginarme el inicio de la utilización de la radiactividad en un ambiente tan lejano a lo que creemos, por ejemplo, un laboratorio bien equipado, y que haya nacido allí una aplicación tan fantástica y delicada. (PT4.2_NA)

Se evidencia así la relevancia de la contextualización histórica en el abordaje temático de los contenidos a enseñar, lo que a su vez promueve el reconocimiento de la naturaleza científico-tecnológica del conocimiento que enseña y permite develar la ausencia de una formación epistemológica.

- ii) Apartado 2. Espacio para el diálogo. La experiencia de aprendizaje se constituyó, en palabras de los profesores participantes, en un espacio que ayudó a compartir ideas de trabajo entre colegas y que otorgó la posibilidad de conversar entre pares y concientizar cómo se ha instalado una visión de ciencia.

Me llama la atención que podamos conversar, compartir el hecho de cómo se enseña o cómo se nos ha enseñado la ciencia, la química. (S4-VR)

Al respecto, se reconoció el trabajo solitario que se desarrolla como profesor y se identificó la

necesidad de estos espacios de reconocimiento entre pares.

- iii) Apartado 3. Espacio para formarse. Desde una perspectiva de formación, la experiencia de aprendizaje permitió, en palabras de los profesores, fortalecer el conocimiento y ayudar a mejorar la formación docente, lo que constituyó una instancia de enriquecimiento para el desarrollo personal y profesional de quienes en ella participaron. Concretamente, se expresó lo siguiente:

Fue muy interesante. Me permitió adquirir y reforzar nuevos conocimientos, para ir mejorando mi formación como docente. (PT4.2_RG)

Asimismo, se identificó la necesidad de aprender más sobre estos tópicos de NdCyT con la finalidad de incorporarlos en su acción docente, cuestión que es una de las finalidades generales de la formación epistemológica del profesorado de ciencias.

Quiero aprender y necesito saber más. Es como si mi alma quiere saber más para entregar mejor lo que hago. (PT4.2_ME)

4. Reflexiones finales

Se pueden identificar algunas cuestiones finales en dos ámbitos diferenciados. Primero, las vinculadas a los resultados de la experiencia de aprendizaje mostrados anteriormente, y segundo, las consideraciones finales desde la perspectiva de la formación continua de profesores. Ambas se muestran a continuación:

a. En relación con la experiencia de aprendizaje

La utilización de esta experiencia de aprendizaje como estrategia metodológica de discusión metateórica, para enseñar dos aspectos epistémicos de NdCyT dentro del diseño de un itinerario de formación

continua docente, se muestran tendentes a promover procesos reflexivos sobre la concepción de ciencia y tecnología, como era de esperarse de acuerdo con lo diseñado. Sin embargo, y aunque no se contempló dentro de los objetivos, en paralelo también se identificaron reflexiones y cuestionamientos en el ámbito didáctico, más específicamente orientados a la enseñanza de los contenidos científicos que al aprendizaje y a la evaluación de estos que desarrollan cotidianamente, generando tensiones entre sus prácticas habituales y lo que metodológica y teóricamente sería más adecuado para la educación científica hoy.

De forma análoga, se identifican también en un plano actitudinal cuando los participantes reflexionan sobre la importancia de la sesión de trabajo, con lo cual es posible agrupar en un bloque temático las aportaciones asociadas: valoran la instancia de formación como espacio para conocer acerca del conocimiento científico, como espacio para dialogar entre pares acerca de cuestiones disciplinares, lo que incide en un aporte a su profesionalidad. Todo esto se evidencia en el discurso de los profesores participantes, entendido como todo lo que ellos pensaron durante la sesión de trabajo y que se manifestó a través de lo verbalizado y escrito.

De conformidad con los resultados, se tienen las siguientes aproximaciones:

- Los profesores participantes reflexionan sobre las concepciones de ciencia y tecnología dogmáticas donde se releva la objetividad de la ciencia y su distancia de las necesidades humanas, hacia concepciones más constructivistas en las que estas necesidades cumplen un rol preponderante. Se sostiene la concepción de *tecnología* como aplicación del conocimiento científico, como un conocimiento subordinado, cuestión que con una discusión de mayor profundidad y menor amplitud, pudiera ser objeto de reflexión.
- La reflexión acerca de los aspectos epistémicos como un proceso dialógico en el que las respuestas de los profesores participantes a estímulos observacionales son compartidas, contrastadas, debatidas e incluso comprobadas, permite movilizar las concepciones metateóricas, las habilidades y actitudes, con lo que se generan aprendizajes en cuanto a la temática abordada.
- Las actividades propuestas resultan motivadoras y promueven la vinculación de los profesores participantes en un trabajo profundo de revisión de sus concepciones no solo metateóricas, sino también didácticas, específicamente aquellas asociadas a la enseñabilidad de su disciplina, lo que es indicador de que el profesor tiene como referente su conocimiento profesional y su experiencia al momento de pensar en la disciplina que enseña. Por otra parte, también se reflexiona sobre el valor del espacio de formación como promotor de procesos de discusión de visiones de ciencia y tecnología asumidas acríticamente, de diálogo en relación a la práctica y de fortalecimiento de la profesionalidad.

b. En cuanto a la formación continua de profesores

- *Oportunidad para la reflexión y la metarreflexión.* La reflexión y la metarreflexión como procesos de cuestionamiento son necesarios en la formación continua docente como parte de un desarrollo profesional que, por lo general, carece de estas instancias de revisión y mirada introspectiva teóricamente fundamentada. Por ello, se advierte la necesidad de promover estos procesos a través de actividades diseñadas con fines particulares y que se aglutinan en una experiencia de aprendizaje global en torno a la discusión profunda de tópicos epistémicos, en este caso.

Las actividades en cuestión han formado parte de dos dispositivos desarrollados por cada participante, bajo la figura de *papeles de trabajo* contentivos de interrogantes asociados al visionado de imágenes y lecturas de relatos. Desde ahí fue posible promover la reflexión individual y grupal, lo que facilitó la toma de conciencia, del cuestionamiento necesario de lo que cada quien ha asumido, naturalizado, y

que desde esta perspectiva adquiere sentidos que son contrastados y movilizados.

Estas actividades se han centrado en 1) la producción de relatos tras la observación y 2) la socialización de lo escrito. En ambas, se tuvo la intención de desarrollos narrativos que permitieran una mayor espontaneidad para dejar fluir vivencias, ideas y representaciones, lo que permite tanto procesos de negociación de posiciones en un significativo esfuerzo de ordenamiento, explicitación y argumentación de ideas, como también la exteriorización de una dimensión afectiva de la vivencia. Por otra parte, también se ha recurrido a 3) la síntesis de nuevas ideas, que adquieren un papel relevante en estas actividades por cuanto facilita al participante exteriorizar en relación a la experiencia, lo que ha sido nuevo o novedoso para él desde la discusión, con la intención de identificar posibilidades al pensamiento divergente, nuevos ángulos de análisis y valoraciones (ASTUDILLO, RIVAROSA, ORTIZ, 2010).

- *Los participantes y sus roles.* En la experiencia de aprendizaje están involucrados tanto los *profesores participantes* como el *profesor facilitador*, ambos en una dinámica horizontal, dialógica en la que se comparten ideas, aproximaciones, vivencias. Los primeros son protagonistas de la formación, para quienes se ha diseñado la estrategia y han desarrollado las actividades en sus papeles de trabajo de forma individualizada para, posteriormente, hacer la puesta en común y generar discusión y reflexiones posteriores. Han experimentado de forma autónoma procesos de interpretación, de elaboración de respuestas sobre evidencias, de argumentación de sus puntos de vista, en un ambiente fluido de comunicación y de espontáneo cuestionamiento permanente entre pares.

El profesor facilitador ha planificado la estrategia, a partir de la gestión de los recursos y espacios disponibles. También de forma flexible promueve el trabajo de verbalización y

escritura de quienes participan, redimensionando las intervenciones de estos y favoreciendo las discusiones.

Por último, la experiencia se configura como una potente oportunidad para desarrollar procesos de reflexión metateóricos y didácticos entre pares, que discuten, comparten y contrastan sus modos de pensar la ciencia que enseñan, sus formas y finalidades de enseñarla en consonancia con la *educación científica*, con lo cual se valora la discusión didáctica como cuerpo colegiado que comparte en un espacio que pocas veces se genera de forma espontánea. Esto posibilita aproximarse a posturas acerca del conocimiento científico y tecnológico que en su formación profesional no fueron objeto de cuestionamiento; así, se generan visiones de estas, dogmáticas y reduccionistas, y se establece una mirada crítica sobre sus experiencias de trabajo en aula, en un diálogo que fortalece su formación docente.

5. Agradecimientos

Este trabajo es un producto parcial de investigación de tesis doctoral, financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile (CONICYT) a través de la Beca de Doctorado Nacional. Adicionalmente, guarda relación con cuestiones teóricas y metodológicas desarrolladas en el marco del Proyecto FONDECYT de Iniciación 11150509, que patrocina la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile. La sesión de trabajo referida en este trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile (UCSC).

6. Referencias bibliográficas

ACEVEDO, J.; GARCÍA, M.; ARAGÓN, M. Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*. México, v. 28. pp. 140-146. 2017.

- ÁLVAREZ-GAYOU, J. **Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología.** Paidós. México. 2009.
- ASTUDILLO, C.; RIVAROSA, A.; ORTIZ, F. Estudio de un diseño de formación para profesores de Ciencias: consideraciones metodológicas. **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado.** Zaragoza, v. 13, n. 4. 2010.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology.** Londres, v. 3, n. 2, pp. 77-101. 2006.
- CAAMAÑO, A. Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Barcelona, v. 17, n. 69, pp. 21-34. 2011.
- CANDELA, B. Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.** Bogotá: Colombia, v. 13, n. 1, pp. 101-119. 2018.
- CHALMERS, A. **¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?** Siglo XXI. Madrid: España. 2010.
- COFRÉ, H. *et al.* La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. **Estudios Pedagógicos.** Valdivia, v. 36, n. 2, pp. 279-293. 2010.
- COLECCIÓN "LA CIENCIA, UNA FORMA DE LEER EL MUNDO". El guiso fantasmagórico. Relato de la mítica invención de los marcadores radiactivos. Buenos Aires: Argentina, 2005. Campaña Nacional de Lectura.
- CUÉLLAR, L. La Historia de la Química en la Reflexión sobre la Práctica Profesional Docente. 326 páginas. Doctorado en Ciencias de la Educación. Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 2010.
- DEZIN, N.; LINCOLN, D. **Paradigmas y perspectivas en disputa. Manual de investigación cualitativa II.** Gedisa. España. 2012.
- FERNÁNDEZ, I.; *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias.** Barcelona, v. 20, n. 3, pp. 477-488. 2002.
- FERNÁNDEZ, M. Fundamentos Históricos. In PERALES, F.; CAÑAL, P. (eds.), **Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Marfil. Valencia: España, 2000. pp. 65-84.
- FLICK, U. **Introducción a la investigación cualitativa.** Morata. Madrid: España. 2004.
- GARCÍA, A. Aportes de la Historia de la Ciencia al desarrollo profesional de los profesores de Química. 270 páginas. Doctorado en Didáctica de las ciencias experimentales. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona. 2009.
- GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO, J.A. Concepciones de estudiantes de profesorado de Educación Primaria sobre la naturaleza de la ciencia: Una evaluación diagnóstica a partir de reflexiones en equipo. **Revista Mexicana de Investigación Educativa.** México, v. 21, n. 69, pp. 583-610. 2016.
- IZQUIERDO, M. Fundamentos epistemológicos. In PERALES, F.; CAÑAL, P. (eds.), **Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Marfil. Valencia: España, 2000. pp. 35-64.
- IZQUIERDO, M. *et al.* **Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias.** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá: Colombia. 2016.
- MARÍN, N.; BENARROCH, A.; NIAZ, M. Revisión de Consensos sobre Naturaleza de la Ciencia. **Revista de Educación.** Madrid, v. 361, pp. 117-140. 2011. DOI: 10-4438/1988-592X-RE-2011-361-137
- NIINILUOTO, I. Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad? **Arbor.** Madrid, v. 157, n. 620, 285-299. 1997.
- ORDÓÑEZ, J. **Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias.** Fondo de Cultura Económica. Madrid: España. 2003.
- RAPLEY, T. **Los análisis de la conversación, del discurso y de documentos en investigación cualitativa.** Morata. Madrid: España. 2014.
- SIMONS, H. **El estudio de caso: teoría y práctica.** Morata. Madrid: España. 2011.

SISO, Z. **La naturaleza de la ciencia y tecnología en la reflexión sobre la práctica profesional de profesores de química**. Doctorado en Educación – Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción (Chile), 2016.

VALCÁRCEL, M.; SÁNCHEZ, G. La formación del profesorado en ejercicio. In PERALES, F.; CAÑAL, P. (eds.), **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Marfil. Valencia: España, 2000. pp. 557-582.

VÁZQUEZ, A.; GARCÍA-CARMONA, A.; MANASSERO, M.A.; BENNÀSSAR, A. Science teachers' thinking about the nature of science: A new

methodological approach to its assessment. **Research in Science Education**, v. 43, n. 2, pp. 781-808. 2013. DOI: 10.1007/s11165-012-9291-4

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. Cádiz, v. 9, n. 1, pp. 2-31. 2012.

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. **Educación**. Barcelona, v. 53, n. 1, pp. 149-170. 2017.



SISTEMAS DE NUMERAÇÃO À LUZ DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICO- EPISTEMOLÓGICA

NUMBERING SYSTEMS IN THE LIGHT OF A HISTORICAL-EPISTEMOLOGICAL APPROACH

SISTEMAS DE NUMERACIÓN A LA LUZ DE UN ENFOQUE HISTÓRICO- EPISTEMOLÓGICO

Rafael Marques Pinheiro*, Simone Luccas**, Lucken Bueno Lucas***

Cómo citar este artículo: Marques Pinheiro, R., Luccas S. y Bueno Lucas, L. (2019). Sistemas de numeração á luz de uma abordagem histórico-epistemológica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 253-267. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13030>

Resumo

A inclusão da abordagem histórica no ensino de conteúdos escolares vem sendo defendida nas últimas décadas por pesquisadores de diversas áreas, pois permite aos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem, uma visão crítica e reflexiva acerca dos assuntos estudados, dando mais sentido ao conhecimento sistematizado e compartilhado com as novas gerações. Desse modo, o presente artigo tem por objetivo investigar o papel da abordagem histórico-epistemológica como fundamentação metodológica para a elaboração de uma síntese acerca do desenvolvimento dos sistemas de numeração. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa, mediante revisões em livros, teses, dissertações e artigos científicos que tratam do tema. Foi possível evidenciar os encaminhamentos dados por diversas civilizações frente à necessidade de empreender quantificações, até a estabilização de um sistema eficiente de numeração que superou os limites dos sistemas predecessores. A abordagem histórico-epistemológica ofereceu condições metodológicas para uma ampliação de conhecimentos relativos ao objeto de estudo, favorecendo um aprofundamento da pesquisa realizada.

Recibido: 15 de febrero de 2018; aprobado: 05 de octubre de 2018

* Mestrando em Mestrado Profissional em Ensino de Matemática pela Universidade Federal Tecnológica do Paraná – UTFPR, Londrina, Paraná, Brasil. Correio eletrônico: rafael.rmp@hotmail.com – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5000-2931>

** Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina. Professora Adjunta do Colegiado de Matemática e Vice Coordenadora do Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Campus de Cornélio Procopio, Paraná, Brasil. Correio eletrônico: simoneluccas@uenp.edu.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5435-5478>

*** Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina. Professor Adjunto do Colegiado de Ciências Biológicas e Coordenador do Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Campus de Cornélio Procopio, Paraná, Brasil. Correio eletrônico: luckenlucas@uenp.edu.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2122-8672>

Palavras chaves: história, epistemología, sistemas numéricos.

Abstract

Consider the inclusion of a historical approach to treating contents in the teaching process, has been defended in recent decades by researchers from different areas since it allows the development of critical and reflexive views by teachers and students. This improves the meaning of systematized knowledge shared with subsequent generations. Thus, the present article aims to investigate the role of the historical-epistemological approach as a methodological foundation for the elaboration of synthesis on the development of numbering systems. For this, qualitative research was carried out, through reviews in books, theses, dissertations, and scientific articles that address the same subject matter. There are pieces of evidence about referrals by many civilizations highlighting the need to undertake quantification, in order to establish a numbering system more efficient than existing systems at the time. The historical-epistemological approach offered methodological conditions for an increase in knowledge regarding the object of study, favouring a deepening of the research carried out.

Keywords: history, epistemology, numerical systems.

Resumen

La inclusión del enfoque histórico para el tratamiento de contenidos escolares en procesos de enseñanza, viene siendo defendida en las últimas décadas por investigadores de diversas áreas, pues permite a los involucrados en enseñanza y aprendizaje, una visión crítica y reflexiva acerca de los asuntos estudiados, dando más sentido al conocimiento sistematizado que se comparte con las nuevas generaciones. De este modo, el presente artículo investiga el papel del abordaje histórico-epistemológico como fundamento metodológico para la elaboración de una síntesis acerca del desarrollo de los sistemas de numeración. Para ello, se realizó una investigación de naturaleza cualitativa, mediante revisiones en libros, tesis, disertaciones y artículos científicos. Es posible evidenciar las propuestas de diversas civilizaciones frente a la necesidad de emprender cuantificaciones, hasta la estabilización de un sistema eficiente de numeración que superó los límites de los predecesores. El enfoque histórico-epistemológico ofreció condiciones metodológicas para una ampliación de conocimientos relativos al objeto de estudio, favoreciendo la profundización de la investigación realizada.

Palabras clave: historia, epistemología, sistemas numéricos.



Introdução

Conhecer e refletir sobre a natureza dos conceitos científicos vem sendo bastante discutido por pesquisadores, sobretudo em função de sua importância no âmbito educacional. No ensino de Ciências e Matemática, a inclusão da abordagem histórica é defendida por muitos pesquisadores (MATTHEWS, 1995; MIGUEL, MIORIM, 2011; LUCAS, 2010; MARTINS, 2007; LUCCAS, 2004; ARAMAN, 2011; dentre outros), seguindo uma perspectiva que possibilite a professores e alunos uma visão mais crítica do conhecimento científico, no âmbito escolar.

Diante dessas considerações, este artigo busca subsídios teóricos na História e na Epistemologia da Matemática e da Ciência para fundamentar uma abordagem mais abrangente que auxilie o desenvolvimento de pesquisas, em âmbito metodológico, e contribua para o ensino dessas áreas.

A abordagem Histórico-Epistemológica pode ser entendida como um meio de análise das estruturas dos conhecimentos desenvolvidos por seres humanos no decorrer de um determinado período de tempo. Nesse sentido, e se referindo especificamente ao conhecimento matemático, WALDOMIRO (2011 p. 61) enfatiza que “[...] o estudo da história da Matemática altera profundamente as concepções epistemológicas do conhecimento matemático, assim como transforma a prática pedagógica da matemática”.

Diante dos apontamentos acima apresentados, o objeto de pesquisa deste artigo envolve os sistemas de numeração, os quais foram sistematizados por diferentes povos, em diferentes épocas. Assim, buscamos responder a seguinte indagação: qual o papel de uma abordagem Histórico-Epistemológica da Ciência na constituição de uma síntese histórico-epistemológica sobre o desenvolvimento dos Sistemas de Numeração?

Levando em conta tal questionamento, o objetivo deste artigo consiste em investigar o papel da abordagem histórico-epistemológica como fundamentação metodológica para a elaboração de uma síntese acerca do desenvolvimento dos sistemas de numeração.

Para tanto, optamos por reconstruir historicamente alguns sistemas de contagem e de numeração que foram desenvolvidos por diferentes culturas, baseando-nos em autores como IFRAH (2010), EVES (2011), BOYER (1996) e ROQUE (2012).

1. O Papel da Abordagem Histórico-Epistemológica e suas Implicações no Ensino

São inúmeras as potencialidades pedagógicas da História da Matemática na perspectiva do ensino e da aprendizagem da Matemática, como a contribuição para a desmistificação da Matemática, a explicação de alguns porquês da Matemática Elementar, a apresentação da Matemática como criação humana e suas aplicações para a vida em sociedade, dentre outras (BRASIL, 1997, 2008; MIGUEL, MIORIM, 2011).

Como já sinalizado por BARONI, NOBRE (1999) a História da Matemática é uma área do conhecimento matemático e também um campo de investigação teórico, sendo ingênuo considerá-la apenas como uma metodologia de ensino.

A História da Matemática como campo de pesquisas em Educação Matemática vem sendo investigada há mais de duas décadas no Brasil, como aponta a tese de doutorado de ANTÔNIO MIGUEL (1993). Em seu trabalho, o autor fez uma relação entre História, História da Matemática e Educação Matemática sob o ponto de vista de diferentes autores, além de apresentar uma proposta pedagógica a respeito dos números irracionais fazendo uso da abordagem histórica.

A História permite descobrir o porquê de determinados conhecimentos ou conceitos serem considerados científicos, ou até mesmo o porquê de ensiná-los no âmbito escolar, entendendo que são desenvolvidos de acordo com necessidades de grupos sociais, levando em consideração crenças e práticas de diferentes culturas.

No entanto, quando se propõe um trabalho articulando simultaneamente a abordagem histórica com aportes filosóficos, nota-se que as contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem

podem ser ainda maiores, além de torná-los mais dinâmicos. Essas ideias já foram evidenciadas por MATTHEWS (1995), ao salientar que a inserção da abordagem de cunho histórico-filosófico no ensino pode tornar as aulas mais instigantes e desafiadoras, desenvolver o pensamento crítico, relacionar os objetos estudados com o caminhar da sociedade, contribuir para o entendimento de conceitos científicos e matemáticos, dentre outros.

É por meio da Filosofia, mais especificamente da Epistemologia, que se abrem portas para a reflexão das estruturas dos conhecimentos desenvolvidos, seja do pesquisador, do professor, do aluno ou quaisquer outros envolvidos na relação ensino-aprendizagem em Ciências e Matemática.

Do ponto de vista do ensino, ASTOLFI, DEVELAY (1995) defendem que a reflexão epistêmica pode propiciar um exame da estrutura do saber a ser ensinado. Segundo os autores, o exame pode ser dado a partir de alguns questionamentos como: quais são os principais conceitos que funcionam na disciplina? Quais relações unem esses conceitos? “[...] esta reflexão epistemológica se interessa pelos métodos, princípios e conclusões de uma ciência” (ASTOLFI, DEVELAY, 1995 p. 27).

Quando se busca o desenvolvimento histórico dos conhecimentos matemáticos, pode-se perceber que em sua maioria são criados a partir de ações que visam resolver problemas do cotidiano (IFRAH, 2010; EVES, 2011; BOYER, 1996). Vale registrar que com o desenvolvimento e consolidação da Matemática enquanto área do conhecimento humano, muitos estudos passaram a ser realizados no contexto da própria Matemática.

Ao realizar pesquisas com uma abordagem Histórico-Epistemológica dos conteúdos matemáticos, podemos instigar estudantes a se questionarem sobre os conhecimentos matemáticos desenvolvidos no decorrer da história e isso pode favorecer o processo de aprendizagem.

Essa pode ser uma maneira inserir os discen-tes em um contexto de descobertas, de modo que as perguntas sejam o principal recurso para se construir respostas. Sendo assim, a abordagem

Histórico-Epistemológica permite um olhar heurístico dos que buscam uma compreensão global do conhecimento estudado.

2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa pautou-se nos pressupostos da abordagem qualitativa, com revisão bibliográfica e análises reflexivas subsidiadas pelos encaminhamentos da abordagem Histórico-Epistemológica.

Segundo GODOY (1995) as pesquisas qualitativas buscam responder questões que envolvem as relações sociais entre os seres humanos, sendo que “[...] um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada” (GODOY, 1995 p. 21).

ANDRÉ (2013) corrobora com GODOY (1995) ao salientar que as pesquisas qualitativas são realizadas sob um olhar que trata o conhecimento como um processo socialmente construído por meio das interações entre os sujeitos, de modo a atuarem na realidade, e ao mesmo tempo em que a transforma é transformado por ela.

Com relação à pesquisa bibliográfica GIL (2010) argumenta que pesquisas dessa natureza são realizadas em material já publicado. A vantagem desse tipo de pesquisa consiste em “[...] permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia se pesquisar diretamente” (GIL, 2010 p. 30).

A pesquisa bibliográfica pode ser considerada Histórico-Epistemológica a partir do momento em que se recorre a historiadores, a fim de se analisar a estrutura dos conhecimentos, seu desenvolvimento no decorrer do tempo e suas implicações.

Neste trabalho o material bibliográfico utilizado constituiu-se de livros específicos da História da Matemática, documentos oficiais que regulamentam o ensino tanto no estado do Paraná quanto no âmbito nacional (Brasil) e, de teses e dissertações cujas pesquisas envolviam a abordagem histórico-epistemológica. Após a seleção desse material um estudo detalhado de cada sistema de numeração foi

realizado, especificando períodos e características atinentes a cada sistema de numeração. De posse desse conhecimento, procurou-se apresentar uma escrita sistematizando todas as características e peculiaridades estruturais de cada sistema de numeração.

3. Sistemas de Numeração: análise epistêmica de uma reconstrução histórica

A indagação que norteou o desenvolvimento deste artigo estimulou os pesquisadores a registrarem e refletirem acerca dos passos trilhados por diferentes civilizações no desenvolvimento de sistemas de contagem e numeração antigos até a sistematização do sistema de numeração hindu-arábico, atualmente utilizado no Brasil.

Há aproximadamente 50.000 anos homens e mulheres, por meio de seus afazeres diários, sentiram a necessidade de contar e registrar quantidades. Em meio a esse contexto, diferentes culturas influenciadas ou não umas pelas outras, buscaram solucionar seus problemas fazendo uso dos mais diferentes métodos de contagem.

É razoável admitir que a espécie humana, mesmo nas épocas mais primitivas, tinha algum senso numérico, pelo menos ao ponto de reconhecer mais ou menos quando se acrescentavam ou retiravam objetos de uma coleção pequena, pois há estudos que mostram que alguns animais são dotados desse senso. (EVES, 2011, p. 25)

Algumas comunidades usavam pedras, outras usavam entalhes em ossos (Figura 1), mas diversas culturas deixaram marcas históricas que evidenciam padrões de quantificação aplicados à solução de problemas diários, mesmo que de forma rudimentar.

É provável que a necessidade diária tenha servido como uma ‘alavanca propulsora’ para o desenvolvimento de sistemas de contagens e, mais tarde, de sistemas de numeração. É possível que os conhecimentos matemáticos em sua concepção original tenham se desenvolvido a partir de necessidades reais ou interesses próprios daqueles que

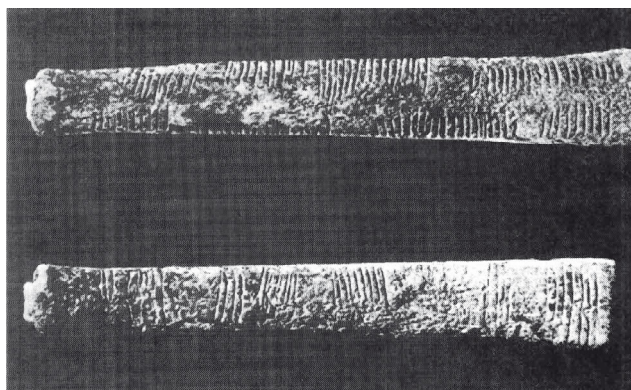


Figura 1. Registros numéricos preservados por meio de entalhes (Osso de Ishango¹).

Fonte: EVES (2011 p. 26).

Há milhares de anos, os números eram ‘sentidos’, ou seja, não tinham relação com a capacidade de abstração dos seres humanos. Ainda nos dias atuais, no Brasil, existem tribos indígenas que não atribuem aos números um significado independente da natureza dos objetos que são contados (IFRAH, 2010). Acredita-se que se essas tribos ainda não desenvolveram sistemas de contagens mais ‘aperfeiçoados’ pelo fato de suas contagens serem suficientes para atender as necessidades cotidianas.

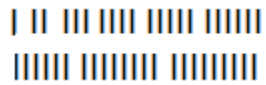
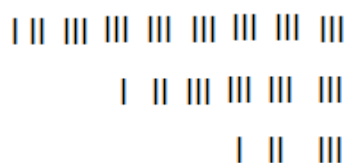
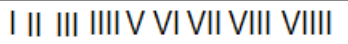
De acordo com PATERLINI (2008) algumas tribos indígenas das Ilhas Murray utilizavam o seguinte vocábulo para efetuar contagem: netat (um), neis (dois), neis netat (três), neis neis (quatro). Já para quantidades maiores que quatro, utilizavam o vocábulo ras, que significa ‘muitos’. O método de contagem dos índios dessa tribo pode revelar um tempo em que homens e mulheres possuíam uma abstração elementar se comparada aos dias atuais.

A ausência de uma abstração mais desenvolvida e a presença de certa limitação do senso numérico do ser humano são alguns fatores que podem ter contribuído para a criação de diferentes modos de contar e registrar quantidades, os quais surgiram a partir da evolução da capacidade cognitiva do ser humano.

1. Segundo ALMEIDA (2009), o Osso de Ishango encontra-se atualmente no Museu de História Natural de Bruxelas.

Isso é percebido ao analisar, por exemplo, a evolução dos registros dos traços verticais das antigas civilizações (Quadro 1). Após perceberem os limites desses registros, criaram o princípio ternário. Não satisfeitos, mais tarde criaram o princípio quinário, usando um registro auxiliar para a quantidade cinco, o que contribuiu com a percepção visual daqueles que observavam os registros.

Quadro 1. Registros verticais das antigas civilizações.

Traços verticais	
Princípio Ternário	
Princípio Quinário	

Fonte: os autores.

Em um estágio mais avançado, diversas culturas desenvolveram sua própria base numérica de contagem. Algumas usaram (ou ainda usam) a base 5, a base 10, a base 12, a base 20 e até mesmo a base 60. A base decimal é a mais usual na sociedade contemporânea.

Mas, o que realmente levou diferentes povos, em diferentes épocas, a estabelecerem as mais diversas bases numéricas, na tentativa de suprir as necessidades de contagem? Para responder a essa indagação resta conhecer os olhares dos historiadores, que admitem não existir uma verdade absoluta em relação a alguns fatos, talvez porque algumas fontes primárias tenham se perdido.

Por volta de aproximadamente 4.000 a.C., alguns povos habitaram as terras da Mesopotâmia, o que permitiu que diversos modos de contar se desenvolvessem, como é o caso dos sumérios e dos babilônios. Influenciados por uma prática de contagem por meio de tokens e invólucros, feitos em argila, esses povos desenvolveram os algarismos cuneiformes, que mais tarde deram origem ao sistema de numeração posicional dos babilônios (ROQUE, 2012). Assim, os sumérios inventaram o sistema de

base 60 e os babilônios, o sistema posicional que continha o conceito da quantidade zero.

Na medida em que a sociedade Mesopotâmica se desenvolvia, os povos foram aperfeiçoando o modo como os tokens (pequenas unidades de argila utilizadas para representar quantidades) eram armazenados, entre eles havia os invólucros feitos de argila (Figura 2), dentro dos quais os tokens eram guardados e fechados: “[...] os invólucros escondiam os tokens e, por isso, em sua superfície, eram impressas as formas contidas em seu interior” (ROQUE, 2012, p. 41).



Figura 2. Marcas dos tokens nos invólucros.

Fonte: ROQUE (2012 p. 42).

Por volta de 3.000 a.C., já na escrita cuneiforme, os sumérios criaram símbolos especiais para as quantidades 1, 10, 60, 600, 3.600 e 36.000 (Figura 3). Nesse período houve algumas mudanças importantes, já que os cálculos começaram a ser efetuados e surgiu o sistema de posição, ou seja, o mesmo símbolo passou a representar quantidades diferentes (ROQUE, 2012).







Valor	1	10	60	600	3600	36000
Sinal						

Figura 3. Símbolos do sistema cuneiforme.

Fonte: ROQUE (2012 p. 46).

A Figura 3 apresenta a origem de um sistema posicional, ou seja, o mesmo símbolo pode representar diferentes números, dependendo da posição em que ocupa na escrita. Percebe-se que o princípio de posição teve sua gênese há milhares de anos antes de Cristo, sendo um princípio que prevalece até os dias atuais, o que pode ser observado ao analisarmos

a estrutura do sistema de numeração hindu-arábico.

Por mais que as representações dos números e suas bases continuassem a depender do contexto, aos poucos esses povos começaram a registrar listas que apresentavam relações entre os diferentes sistemas de medida. Quando os procedimentos de conversão eram realizados em um contexto de administração da sociedade e não matemático, foi-se introduzido o sistema sexagesimal de posição dos babilônios (ROQUE, 2012).

O sistema sexagesimal possui dois símbolos, um para a unidade e outro para a dezena. Cada sessenta unidades de determinada ordem, pode ser representada por uma unidade da ordem imediatamente superior. Esse sistema faz uso do princípio aditivo¹ até a quantidade 59, se tornando um sistema posicional, a partir do momento em que se usava o mesmo símbolo da unidade para representar a quantidade sessenta e assim por diante, e também do princípio multiplicativo² em quantidades acima de 59 (Figura 4).

┆	1	┆┆	2	┆┆┆	3	┆┆┆┆	4	┆┆┆┆┆	5
┆┆	6	┆┆┆┆	7	┆┆┆┆┆	8	┆┆┆┆┆┆	9	┆┆┆┆┆┆┆	10
◀┆	11	◀┆┆	12	◀┆┆┆	13	◀┆┆┆┆	14	◀┆┆┆┆┆	15
◀┆┆	16	◀┆┆┆┆	17	◀┆┆┆┆┆	18	◀┆┆┆┆┆┆	19	◀◀	20
◀◀┆	21	◀◀┆┆	22	◀◀┆┆┆	23	◀◀┆┆┆┆	24	◀◀┆┆┆┆┆	25
◀◀┆┆	26	◀◀┆┆┆┆	27	◀◀┆┆┆┆┆	28	◀◀┆┆┆┆┆┆	29	◀◀◀	30
◀◀◀┆	31	◀◀◀┆┆	32	◀◀◀┆┆┆	33	◀◀◀┆┆┆┆	34	◀◀◀┆┆┆┆┆	35
◀◀◀┆┆	36	◀◀◀┆┆┆┆	37	◀◀◀┆┆┆┆┆	38	◀◀◀┆┆┆┆┆┆	39	◀◀◀◀	40
◀◀◀◀┆	41	◀◀◀◀┆┆	42	◀◀◀◀┆┆┆	43	◀◀◀◀┆┆┆┆	44	◀◀◀◀┆┆┆┆┆	45
◀◀◀◀┆┆	46	◀◀◀◀┆┆┆┆	47	◀◀◀◀┆┆┆┆┆	48	◀◀◀◀┆┆┆┆┆┆	49	◀◀◀◀◀	50
◀◀◀◀◀┆	51	◀◀◀◀◀┆┆	52	◀◀◀◀◀┆┆┆	53	◀◀◀◀◀┆┆┆┆	54	◀◀◀◀◀┆┆┆┆┆	55
◀◀◀◀◀┆┆	56	◀◀◀◀◀┆┆┆┆	57	◀◀◀◀◀┆┆┆┆┆	58	◀◀◀◀◀┆┆┆┆┆┆	59	┆	60

Figura 4. Sistema de numeração dos babilônios.

Fonte: ROQUE (2012 p. 49).

1. O princípio aditivo caracteriza-se pela adição dos valores individuais de símbolos resultando em outro valor.
2. O princípio multiplicativo caracteriza-se pelo produto de cada algarismo pelo valor de sua posição em um número.



Seguem alguns exemplos para a representação de números além da primeira ordem:

$$\text{┆} \ll \text{┆┆} = 75 (1 \cdot 60 + 10 + 5)$$

$$\text{┆} \ll \ll = 100 (1 \cdot 60 + 40)$$

$$\ll \ll \ll \ll \ll = 1\ 003 (16 \cdot 60 + 43)$$

$$\ll \ll \ll \ll \ll \ll \ll \ll \ll \ll \ll = 160\ 000 (44 \cdot 3\ 600 + 26 \cdot 60 + 40)$$

Embora seja considerado um grande avanço, o sistema de numeração dos babilônios poderia provocar várias ambiguidades, basta pensar nas representações para os números dois e sessenta e um. Os babilônios ignoraram o zero por séculos, até meados do terceiro milênio, quando introduziram um símbolo para representá-lo:  ou , aliás, este é o símbolo que representa a quantidade zero mais antigo da história dos sistemas de numeração (IFRAH, 2010).

No mesmo período em que o sistema de numeração da Mesopotâmia desenvolveu-se o sistema de numeração dos egípcios também foi sistematizado, porém, por meio dos registros hieróglifos e não de tabletas de argila. Esse sistema, desde seu princípio parece representar números abstratos (IFRAH, 2010; EVES, 2011).

O sistema de numeração dos egípcios comporta diferentes traçados e diferentes explicações para a origem dos seus símbolos. Ele possui símbolos para a unidade e para as seis primeiras potências de dez. Por meio do princípio aditivo, os números poderiam ser escritos repetindo os símbolos quantas vezes fosse necessário (Figura 5).

Embora seja um sistema interessante, cuja estrutura envolve o princípio aditivo e possibilita efetuar algumas operações elementares, a exemplo da adição, também é um sistema que apresenta limitações, principalmente ao representar numericamente grandes quantidades.

Por volta de 2 000 a.C., os cretenses criaram um sistema de numeração aditivo, bastante parecido com o sistema dos egípcios, sob uma base decimal. Esse

sistema atribuía símbolos para a unidade e para as potências de dez. Há indícios de que ao estabelecer relações comerciais com os babilônios e egípcios, os gregos tenham sido influenciados, sobretudo na invenção do sistema de numeração. Inicialmente, os gregos utilizavam um sistema parecido com o dos cretenses e também parecido com o dos egípcios, já que faziam uso do princípio aditivo, sendo decimal e com símbolos para representar a unidade e as potências de dez, baseados no sistema alfabético (IFRAH, 2010).








1		um bastão vertical
10		uma ferradura
10 ²		um rolo de pergaminho
10 ³		uma flor de lótus
10 ⁴		um dedo encurvado
10 ⁵		um barbato
10 ⁶		um homem espantado

Figura 5. Símbolos do sistema de numeração egípcio.

Fonte: EVES (2011 p. 31).

Para evitar repetições exageradas dos símbolos, mais tarde os gregos criaram símbolos auxiliares para as quantidades 5, 50, 500 e 5 000. No século VI a.C., por meio de símbolos alfabéticos, já teriam consolidado um sistema de numeração fazendo uso de multiplicações.

A unidade passou a ser representada por um traço vertical, o número 5 pela letra Π (antiga forma de Pi), inicial de “pente” que significa “cinco”. A quantidade dez, letra Δ (delta), antiga inicial de “deka”, que significa “dez”. O número 50 era representado pelo signo $\Pi\Delta$, uma combinação entre as letras pi e delta, que corresponde a abreviação de “pentdeka”, que significa “cinquenta”. O número 100 podia ser representado por H, (eta) inicial de “hekaton”, que significa “cem”. O número 500 consistia em uma combinação de pi e eta $\Pi\eta$, correspondente à abreviação de “pentehekaton”.

O milhar pela letra X (khi), inicial de “khilioi”, que significa “mil”. Combinando as letras pi e khi, o 5.000 era representado pelo signo $\Pi\chi$ abreviação de “pentehekaton”, “cinco mil”. O número 10 000 pela letra M (mu), inicial de “murioi”, “dez mil”. E por fim, o número 50 000 era representado pelo signo $\Pi\mu$, que combina as letras pi e mu, abreviando a palavra “pentemurioi”, que significa “cinquenta mil” (IFRAH, 2010; EVES, 2011).

Para IFRAH (2010), o sistema de numeração dos gregos é considerado uma regressão histórica do ponto de vista do cálculo propriamente dito, uma vez que com a invenção dos símbolos auxiliares as possibilidades operatórias como a adição, que era possível no sistema de numeração dos egípcios, por exemplo, tornaram-se inviáveis.

Em Roma um fato similar aconteceu, já que o sistema de numeração criado pelos romanos também não viabilizava a realização de operações. No entanto, não há como negar a influência desse sistema em nossa cultura, até os dias atuais. O sistema de numeração dos romanos é aditivo e possui símbolos especiais para 1, 5, 10, 50, 500 e 1 000. O objetivo desse sistema, como aponta IFRAH (2010) era destinado a fazer abreviações para anotar e reter números:

Como maior parte dos sistemas da Antiguidade, a numeração romana era regida principalmente pelo princípio da adição: seus algarismos (I = 1, V = 5, X = 10, L = 50, C = 100, D = 500, M = 1 000) eram independentes uns dos outros e sua justaposição implicava na soma dos valores correspondentes (IFRAH, 2010 p. 185).

São exemplos:

$$356 = CCCLVI$$

$$(100+100+100+50+5+1)$$

$$3827 = MMMDCCCXXVII$$

$$(1000 + 1000 + 1000 + 500 + 100 + 100 + 100 + 10 + 10 + 5 + 1 + 1)$$

Os romanos tornaram ainda mais complexo seu sistema de numeração a partir do momento que introduziram o princípio de que todo símbolo colocado à direita de um símbolo que representa um valor maior deveria ser subtraído dele.

IV (5 – 1) ao invés de IIII
 IX (9 – 1) ao invés de VIIII
 XIX (10 + 10 – 1) ao invés de XVIIIII
 XL (50 – 10) ao invés de XXXX
 XC (100 – 10) ao invés de LXXXX
 CD (500 – 400) ao invés de CCCC
 CM (1.000 – 100) ao invés de DCCCC

Além disso, observamos que os símbolos criados pelos romanos sofreram mudanças no decorrer dos séculos e sua gênese não está relacionada com as letras do alfabeto latino. A Figura 6 apresenta a evolução do símbolo que representa a quantidade 50.



Figura 6. Evolução do algarismo 50.

Fonte: EVES (2011 p. 33).

A origem do sistema romano estaria relacionada a práticas ancestrais, como a do entalhe, já que eram utilizados traços em ossos. O quinto traço era sempre inclinado em posição ao dedo polegar da mão esquerda. A partir dele, continuavam-se os traços verticais até o décimo traço, também inclinado, mas em posição ao dedo polegar da mão direita (IFRAH, 2010). É possível observar o registro “X” que representa o número dez no sistema de numeração dos romanos na Figura 7.



Figura 7. Prática do entalhe e sua relação com os algarismos romanos.

Fonte: IFRAH (1997 p. 405).

Por volta do século III, os chineses também criaram um sistema de numeração posicional antigo por meio de barras verticais e horizontais (IFRAH, 2010), como apresentado na Figura 8.



Figura 8. Unidades de primeira ordem no sistema de numeração chinês antigo.

Fonte: EVES (2011 p. 45).

Com uma base estritamente decimal, os chineses desenvolveram representações ideográficas para as nove unidades simples, sendo que as cinco primeiras eram representadas por traços verticais justapostos. Já as quantidades 6, 7, 8 e 9 são registradas com um traço horizontal acima de barras verticais. Segundo IFRAH “[...] a partir daí os números compostos de duas ou mais ordens de unidades eram representados segundo o princípio de posição” (2010 p. 244). Seguem dois exemplos:

$$\begin{array}{c} \text{II IIII II T} \\ = 2\ 426 (2 \cdot 1\ 000 + 4 \cdot 100 + 2 \cdot 10 + 6) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{I T III} \\ = 179 (1 \cdot 100 + 7 \cdot 10 + 9) \end{array}$$

Como no babilônicos, esse sistema também gerava ambiguidades pelo fato de seus usuários justaporem o número de barras para a representação das unidades de ordens consecutivas. Por exemplo, havia uma confusão na representação dos números 5 e 23. A fim de superar essa lacuna, os chineses optaram por criar uma segunda notação para registrar as unidades simples, “[...] formando signos análogos aos precedentes, mas desta vez com barras horizontais” (IFRAH, 2010 p. 245), conforme Figura 9.

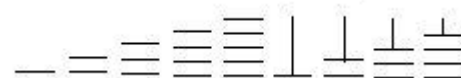


Figura 9. Segunda notação para registrar as unidades simples dos chineses.

Fonte: EVES (2011 p. 46).

Como podemos observar, as cinco primeiras unidades passaram a ser representadas por barras na horizontal equivalentes a quantidade desejada. Já o número 6 “[...] por uma barra vertical encima de uma barra horizontal, e as três últimas unidades colocando abaixo do traço vertical duas, três ou quatro barras horizontais” (IFRAH, 2010, p. 245).

Para diferenciar as diversas ordens de unidades que poderiam aparecer no registro de um número, os algarismos da primeira ordem eram alternados com o da segunda e assim por diante.

As unidades da casa ímpar (unidades simples, centenas, dezenas, dezenas de milhar, milhões etc.) foram expressas por meio dos ‘algarismos verticais’ (primeira série) e as unidades de casas pares (dezenas, milhares, centenas de milhar, centenas de milhar, dezenas de milhões etc.) com ajuda dos ‘algarismos horizontais’ (segunda série). (IFRAH, 2010, p. 245)

Vejamos o exemplo na Figura 10.



Figura 10. Representação dos números 37 652.

Fonte: Os autores.

Assim, os chineses sanaram as ambiguidades de modo mais eficiente que os babilônicos, porém nem todos os empecilhos foram resolvidos, uma vez que os chineses ignoraram a quantidade zero durante séculos.

Por muito tempo os sábios chineses, inventores desse sistema de posição, buscaram os mais variados recursos para suprir a necessidade do zero, como por exemplo, estabelecendo combinações entre os signos. Alguns optaram por dispor os números “[...] em quadrados, deixando uma casa vazia para cada unidade em falta” (IFRAH, 2010, p. 247).

A partir da evolução do sistema acima descrito, um novo sistema foi desenvolvido baseado fundamentalmente nos princípios multiplicativo e aditivo. Com treze signos fundamentais, também representados por palavras monossilábicas do vocabulário

chinês, esse sistema de numeração possuía diversas grafias que estavam relacionadas ao contexto em que os números eram usados. A Figura 11 apresenta as grafias ditas tradicionais:

1	一	10	十
2	二		
3	三	100	百
4	四		
5	五	1 000	千
6	六		
7	七	10 000	萬
8	八		
9	九		

Figura 11. Signos na numeração chinesa tradicional.

Fonte: IFRAH (1997 p. 551).

O princípio multiplicativo é associado ao sistema de numeração chinês a partir da representação da vintena, de modo que os trezes signos são combinados entre si. Por meio desse princípio os chineses puderam representar grandes números por uma quantidade considerável de signos, porém, ainda não era possível representar todos os números inteiros a menos que novos signos fossem criados (ainda não existia o zero). Desse modo, as práticas do cálculo ficavam restritas a especialistas (IFRAH, 2010; EVES, 2011).

$$十一 = 11 (10 + 1)$$

$$十二 = 12 (10 + 2)$$

$$十五 = 15 (10 + 5)$$

$$二十 = 20 (2 \cdot 10)$$

$$二十一 = 21 (2 \cdot 10 + 1)$$

七 萬 九 千 五 百 六 十 四

$$= 79\,564 (7 \cdot 10\,000 + 9 \cdot 1\,000 + 5 \cdot 100 + 6 \cdot 10 + 4)$$

Os chineses contribuíram grandemente com a história dos números a partir das estruturas de seus sistemas de numeração, porém somente a partir do século VIII, influenciados pelos matemáticos e astronômicos indianos, passaram a dispor de um zero, solucionando todas as dificuldades encontradas (IFRAH, 2010).

Já os maias, independentemente da influência de estrangeiros, fizeram descobertas parecidas por volta do primeiro século da era Cristã, desenvolvendo um sistema de numeração de base vigesimal, posicional, com o princípios aditivo e multiplicativo e, com a presença de um símbolo para representar a quantidade zero, conforme Figura 12 (IFRAH, 2010; EVES, 2011).

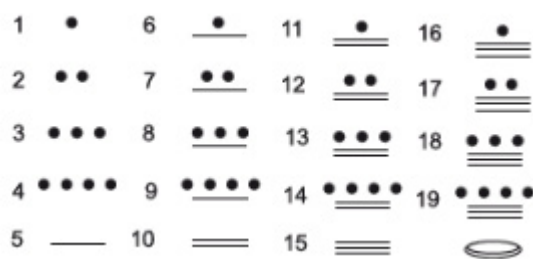


Figura 12. Representação maia das unidades de primeira ordem.

Fonte: EVES (2011 p. 37).

Note que sua estrutura já apresentava um símbolo para a quantidade zero no canto inferior direito da Figura 12.

E, para que cada algarismo ficasse em sua posição no caso em que as unidades de uma determinada ordem viesse a faltar, os sábios maias inventaram o zero. Conceito ao qual foi atribuída, por razões que hoje nos escapam, uma forma bastante semelhante a uma concha ou uma casinha de caracol. (IFRAH, 2010, p. 253)

Há uma peculiaridade nesse sistema diferente dos demais povos. Os maias não representavam suas quantidades na horizontal e sim na vertical. As quantidades da primeira ordem eram formadas pelas próprias unidades representadas por pontos ou traços. Já as quantidades da segunda ordem eram

multiplicados por 20. O problema desse sistema de numeração fica evidente a partir da terceira ordem, pois as quantidades nessa ordem eram multiplicados 360 e não por potências de base 20, neste caso, por 400. O valor '360' era oriundo da multiplicação de 20 por 18, segundo EVES (2011), pelo fato do ano maia possuir 360 dias. Na quarta ordem os números eram multiplicados por 7 200 (360 x 20 ou 18 x 202), quinta ordem 144 000 (7 200 x 20 ou 18 x 203) e assim por diante. Acompanhe um exemplo:

O sistema de numeração dos Maias não foi disseminado aos povos ocidentais até as descobertas vindas da Índia. No século III a.C., os indianos já haviam criado um sistema de numeração com nove símbolos distintos e independentes um dos outros, todavia, ainda não existia a regra de posição e havia símbolos específicos para os múltiplos de 10, até 90 000. Ainda limitado, esse sistema só poderia fazer registros até 99 999, o que provavelmente levou os hindus no século IV d.C., a criarem novos métodos, como o registro por extenso (IFRAH, 2010). É perceptível que os hindus estavam 'abrindo portas', para o sistema de numeração decimal, que utilizamos hoje.

A partir de meados do século IV d.C. os números passaram a ser representados em ordem contrária do que costumamos utilizar, ou seja, o que escrevemos hoje como 'seis mil setecentos e vinte e cinco', os hindus escreviam algo como 'vinte e cinco setecentos e seis mil'.

Um século mais tarde, os hindus deram início a um sistema de numeração oral de posição, quando excluíram da escrita por extenso qualquer menção para dez e suas respectivas potências. Assim, o exemplo do parágrafo anterior passou a ser escrito como 'cinco dois sete seis'. Os empecilhos continuavam a aparecer, já que o zero ainda não existia nessa cultura e as grafias variavam de acordo com quem os registrava.

É evidente a importância da poesia na cultura dos hindus, principalmente quando os mesmos passaram a utilizar diversas palavras como sinônimo dos números. Assim, os números poderiam ser representados de diferentes maneiras, o número um, por exemplo, poderia ser escrito como 'o corpo' ou o número dois como 'os gêmeos' (IFRAH, 2010).

Por volta do século VII d.C., os hindus já dominavam as técnicas do cálculo, e para tanto fizeram uso de uma espécie de ábaco de areia no qual os algarismos poderiam ser registrados, desse modo, a quantidade que representava o nada (zero) era registrada por um espaço vazio (IFRAH, 2010). Nessa época, observamos uma valorização dos algarismos hindus, o que significou um grande avanço, sobretudo na superação de técnicas de cálculo com fichas e pedras.

Ainda no mesmo século, o ábaco de areia foi substituído pelo sistema posicional como conhecemos hoje e o 'vazio' passou a ser representado por um círculo.

Nesse mesmo período os árabes conheceram as descobertas dos hindus e, podemos definir esse como o início da propagação desse sistema de numeração, bem como das técnicas do cálculo. Nessa etapa, destacamos a importância da contribuição de culturas diferentes para o desenvolvimento ou disseminação dos conhecimentos construídos durante as gerações anteriores. É bem provável que se os árabes não tivessem estabelecido relações comerciais com os hindus, tais inovações demorassem muito mais para chegar aos demais povos (Figura 13).

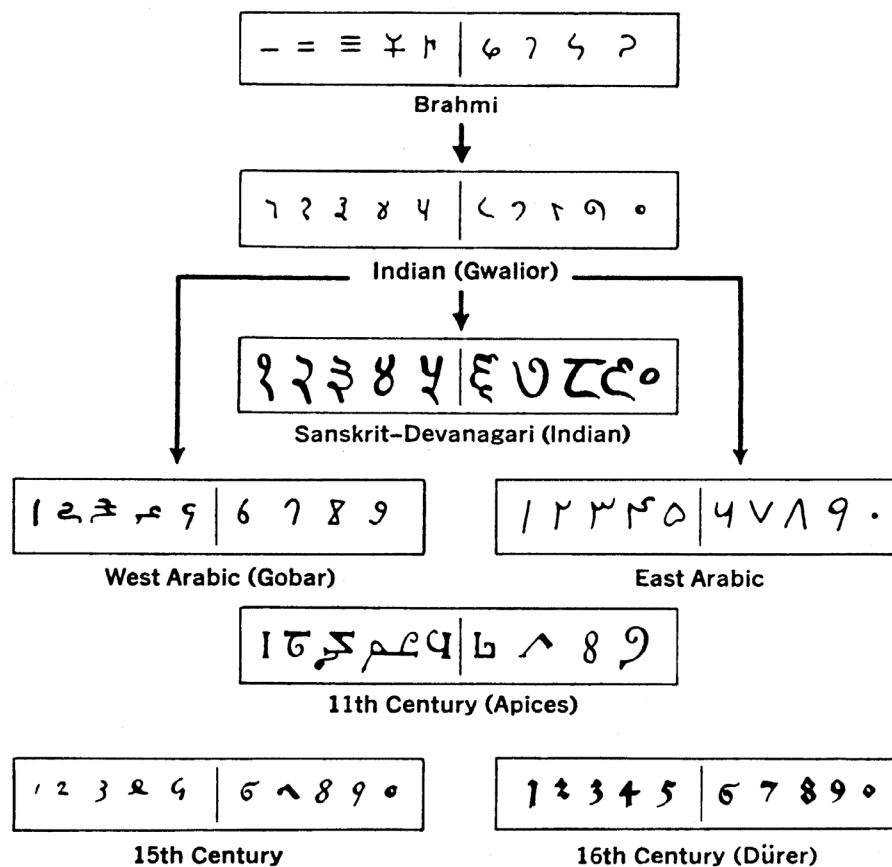


Figura 13. Evolução do sistema de numeração hindu-árabe.

Fonte: BOYER (1996 p. 163).

Foram séculos até que as conquistas dos hindus se difundissem por toda a Europa, já que o sistema de numeração era bem mais prático que os vigentes até então. Para isso merece destaque Gerbert d'Aurillac, que contribuiu para que os algarismos romanos (que até então prevaleciam) deixassem de ser vistos como uma verdade absoluta e universal (IFRAH, 2010). Afinal, o sistema de numeração criado pelos hindus, além de mais prático, contribuiu para o desenvolvimento de outras áreas como, por exemplo, da Álgebra.

No século X d.C., os números modernos ganham mais visibilidade em toda a Europa, por sua eficácia, sobretudo com a padronização das grafias árabes que foram divulgadas pela imprensa no ano de 1440. Com a Revolução Francesa, ficou evidente a importância desse sistema de numeração, um sistema decimal posicional, criado pelos hindus e divulgado pelos árabes.

4. Considerações Finais

O estudo epistêmico possibilita análises crítico-reflexivas dos elementos envolvidos em uma reconstrução histórica do conhecimento, em nosso caso do conhecimento matemático e, mais especificamente, dos sistemas de numeração.

Não há 'um' inventor do sistema de numeração decimal, mas uma coletividade que mesmo com passos lentos, em diferentes épocas e lugares, deram ricas contribuições ao sistema de numeração que aprendemos e usamos com tanta praticidade no dia a dia. Foram necessários séculos até que o sistema de numeração decimal, hoje adotado por grande parte das sociedades hodiernas, fosse criado, desenvolvido, adaptado e formalizado.

Essa pesquisa nos possibilitou evidenciar que diferentes culturas, em um mesmo período de tempo, desenvolveram sistemas de numeração posicionais (Babilônios, Maias e Indianos) e não posicionais (Egípcios, Chinês, Gregos, Romanos). Alguns criaram um símbolo que representava a quantidade zero (Babilônios, Maias e Indianos), outros ignoraram completamente essa quantidade.

Ao encontro deste paradigma, observamos a importância da representação da quantidade zero para que seja possível a existência de um sistema de numeração posicional. Nesse sentido notamos que algumas civilizações que desenvolveram um sistema de numeração posicional compreenderam esse conceito e criaram um símbolo para representar o 'nada'.

É possível notar também, que todos os sistemas de numeração antigos, estudados nesta pesquisa, utilizaram o princípio aditivo. Já o princípio multiplicativo esteve presente nos sistemas babilônico, maia, chinês e indiano.

As civilizações desenvolveram sistemas com diferentes bases numéricas, os babilônios utilizaram a base 60, enquanto que os maias utilizaram a base 20. Algumas civilizações como os gregos e os romanos, usaram a base 10, buscando símbolos auxiliares, além de utilizarem princípios que tornavam ainda mais complexos seus sistemas.

Percebemos que a existência de diferentes bases não modificou a eficácia dos sistemas posicionais, no entanto a base dez prevaleceu entre todas tornando-se a mais usual hodiernamente, porém com uma estrutura bem mais sofisticada e eficiente.

No que tange ao traçado dos símbolos, todos sofreram alteração no decorrer do tempo, principalmente pelo fato de os registros serem manuscritos até o século XV d.C., quando foi criada a imprensa.

Sinteticamente, resumimos a estrutura dos sistemas de numeração analisados nesse trabalho no Quadro 2.

O sistema de numeração posicional hindu-arábico prevaleceu e prevalece até o século XXI da nossa era. Mas, refletindo sobre a reconstrução dos sistemas de numeração empreendida neste artigo, cabe a pergunta: serão desenvolvidos outros sistemas de numeração que superem a eficiência do sistema atual?

A abordagem Histórico-Epistemológica utilizada neste trabalho para empreender uma reconstrução dos sistemas de numeração, em diferentes culturas, possibilitou-nos, assim como evidenciado por LUCCAS (2004), uma ampliação de nossa visão

Quadro 2. Estrutura dos Sistemas de Numeração.

Sistema de numeração	Princípio aditivo	Princípio multiplicativo	Base	Posicional	Zero
Babilônico	Sim	Sim	60	Sim	Sim
Egípcio	Sim	Não	10	Não	Não
Grego	Sim	Não	10	Não	Não
Romano	Sim	Não	10	Não	Não
Chinês Antigo	Sim	Sim	10	Não	Não
Maia	Sim	Sim	20	Sim	Sim
Indo-arábico	Sim	Sim	10	Sim	Sim

Fonte: os autores.

sobre o sistema de numeração que utilizamos, oferecendo-nos um enriquecimento conceitual que pode ser estendido a escolas e universidades por meio de propostas pedagógicas intencionalmente elaboradas e conduzidas.

Nesse sentido, esperamos que esse trabalho possa contribuir com o Ensino de Matemática, segundo a síntese Histórico-Epistemológica empreendida, uma vez que a mesma poderá servir de aporte conceitual para intervenções pedagógicas diversas.

5. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M.C. **Origens da Matemática: a pré-história da matemática.** (Vol 1). Editora Progressiva. Curitiba: Brasil. 2009.
- ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, pp. 95-103. 2013.
- ARAMAN, E.M.O. Contribuições da história da matemática para a construção dos saberes do professor de matemática. 228p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil, 2011. Disponível em : <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000168190>>, Visitado em 15 abr. 2019.
- ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências.** Papirus. Campinas, SP: Brasil. 1995.
- BARONI, R.; NOBRE, S.A pesquisa em história da matemática e suas relações com a Educação Matemática. In: BICUDO, M.A.V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas.** UNESP. São Paulo: Brasil. 1999. pp. 129-149.
- BOYER, C.B. **História da Matemática.** 2a. ed. Trad. GOMIDE, E.F. Blücher. São Paulo: Brasil. 1996.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática.** Brasília: Brasil. 1997.
- BRASIL. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica Matemática.** Paraná: Brasil. 2008.
- EVES, H. **Introdução à História da Matemática.** 5a. ed. Trad. DOMINGUES, H.H. Editora da UNICAMP. Campinas: Brasil. 2011.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5a. ed. Atlas. São Paulo: Brasil. 2010.
- GODOY, A.S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, pp. 57-63. 1995.
- IFRAH, G. **História Universal dos Algarismos: a inteligência dos homens contada pelos números e pelo cálculo.** Vol. 1. Trad. MUÑOZ, A.; KATINSKY, A.B. Nova Fronteira. Rio de Janeiro: Brasil. 1997.

- IFRAH, G. **Os números: a história de uma grande invenção**. Globo. São Paulo: Brasil. 2010.
- LUCAS, L. B. Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin. 206p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil, 2010. Disponível em : < <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000154961>> Visitado em 15 abr. 2019.
- LUCCAS, S. Abordagem histórico-filosófica na educação matemática: apresentação de uma proposta pedagógica. 222p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil, 2004.
- MARTINS, A.F. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Santa Catarina, v. 24, n. 1, pp. 112-131, 2007.
- MATTHEWS, M. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 12, n. 3, pp. 164-214. 1995.
- MIGUEL, A. Três estudos sobre História e Educação Matemática. 274p. Doutorado em Educação. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil, 1993. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253114> >, visitado em 15 abr. 2019.
- MIGUEL, A., MIORIM, M. Â. **História na Educação Matemática: propostas e desafios**. Autêntica. Belo Horizonte: Brasil. 2011.
- PATERLINI, R.R. **Aritmética dos números inteiros**. Departamento de Matemática UFSCar. São Carlos: Brasil. 2008.
- ROQUE, T. **História da Matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas**. Zahar. Rio de Janeiro: Brasil. 2012.
- WALDOMIRO, T.C. Abordagem Histórico-Epistemológica no Ensino da Geometria fazendo uso da Geometria Dinâmica. 90p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, SP, Brasil, 2011. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-04072011-145346/pt-br.php> >. Visitado em: 15 abr 2019.



LUZ E COTIDIANO: IDEIAS PRÉVIAS DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOB A PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

LIGHT AND EVERY DAY: PREVIOUS IDEAS OF STUDENTS OF FUNDAMENTAL EDUCATION UNDER THE PERSPECTIVE OF SCIENTIFIC LITERACY

LUZ Y COTIDIANO: IDEAS PREVIAS DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA FUNDAMENTAL BAJO LA PERSPECTIVA DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Clara Virginia Vieira Carvalho Oliveira Marques*, Deusalice Cardoso Fernandes**

Cómo citar este artículo: Carvalho Oliveira Marques, C.V.V. y Cardoso Fernandes, D. (2019). Luz e cotidiano: ideias prévias de alunos do ensino fundamental sob a perspectiva da alfabetização científica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 268-285. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13704>

Resumo

O presente estudo teve como objetivo verificar a presença de indicadores de alfabetização científica nos discursos escritos e gráficos de uma amostragem de alunos do Ensino Fundamental, pela implementação de uma sequência didática na disciplina de ciências naturais, empregando como tema gerador de discussão a utilização da luz no cotidiano das pessoas. A metodologia aplicada direcionou-se para abordagem de pesquisa qualitativa tendo como dados as respostas obtidas por dezessete alunos. A sequência didática implementada foi composta por etapas divididas em: (i) verificação de ideias prévias dos alunos por meio da aplicação de questionários investigativos; (ii) implementação de uma sequência didática sobre a temática em questão; (iii) acompanhamento da aprendizagem dos alunos pelos registros escritos e gráficos. A pesquisa foi realizada na rede de ensino regular da cidade Codó – Maranhão - Brasil, com alunos de faixa de idade entre dez e onze anos. O tratamento dos dados direcionou-se para análise de conteúdo dos registros escritos e dos desenhos feitos pelos alunos sujeitos dessa pesquisa. No tocante a análise de conteúdo dos registros escritos, se configurou a partir de um esquema com blocos analíticos que possibilitaram a identificação de quatro indicadores da alfabetização científica. Já para os

Recibido: 18 de julio de 2018; aprobado: 09 de noviembre de 2018

* Professora e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPECEM e do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Ensino da Educação Básica – PPGEEB. Universidade Federal do Maranhão – UFMA. São Luís, MA – Brasil. Professora Adjunta da Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais da mesma instituição, campus VII – Cidade de Codó/MA. Correo eletrônico: clara.marques@ufma.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1550-2252>

** Graduanda do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais da Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Campus VII – cidade de Codó – Maranhão. Correo eletrônico: alice_plinxesinha@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7105-129X>

registros gráficos (desenhos) foram adotados os modos semióticos de discursos sobre a cooperação e a especialização. Os resultados revelaram que os alunos constroem as suas redes de significados a partir de informações simplistas das ciências pautadas principalmente por meio de associação de conceitos inerentes às suas vivências no cotidiano (senso comum). Porém, se destaca a importância da valorização das ideias prévias dos alunos no processo de ensino aprendizagem a serem utilizadas nas aulas de ciências e para o desenvolvimento e de apropriação de argumentação científica.

Palavras chaves: ensino, ciências, alfabetização científica.

Abstract

This study aims to verify the presence of scientific literacy indicators in the written and graphic discourses in a sample of basic education students. Through the implementation of a didactic sequence in natural sciences field, the discussion generator theme was the use of light in everyday life. The methodology applied was based on the qualitative research approach, taking as a basis the answers obtained by seventeen students. The didactic sequence implemented was composed of stages divided into (1) application of inquiry questionnaires to find previous ideas; (2) development of a didactic sequence on the topic; (3) follow-up of students' learning based on written records and graphs. We applied the survey in a school in the Codó city, in Maranhão - Brazil, with children between ten and eleven years old. The data were studied through a content analysis applied to the written records and the drawings made by the children involved in this research. The results show that students construct their networks of meanings based on simplistic information from sciences mainly on the association of concepts inherent to their daily experiences (common sense). However, the importance of the assessment of student's previous ideas in the teaching and learning process, used in the science classes for the development and the appropriation of the scientific argumentation is highlighted.

Keywords: teaching, science, scientific literacy.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo verificar la presencia de indicadores de alfabetización científica en los discursos escritos y gráficos de un muestreo de alumnos de educación básica, mediante la implementación de una secuencia didáctica en la materia de ciencias naturales, empleando como tema generador de discusión, el uso de la Luz en la vida cotidiana. La metodología aplicada fue bajo el enfoque de investigación cualitativa teniendo como datos las respuestas obtenidas por diecisiete estudiantes. La secuencia didáctica implementada fue compuesta por etapas divididas en: (i) verificación de ideas previas de los alumnos por medio de la aplicación de cuestionarios de indagación; (ii) implementación de una secuencia didáctica sobre la temática en cuestión; (iii) seguimiento del aprendizaje de los alumnos a

partir de los registros escritos y gráficos. La encuesta fue realizada en un colegio de la ciudad Codó, Maranhão, Brasil, con niños de entre 10 y 11 años. Los datos se estudiaron mediante un análisis de contenido aplicado a los registros escritos y los dibujos hechos por los niños sujetos de esa investigación. Esto se hizo a partir de un esquema organizado en dos bloques analíticos que posibilitaron la identificación de cuatro indicadores de alfabetización científica. Para los registros gráficos (dibujos) se adoptaron modos semióticos de discursos: la cooperación y la especialización. Los resultados revelaron que los alumnos construyen sus redes de significados a partir de informaciones simplistas de las ciencias basadas principalmente por medio de la asociación de conceptos inherentes a sus vivencias cotidianas (sentido común). Sin embargo, se destaca la importancia de la valoración de las ideas previas de los alumnos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizadas en las clases de ciencias para el desarrollo y la apropiación de la argumentación científica.

Palabras clave: enseñanza, ciencias, alfabetización científica.



Introdução

A atual sociedade está sendo marcada por avanços científicos e tecnológicos que estão influenciando a vida das pessoas nas mais diversas formas, implicando assim em novas características na maneira de ser e de viver individual e coletivamente. Em vista disso, a educação se torna um desafio e pontualmente, o ensino de ciências não vai responder as necessidades de uma alfabetização científica se restringir-se à apenas em explicar os conceitos científicos ou relatar descobertas e teorias descritivas, pois a necessidade é para além disso, uma vez o processo de ensinar tem função social de preparar os indivíduos a tomarem decisões e intervirem na sociedade onde vivem (MOREIRA, 2006; SANTOS, SCHNETZLER, 2003; CARLETTI, LORENZETTI, VIECHENESKI, 2012; SASSERON, 2015).

Nesse contexto, planejar o ensino de ciências carrega um papel específico, o de contribuir para que os alunos construam conhecimentos de ciências e avancem na autonomia no pensar e no agir, concebendo a relação de ensino e a forma de aprendizagem como uma relação entre sujeitos e, sobretudo, contribuir para que atinjam padrões mais elevados de alfabetização científica, dando outro formato nos questionamentos, proposições e tomadas de decisão (BRASIL, 1997, CARLETTI, LORENZETTI, VIECHENESKI, 2012).

A literatura específica defende que nos primeiros anos da fase escolar é de suma importância que seja dada a criança oportunidades de envolver-se em situações, onde ela possa testar hipóteses, questionar, experimentar, expor suas ideias e debater com as de outros (ROSA, PEREZ, DRUM, 2007). Nesse sentido, o professor tem o papel de proporcionar um ambiente propício a perguntas e reflexões, instigando os alunos a levantarem ideias e elaborar conceitos sobre as mutualidades entre o ser humano, fenômenos naturais, o meio ambiente e as tecnologias (SOBRAL, TEIXEIRA, 2001). De acordo com ROSA, PEREZ, DRUM (2007 p. 362):

Ao ensinar ciências às crianças, não devemos nos preocupar com a precisão e a sistematização do

conhecimento em níveis da rigorosidade do mundo científico, já que essas crianças evoluirão de modo a reconstruir seus conceitos e significados sobre os fenômenos estudados. O fundamental no processo é a criança estar em contato com a ciência, não remetendo essa tarefa a níveis escolares mais adiantados.

Assim, defende-se um ensino de ciências nos primeiros anos de escolaridade ressaltando processos que levem à iniciação da alfabetização científica, proporcionando a elaboração dos primeiros significados sobre os elementos de mundo, dando a eles a possibilidade de compreender e atuar ativamente na sociedade em que se encontram inseridos (FERRACIOLI, 1999; VITORASSO, 2010; CHAGAS, SOVIERZOSKI, 2014).

1. Ideias Prévias dos Alunos e a Argumentação Científica no Ensino de Ciências

Ideias prévias dos alunos consistem em tudo aquilo que os aprendizes já trazem ao chegar em sala de aula, ou seja, todo o conjunto de saberes/conhecimentos/informações que eles carregam em seus imaginários e cognitivos, obtidos ao longo de suas vidas por meio de interações com o mundo natural e social, e que lhes servem como norteamento para a vida, bem como para situar-lhes no processo de aprendizagem escolar (CHAGAS, SOVIERZOSKI, 2014; MOREIRA, 2006; SOBRAL, TEIXEIRA, 2001).

A autora ALEGRO (2008) ao comentar sobre o percurso do processo de aprendizagem dos alunos, exalta o conhecimento prévio como o fator mais importante na determinação dinâmica do processo de ensino, pois este favorece e contribui para a valorização do conhecimento como indivíduo que aprende. CARLOS, SANTANA (2013) destacam ainda que quando os conhecimentos prévios dos alunos são tratados como parte do processo, a compreensão por parte dos mesmos se torna mais rápida e eficiente. Nesse sentido, entende-se que é preciso estabelecer uma relação entre os conhecimentos prévios dos alunos com a matéria a ser implementada em sala de aula, sempre relacionando com os saberes já

existentes. CHAGAS, SOVIERZOSKI (2014) destacam ainda que colocar o conhecimento prévio como ponto de partida para abordar um novo conhecimento, o professor contribui para o a construção de novos saberes, bem como proporcionar a expansão do conhecimento adquirido anteriormente, na perspectiva de construção de novos significados. Esse encaminhamento de ensino e de aprendizagem reflete o conceito de âncora, definido por Ausubel como uma compreensão específica que se edifica na ordenação cognitiva do indivíduo, permitindo-lhe dar sentido a novos conhecimentos que lhes são apresentados ou descobertos por eles mesmos (MOREIRA, 2006).

Pesquisas tem revelado que o emprego ou associação entre o que o indivíduo já sabe e o tema apresentado na aula de ciências das escolas do Ensino Fundamental ainda é, de maneira geral, uma prática tímida, logo simboliza uma potente barreira para a construção de significados para os alunos por meio do no ensino de ciências (HERNÁNDEZ, 1998; FERRACIOLI, 1999). Diante do exposto, defende-se que as vivências e experiências que o indivíduo traz consigo conseguem favorecer novas aprendizagens, portanto, é necessária uma atualização nas abordagens e metodologias educacionais, no sentido de aprimorar o nível de ensino aos alunos, ressaltando oportunidades para que expressem seus conhecimentos prévios e a partir deles ampliem os conhecimentos recebidos na escola no caminho de perceber o mundo, pensar e argumentar cientificamente (MOTA, PEREIRA, 2002; VITORASSO, 2010). No tocante ao saber argumentar cientificamente entende-se que esse processo só será possível quando os alunos estiverem constituídos de competências que levem ao saber refletir, criticar, sugerir, assegurar, examinar e aprimorar ideias desenvolvidas dentro de um ambiente em que o discurso pedagógico dê oportunidade para a construção e reconstrução das explicações vindas dos alunos, fazendo com que eles sejam capazes de defender suas convicções e tendo como suporte elementos advindos de constatações para além daqueles inerentes do fazer ciência empiricamente (COSTA, 2008; SANTOS, 2007; SASSERON, 2015).

Quando se pensa em desenvolver o ensinar ciências na perspectiva de construir a capacidade de argumentar cientificamente significa adentrar em um universo que tem a clara necessidade de criar condições de aprendizagem em um discurso particular, mas voltado para um contexto geral, sabendo assimilar uma estrutura específica com linguagem baseada em esquemas, fórmulas, tabelas, gráficos, diagramas, etc (SANTOS, 2007, CHASSOT, 2003). Segundo COSTA (2008) preparar os alunos para que saibam desenvolver argumentos científicos incorre na necessidade de demonstrar que “a construção do conhecimento científico é um processo em trânsito no qual as ciências são questionadas, e, muitas vezes, mudadas ou revistas”.

2. Indicadores de Alfabetização Científica em registros escritos e gráficos de alunos

A escola tem a função de preparar o aluno para diversas situações da vida, por isso, deve delinear métodos de ensino mais significativos que despertem a autonomia dos estudantes e principalmente estimulem o interesse em aprender (SANTOS, SCHNETZLER, 2003; HERNÁNDEZ, 1998). No tocante ao conhecimento científico, a própria dinâmica da construção do saber científico já demonstrou que não existem leis e/ou teorias prontas e acabadas como verdades absolutas, e sim, a constante busca em relacionar os dados extraídos dos fenômenos da natureza para formular explicações e saberes, conformando-se em um movimento que envolve uma relação entre as ideias significativas culturalmente e as ideias anteriores relevantes da estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006). Dessa forma, a ciência é o resultado desta construção cognitiva, da reflexão e da conexão das relações e da observação de causas, portanto, pode-se dizer que a construção do conhecimento se dá como uma constituição intrínseca da sociedade e conhecimento, ou seja, estruturação de saberes decorrentes de investigação científica, ideológica e filosófica (WERNECK, 2006).

No campo do ensino de ciências, a literatura específica defende que o professor deve propor

situações problematizadoras relacionando-as com o cotidiano dos alunos, em um movimento de proposta onde os estudantes explorem campos do saber dentro e fora da escola. Pontua-se também que os alunos devam aprender estimulados por diversas estratégias próprias do ensino de ciências como a busca, a ordenação, a análise, a interpretação e representação da informação, entre outros elementos no sentido de propiciar uma valorização na relação entre prática e teoria, e assim, transformar o aluno como protagonista da construção do seu conhecimento, bem como estimular a alfabetização científica (BRUM, SCHUHMACHER, 2014; HERNÁNDEZ, 1998).

O termo Alfabetização Científica é usado para expressar como ocorre a interação dos alunos com uma cultura baseada em saberes científicos, para uma nova forma de ler o mundo e seus desdobramentos, sob a luz de linguagem científica para o desenvolvimento de habilidades que expressem o saber e fazer científico (SASSERON, CARVALHO, 2010). SASSERON (2015) conceitua a Alfabetização Científica como sendo um processo contínuo, pois ela não finda em si mesma, assim como a própria ciência, e ao mesmo tempo deve estar constantemente em desenvolvimento, na busca de novos resultados pela análise de novas situações, da mesma forma, são esses patamares que perturbam os processos de construção de percepções e de posicionamentos e decisões, bem como salientam a necessária relação entre a sociedade e as distintas áreas de saberes ampliando seus universos e seus olhares analíticos.

A promoção de alfabetização científica nos primeiros anos escolares proporciona a construção das primeiras interpretações críticas sobre o mundo, portanto, auxilia para além de ampliar os conhecimentos dos alunos, mas também sua possibilidade de compreensão de mundo, de ampliação de cultura e participação ativa no círculo social do qual que se encontra inserido (CARLETTO, LORENZETTI, VIECHENESKI, 2012).

Com a finalidade de analisar nas diversas situações educacionais, como as habilidades e a

alfabetização científica estão sendo implementadas em salas de aulas de ciências desde as séries iniciais do ensino fundamental, SASSERON, CARVALHO (2008) propõem indicadores que vislumbram o processo de desenvolvimento da Alfabetização Científica, no tocante a construção da compreensão sobre temáticas em ciências naturais que se processam em sala de aula e pontuam o papel participativo dos estudantes na dinâmica da apropriação dos conteúdos curriculares propostos para as ciências.

Os indicadores de AC, segundo as autoras mencionadas encaixam-se nos seguintes tópicos: (a) do trabalho com os dados e com as informações disponíveis seja por meio da organização, da seriação e da classificação de informações; (b) do levantamento, classificação das informações e ao teste de hipóteses construídas pelos estudantes; (c) do raciocínio proporcional ultrapassando a demonstração da estrutura do pensamento, e estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas; (d) ao uso do raciocínio lógico que durante a investigação trata-se da exposição do pensamento de acordo com a forma como as ideias se desenvolvem, proporcionando a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem.

3. Ensino de ciências nas séries iniciais e os conceitos sobre fenômenos naturais

Segundo os documentos legais que regem a educação nacional, o ensino de ciências nas séries iniciais deve fazer sentido para o aluno e assisti-lo no ressignificar o mundo físico, além de contribuir a reconhecer o seu papel ativo como sujeito nas decisões individuais e coletivas (BRASIL, 1997). Esse ensino deve então, apresentar-se para além do desenvolvimento do raciocínio lógico e racional do aluno, proporcionando a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem pela compreensão dos fatos do cotidiano e então levá-lo a resolução de problemas práticos (SANTOS, 2007).

Dessa forma, faz-se necessário que o ambiente de ensino apresente um espaço favorável a perguntas,

a reflexões e a investigação científica, dando aos alunos oportunidades para levantar conjecturas e construir conceitos sobre os fenômenos naturais, sobre os seres vivos e sobre as inter-relações entre o homem, o ambiente e desenvolvimento/uso de tecnologias (ROSA, PEREZ, DRUM, 2007). Ao estudar os fenômenos naturais dá-se aos alunos a possibilidade de relacionar os conhecimentos científicos já existentes à percepção do que acontece na natureza e ao seu redor. Diante disso, podem discutir suas observações pelo viés de explicações científicas, elaborar questionamentos, analisar sua relação com a natureza, a sociedade, a qualidade de vida, e comparar com os outros tipos de conhecimentos já presentes em suas ideias prévias (MARQUEZ, IZQUIERDO, ESPINET, 2003).

Entende-se, portanto, que ao se tratar o currículo de ciências priorizando o estudo de fenômenos naturais que ocorrem no espaço de vivência dos estudantes, como por exemplos, a chuva, as variações das marés, as ventanias, a emissão de luz entre outros temas, se cria oportunidades em potencial para aprendizado significativo como ponto de partida para que eles comecem a pensar na relação do homem com a natureza. O reconhecimento dos elementos da natureza e a correlação da ação do homem sobre eles contribuem para a formação de aspectos importantes na formação do indivíduo, assim, os fenômenos naturais pontuais devem ser verificados pelos estudantes para fazer com que elas identifiquem as relações com os fenômenos naturais do mundo (SANMARTI, 2014).

Baseado nessas discussões, acredita-se que o tema luz e suas propriedades é um conteúdo pouco abordado em salas de aulas de ciências nas séries iniciais das escolas brasileiras. A literatura relata uma maior incidência de abordagem deste tema presente no Ensino Médio (EM), e quando se trata da natureza da luz trabalhado no Ensino Fundamental, pesquisas divulgadas mostram que se resumem a exemplos utilizados no dia a dia dos estudantes que geralmente limitam-se a explicações no alcance do senso comum, utilizando pouco ou nada de conceitos físicos, químicos ou matemáticos. É neste

sentido que a questão norteadora desta investigação se configura no sentido de entender: *O que alunos do nível de Ensino Fundamental sabem sobre a luz que utilizam no seu cotidiano?* Ressalta-se que a curiosidade dos estudantes da faixa etária da fase regular deste nível de ensino (09 a 11 anos) é propulsante para as diversas formas de examinar e resolver situações problemas, e assim, favorece ao processo de alfabetização científica. Portanto, as atividades no ensino de ciências que estimulem indagações e interesses pelas explicações podem vir a ser fator de motivação para o trabalho tanto do professor como para o sucesso da apropriação de linguagem científica dos alunos.

4. Percurso metodológico

O presente trabalho seguiu a perspectiva da pesquisa qualitativa, uma vez que se direcionou para verificação da construção do conhecimento de estudantes do Ensino Fundamental, interessando-se pontualmente nas interpretações dos participantes sobre o conceito e utilidade da luz em seus cotidianos. Ressaltamos que o trabalho teve como objetivo central levar os alunos a pensarem e nos revelarem o que entendem sobre a luz como fenômenos da natureza em seu cotidiano. Sob essa ótica, os aspectos dos procedimentos técnicos da pesquisa qualitativa consideram a influência interpretativa de crenças e valores sobre uma teoria, sobre um método e sobre a interpretação de resultados. (GÜNTHER, 2010; LUDKE, ANDRÉ, 2015; STRAUS, CORBIN, 2008).

Neste sentido, a pesquisa adentra nos preceitos de um estudo de caso, com o objetivo de identificar indicadores de alfabetização científica (IAC) no processo de aprendizagem durante as aulas de ciências, promovidas em escolas da cidade de Codó/Maranhão. Ressalta-se que o município de Codó se encontra localizado ao leste do estado do Maranhão em uma área conhecida e denominada como região dos cocais maranhenses, por conta de suas características ambientais peculiares. A cidade possui população estimada para 2018 de 122.597 habitantes, segundo dados divulgados pelo Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O campo pontual da pesquisa constituiu-se por um grupo de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola situada na zona urbana da cidade de Codó-Maranhão.

Para coleta de dados, foi utilizado questionário semiestruturado para registro escrito e gráfico (desenhos) elaborados pelos sujeitos da pesquisa, aplicado em uma sequência didática sob a temática *luz e cotidiano*. Segundo GIL (2010) o questionário é um instrumento de investigação em que os sujeitos de pesquisa podem se expressar por meio de respostas abertas ou desenhos, sendo possível conhecer suas crenças e valores, opiniões, sentimentos e expectativas. Nessa ótica, a intenção do questionário desta pesquisa foi no sentido de verificar o processo de estruturação dos argumentos vindos das explicações dos estudantes a partir das ideias prévias sobre fenômenos da natureza, apontando indicadores de alfabetização científica (SASSERON, 2015). Ressalta-se que o tema luz no cotidiano foi escolhido por estar presente no rol de conteúdos dos programas curriculares dos alunos desse nível de ensino e ser normalmente trabalhado superficialmente. Pontualmente, intencionou-se verificar elementos, no tocante a indicadores de alfabetização científica em respostas que se direcionassem para abordagem de conceitos sobre conhecimento/uso e/ou sua função no cotidiano das pessoas.

Para análise dos dados e identificação IAC foi escolhida a técnica de extração dos significados explícitos e implícitos por análise de conteúdo das respostas apresentadas pelos estudantes, dando atenção as interações estabelecidas em situação de aprendizagem (BARDIN, 2002; FRANCO, 2008). A análise de conteúdo constitui-se em uma técnica prevista nos procedimentos de pesquisa qualitativa usada para retratar interpretativamente o conteúdo de todas variedades de documentos e textos, por retirada de unidades de significados dos conteúdos analisados (signos), estruturando uma descrição sistemática nos aspectos quanti e qualitativamente, levando a uma releitura das mensagens para além de uma leitura comum.

Portanto, a análise das respostas dos alunos seguiu-se por extração dos signos mais recorrentes que representassem as questões levantadas e estes foram agrupados em um sistema de categorias a partir de eixos de interesse de discussão e organizados em blocos de análise para verificação de presença de indicadores de alfabetização científica e a partir destes, buscou-se responder à questão de interesse desta pesquisa (SANMARTI, 2014; PIPETONE, 2012). Os blocos norteadores da análise dos dados basearam-se na perspectiva de temas que foram nomeados de: (i) Definição de luz; (ii) Importância da luz para o cotidiano. No quadro 01, demonstram-se os blocos criados nesta pesquisa e as perguntas que nortearam as respectivas discussões.

Quadro 1. Blocos de discussões propostos para a discussão do tema.

BLOCOS	I	II
TEMA DE DISCUSSÃO	Definição de luz: composição e fonte	Importância da luz para a vida
PERGUNTAS NORTEADORAS	O que é a luz? Faça um desenho justificando sua resposta.	Qual a importância da luz na vida das pessoas, dos animais e das plantas? Faça um desenho justificando sua resposta.

Fonte: autoras.

Como aporte para análise dos registros escritos dos alunos considerou-se a proposição de um dos eixos estruturantes das aulas de ciências para construção de AC, denominado por SASSERON (2015) como “*compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*”. Sob esta ótica, fez-se uso de cinco indicadores de alfabetização científica, para verificar quais habilidades estão mais desenvolvidas nos alunos do EF, a saber: (i) raciocínio lógico; (ii) raciocínio proporcional, (iii) justificativa, (iv) previsão, (v) explicação. Segundo as autoras o raciocínio lógico corresponde ao modo como as ideias são expandidas e está intimamente relacionada a forma de

sua exposição. Já para o raciocínio proporcional compreende-se a estrutura de organização do pensamento a partir de variáveis e interdependências demonstradas entre elas. A justificativa aparece quando o aluno usa uma afirmação assegurada em uma garantia para o que é proposto. Já a previsão é explicitada quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que decorre de alguns acontecimentos e, por fim, a explicação é advinda quando o aluno lança mão de informações e hipóteses já levantadas.

No que se refere aos registros gráficos, buscou-se considerar dois elementos como parâmetros para referência no encaminhamento da especificação dos indicadores de alfabetização científica, a saber: *cooperação* e *especialização* (MARQUEZ, IZQUIERDO, ESPINET, 2003). Estes elementos nortearam a verificação da interdependência entre as duas formas de comunicação proposto aos alunos, escrita e desenho, entendendo-se que o desenho é mais uma forma de comunicação para construção de significados e explicação de fenômenos em que os alunos ao refletirem sobre luz podem demonstrar suas ideias extraídas dos meios em que vivem e frutos de escola, por isso, pode-se identificar outros indicadores além dos que já foram mencionados. A categoria *cooperação* manifestou-se quando um desenho reitera o que já foi dito de forma escrita, sem nenhuma informação adicional, portanto, apresentando a mesma função. Já a categoria *especialização* concerne para a apresentação de informações adicionais não demonstradas na parte escrita, complementando e melhorando o discurso escrito.

5. Resultados e discussões

Os resultados serão apresentados em duas seções. A primeira delas trará a análise do conteúdo das respostas escritas dos alunos e a segunda concentrará na análise dos desenhos elaborados por estes. Partiremos da caracterização dos sujeitos que buscou identificar as principais peculiaridades dos personagens desta pesquisa.

5.1 Caracterização dos Sujeitos

A pesquisa foi realizada no período de março a dezembro de 2017, tendo como participantes 17 alunos com idade entre 09 e 10 anos de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental da cidade de Codó/ Maranhão. O tema *luz no cotidiano das pessoas* foi escolhido por que se tratar de um dos conteúdos que está presente no currículo da área de ciências e por muitas vezes trabalhados de forma superficial e pouco explorado, embora seja fenômeno diário na vida das pessoas.

Com o conhecimento e permissão da escola, os alunos-sujeitos desta pesquisa foram convidados a participar do trabalho, porém, ressalta-se que não houve nenhuma modificação na dinâmica de rotina de aulas dos alunos. Os dados desta pesquisa são oriundos de respostas de um questionário destinado a esses alunos contendo 03 questões, todas abertas, aplicadas após uma sequência didática desenvolvida em 12 aulas, com duração de 04 semanas, dentro da unidade didática denominada de “Terrestre: Produção do Ecossistema”. Pontua-se que os sujeitos desta pesquisa serão mencionados por letras do alfabeto português, seguidos de numeração por definição de grupo pelas análises.

Iniciou-se o trabalho apresentando a temática e lançando um questionamento-chave para as discussões intitulado de: *Luz é energia?* A metodologia aplicada para o início dos trabalhos foi por meio de discussões abertas e de uso de documentário como recurso audiovisual para que os alunos fossem incitados a refletirem sobre a temática de uma maneira geral. Ainda na primeira semana de trabalho foi discutido em sala de aula, as formas de energias para que os alunos compreendessem sobre a energia luminosa, energia no dia a dia e as transformações de energia. Nessa etapa, foi aplicada a primeira sessão de perguntas que corresponde ao primeiro bloco de análise. Na segunda semana de aula, solicitamos aos alunos que respondessem ao questionamento correspondente ao segundo bloco de análise e logo após abordamos os temas luz e visão, luz e sombras, energia térmica e calor. Na terceira e quarta semana,

os conteúdos trabalhados foram: efeitos do calor, condutores de calor, eletricidade e magnetismo e da mesma forma, iniciamos os trabalhos após os alunos terminarem a atividade proposta no segundo bloco de análise. Toda a sequência didática foi planejada pela equipe da pesquisa, com consentimento da professora da sala e sendo aplicada pela própria pesquisadora. Para este trabalho, foram analisados somente dados advindos das respostas escritas e gráfica dos alunos.

5.2 Análise dos Registros Escritos: Perguntas Norteadoras de Reflexão

Em relação à pergunta norteadora do bloco I e II para registro escrito, é importante esclarecer que a intenção principal destes blocos de análise foi verificar o nível argumentativo dos alunos presentes em suas informações pelas percepções sobre a luz utilizada no seu cotidiano associada à sua composição e funções. Tem-se ciência de que existem diferentes formas de se pensar sobre os fenômenos da natureza que estão presentes diariamente ao nosso redor e que alguns deles passam despercebidos por estarem naturalizados pelas pessoas e, portanto, não são fontes de questionamentos, como por exemplo, indagar-se do que é feito, ou ainda porquê do existir e/ou para quê existir. Esse panorama é corroborado por não se ter a cultura de associar o cotidiano e os fenômenos da natureza em aulas de ciências, conforme salienta muitas pesquisas da área de ensino de ciências.

Assim, verificou-se pela análise das respostas do bloco I – definição de luz: composição e fonte – que os alunos ao serem instigados para reflexão sobre a definição de luz e do que ela é feita, as suas respostas apontaram resultados em três direções, classificados em segmentos, a saber: (i) Luz com fonte natural sendo definida de “claridade” (48%), (ii) Luz com fonte artificial sendo nomeada de energia elétrica (10%), (iii) Respostas evasivas (42%). Os signos que remeteram a luz natural, os alunos e alunas explicaram que essa luz é uma espécie de “fenômeno” que gera uma “claridade”,

portanto é uma luz “*natural que tem como fonte a natureza*”, por que pode ser vinda do sol (22%) ou vinda de outros caminhos como por exemplo, razões de cunho religioso (26%). Já sobre a luz artificial, a definição dada pelos estudantes, um pouco menos comentada, porém, explica que essa luz “*ilumina*”, e que é uma fonte artificial advinda de tecnologia gerada pelo homem (10%).

É importante ressaltar que houve também uma quantidade significativa de respostas consideradas pela análise das autoras como evasivas no primeiro bloco de perguntas, tendo um percentual de 42%. Chamou-se de respostas evasivas aquelas que não fazem referência ou sentido significativo perante as perguntas feitas, ou seja, foram incoerentes ou distantes de entendimento mínimo e básico dos fenômenos investigados. Este fato nos remete a pensar que os alunos chegados no nível do ensino fundamental não são instigados a pensar criticamente sobre assuntos que envolvem ciências presente nos seus cotidianos, portanto, nunca tiveram reflexões sobre o tema em questão (e outros), mesmo tendo um leque de alternativas bem visíveis ao seu redor. Este é uma percepção preocupante, pois denota a falta de correção entre o que se estuda em ciências desde cedo e o conhecimento que se aplica no cotidiano do sujeito em formação.

Em relação ao segundo bloco II - a importância da luz para a vida - os alunos responderam ao questionamento fazendo referência a função da luz a partir da ideia apontada sobre a concepção de definição de luz (mostrada no primeiro bloco), e daí, organizaram seus discursos na direção dos segmentos luz natural e luz artificial. Dessa forma, foi detectado como signo mais recorrente citado por todos os alunos e toda as alunas que a luz natural que é a luz solar tem sua importância baseada na função de diferenciar o dia da noite (52%) e de possibilitar atividades como brincar (44%), enxergar (22%), estudar (16%), passear (10%), dar vida a plantas (8%). Já a Luz Artificial (luz elétrica) tem sua importância marcada por *ajudar o homem* (48%), ser uma necessidade do homem como motivo maior de sua existência e como a luz natural possibilita

as mesmas atividades exceto dar vida para plantas, pois essa seria exclusiva para luz natural.

Outros pontos marcantes que foram identificados nas citações dos estudantes é que eles e elas entendem que a energia elétrica foi feita pelo homem decorrente de estudos e de avanços científicos (12%) e que está presente em toda as casas e locais de convivência humana (89%). Nesse último ponto, 11% dos alunos indicaram que algumas residências não têm este tipo de energia, mas não souberam explicar o porquê. De uma maneira geral, não foi mencionado por nenhum aluno e nenhuma aluna a composição, origem e formas de recepção deste tipo de luz.

Compreendeu-se que a percepção de luz artificial dos alunos tem relação direta com a perspectiva da ciência, tecnologia e sociedade, uma vez que os registros escritos revelam a luz fazendo parte de um contexto autêntico e dinâmico como o homem numa inter-relação que mostra compreensão natural de mundo e a tecnologia aplicada ao meio social, portanto a função da luz elétrica ultrapassa a função de “iluminar/clarear” algum ambiente. Segundo CARMO (2017) viver em um ambiente onde não existem lâmpadas, portas, janelas e nada que dê acesso ao universo exterior, seria assim caracterizado como um lugar triste e obscuro. No que tange a construção social e científica do conhecimento dos estudantes sobre o conteúdo de luz, de uma maneira geral, entendeu-se que o discurso se trata de uma percepção ainda rasa e mais concentrada no senso comum.

Pontua-se ainda que os instrumentos/recursos didáticos utilizados na escola, como por exemplo, os livros de ciências das series iniciais definem de maneira geral que o sol é a principal fonte de energia da terra, além de fornecer luz e calor para o planeta. Segundo FRACALANZA, NETO (2006) os livros didáticos trabalham em seus textos e figuras questões importantes para a construção de conceitos e explicações sobre fenômenos naturais como formação de padrões climáticos, o aquecimento dos mares, a formação de correntes oceânicas e o movimento da atmosfera, logo, é compreensível o entendimento dos alunos ao associarem principalmente a luz

como algo que venha da natureza e que proporciona vida e benefícios aos seres vivos (animais, vegetais e seres humanos). A tabela 1 demonstra os indicadores sistematizados na interpretação dos argumentos contidos nas falas dos alunos.

5.2.1 Análise dos Desenhos Elaborados pelos Alunos e Correlação com o Discurso Escrito

No que diz respeito aos desenhos solicitados aos alunos buscou-se identificar as informações acrescidas às respostas para se ter um panorama mais completo da construção dos seus argumentos sobre o tema em questão, adotando dois tipos de relação entre os modos semióticos de discurso: a cooperação e a especialização (MÁRQUEZ, IZQUIERDO, ESPINET, 2003). Assim, nesta sessão analisar-se-á as respostas dos alunos fazendo alusão a forma de comunicação por desenhos, ou seja, além da resposta escrita, atentou-se para o quê as imagens estruturadas nos desenhos dos alunos adicionavam às suas respostas escritas, pelo viés da cooperação ou da especialização. Vários autores defendem o uso de variadas estratégias de ensino para auxiliar no processo de aprendizagem, incluindo nesse universo o uso de desenhos como esquema para clarificar ideias e/ou complementar entendimento sobre informações que se pretende apresentar, uma vez que fazer uso somente da escrita é mais efetivo quando os alunos já têm uma ideia organizada sobre o assunto em desenvolvimento (SANMARTI, 2014; MARQUEZ, IZQUIERDO, ESPINET, 2003).

O bloco I, que tratou da definição de luz, os resultados observados pelos desenhos dos alunos enquadraram-se nos mesmos segmentos de definição relatados no discurso escrito, referindo-se a luz natural e luz artificial, numa proporção de 94% e 64%, respectivamente. Em relação a luz natural, os desenhos apresentam-se integralmente no modo da categoria denominada de cooperação, uma vez que retratam unicamente o sol, como promotor da luz solar, conforme comentado no discurso escrito, não sendo acrescido nenhuma outra informação complementar (Figura 1).

No que se refere a luz artificial, alguns desenhos se apresentam nas duas categorias de análise, da seguinte forma: 58% cooperação, 17% especialização. No campo da especialização, assinala-se, por exemplo, os desenhos dos alunos A1, A2 e A3 que especializam os discursos propostos no texto escrito quando colocam nos desenhos os aparelhos domésticos em funcionamento, em ambientes definidos nas residências, ressaltando expressões de felicidade dos usuários e sendo utilizada mesmo na presença da luz natural (Figura 2). Ressalta-se ainda que, alguns alunos não se expressaram por meio de desenhos, ou seja, não apresentaram os desenhos solicitados, portanto não se encaixaram no contexto dessas discussões.

No que se refere ao Bloco II, os resultados obtidos pelas análises dos desenhos revelaram três

encaminhamentos nas respostas dos alunos em relação ao entendimento da importância da luz, inseridos nas mesmas categorias advindas dos registros escritos: luz natural e de luz artificial. Nesse sentido, subcategorizou-se os signos mais recorrentes em três grupos, conceituando-os por grupo A, grupo B e grupo C, em uma dimensão analítica denominada de *para quem é a importância da luz*. Sendo assim, 41% (7) dos desenhos fizeram menção a importância da luz para as atividades cotidianas do homem - Grupo A (figura 3), 36% (6) apontaram para a necessidade das plantas - Grupo B (figura 4) e 23% (4) direcionadas aos animais - Grupo C (figura 5). Para retratar as discussões, selecionamos os desenhos de 03 alunos, sendo um de cada grupo já referido, conforme mostra a figura 3.

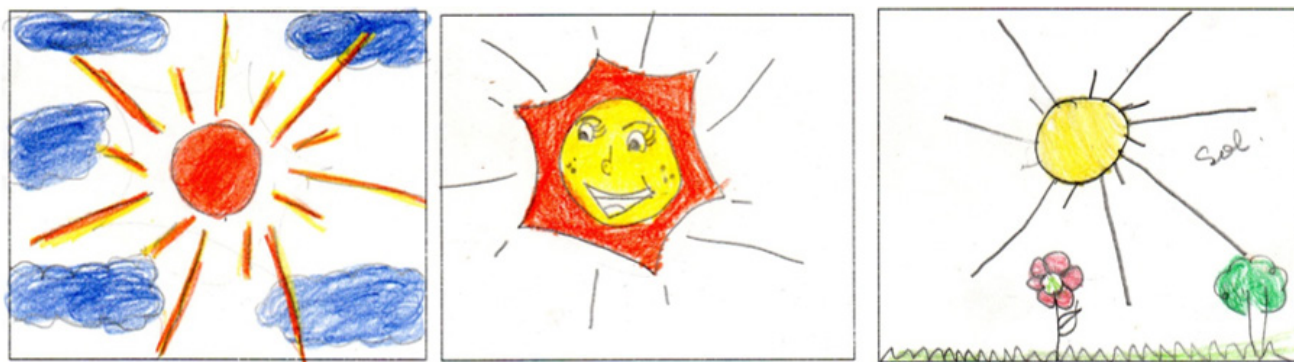


Figura 1. Desenhos dos alunos que representam o grupo 1 do Bloco I (desenhos que promovem o Sol como a única forma de luz natural).

Fonte: autoras.



Figura 2. Desenhos dos alunos que representam o grupo 2 do Bloco I (desenhos que relatam sobre a luz artificial na ou fora da presença da luz natural).

Fonte: autoras.

O grupo A que teve 41% dos desenhos com alusão ao homem, salientou proporção quantitativa relacionada as definições de luz da seguinte forma: natural (23%) e artificial (76%). Nos que se referem a luz natural, todos foram considerados como desenhos de cooperação uma vez que, assim como revelaram os registros escritos, a luz natural aparece no convívio com a natureza, nos momentos de lazer e para diferenciação entre o dia e noite. Já os que fizeram alusão a luz artificial, apenas dois desenhos especializaram as informações escritas, como no caso do desenho pertencente ao aluno A1 que representa essa importância da luz elétrica retratando as atividades diárias e o conforto proporcionada pela presença da luz. No registro deste aluno percebe-se a clara intensão de demonstrar a iluminação por energia artificial para usufruir de comodidade e dos aparatos tecnológicos de funções domésticas, como a iluminação de interior de casa, assistência a televisão e congelamento de alimentos.

Já no grupo B, pontua-se que não foi observado relato gráfico que remetesse a luz artificial, logo os desenhos centraram-se por retratar a importância da luz natural para a vida das plantas, representando 36% das citações dos alunos. O desenho do aluno B3, por exemplo, evidencia a luz solar atuando ou favorecendo no crescimento e desenvolvimento das árvores, flores e gramas. Entendeu-se que o aluno associou este fato pelos estudos já desenvolvidos em séries anteriores que assinalaram a intervenção da luz para crescimento e presença de tipos de vida, como a germinação da semente, por exemplo. Os detalhes presentes nesse desenho revelaram que o aluno foi

minucioso ao representar outros fatores ambientais favoráveis ao desenvolvimento das plantas para além da luz, como *água, solo e ar*, portanto, o aluno especializa o desenho somando à informação escrita. Os desenhos, de modo geral, podem ser considerados como uma descrição de inter-relação da natureza com elementos em que a luz promove vida e que compõem um ambiente agradável pela presença de outros seres vivos, como por exemplo, borboletas e pássaros. Em relação a proporção das categorias de análise, considerou-se que somente o desenho do aluno B3 foi considerado na categoria de especialização e os outros foram entendidos como de cooperação.

E por fim, o grupo C, que se configurou pelos desenhos que associaram a importância da luz aos animais, com 23% das menções gráficas. Percebeu-se que assim como no grupo B, os desenhos somente fizeram alusão a *luz natural* quando se referenciam a importância da luz para os animais. A análise revelou que todos desenhos se enquadraram na categoria de especialização, uma vez que os desenhos foram além do que os registros escritos detalharam sobre a luz natural para os animais. Dessas especificidades, a que ganhou destaque foi a que fez referência a alimentação dos animais sob a luz natural ou devido a presença da luz natural, ou seja, os alunos perceberam que a incidência da luz no cotidiano dos animais possibilita uma dinâmica na natureza que em consequência fornece alimentos aos animais através do consumo das plantas, que são elementos necessários à sua sobrevivência, como é representado pelo desenho do aluno C4.



Figura 3. Desenhos dos alunos que representam o grupo A.

Fonte: autoras.



Figura 4. Desenhos dos alunos que representam o grupo B.

Fonte: autoras.



Figura 5. Desenhos dos alunos que representam o grupo C.

Fonte: autoras.

Sobre a correlação entre as categorias de análise trabalhadas nas duas formas de registros dos alunos, *escrita* e *desenho*, a tabela 1 revela a observação que aflorou da perspectiva de busca de um olhar que relacionasse os indicadores de alfabetização científica constatados nos textos escritos e os utilizados para classificar os desenhos elaborados por eles sob a ótica de uma semiótica social (MARQUEZ, IZQUEIRDO, ESPINET, 2003). Nesse contexto, dentre os indicadores científicos identificados nos textos dos alunos, aquele denominado de *Explicação* foi o que mais se mostrou presente nos registros escritos dos alunos, com 29% de frequência nos textos dos estudantes, seguidos por *Previsão* (28%), *Raciocínio Lógico* (24%) e *Justificativa* (18%). Percebeu-se que os registros dos alunos seguiram, de uma maneira geral, uma mesma linha qualitativa, com pouca variação entre eles, em relação a profundidade e complexidade na estruturação dos textos e onde a

percepção cotidiana sobre luz caminhou mais no sentido do senso comum, com revelação do reconhecimento de necessidade de luz para a vida ou como artefato tecnológico usado pelo homem, mais sem citar a luz como feito pelo homem. Entendeu-se que o discurso carente em saberes científicos pode estar atrelado a pouca idade dos alunos e na falta de costume em expressar reflexões advindas de outros métodos de ensino de ciências, bem como a escassez de estímulos de discussão de cunho científico. SASSERON, CARVALHO (2010) perceberam em análise de textos dos alunos do Ensino fundamental - 1ª Etapa após uma sequência didática monitorada que os registros escritos dos alunos são ainda pouco desenvolvidos em seus argumentos, devido a idade e conseqüentemente pouca familiaridade com a língua escrita e assim, menos da metade dos textos analisados por elas, apresentou de dois ou três indicadores de alfabetização científica.

Ressalta-se que os dados analisados demonstraram que foi na parte de textos escritos dos alunos que se identificou o indicador de maior expressão – o de *Explicação*. Outro ponto a ser levado em consideração é que se constatou desenhos tanto na vertente *Cooperativa* (92%) como de *Especialização* (8%). Os demais grupos centraram-se somente na perspectiva de desenhos de cunho *Cooperativo*, como mostra a Tabela 1. A análise quantitativa demonstra que embora os desenhos construídos pelos alunos tenham apontado exemplificações e informações mais claras do pensamento deles sobre o assunto em questão, mas as informações classificadas como especializadas ainda são rasas quando se espera mais dados em uma outra forma de comunicação, ou seja, a comunicação gráfica complementa pontos que a linguagem escrita não alcança, só que não vai muito além do que o discurso escrito já antecipa.

Essa é uma questão que merece atenção quando se pensa que as formas de comunicação dos alunos retratam seus níveis argumentativos, e quando não se tem muita diferenciação entre elas, logo remete-se que os alunos podem não estar tendo nos seus processos educativos práticas reflexivas que ultrapassem a assimilação e reprodução mecânica de conceitos e suscitem criticidade sobre eventos naturais e, muito menos fazendo correlação com no momento de aquisição de conhecimento

científico. Lembrando ainda que o próprio conceito de alfabetização científica converge para uma busca de extração de significados para proveito dos conhecimentos científicos, extrapolando o costume das memorizações e reproduções de conceitos científicos, aleatórios e sem sentido para os alunos, entende-se que os alunos mostram potencial para assimilar conhecimentos, mas ainda não satisfazem os preceitos de inclusão em um processo de alfabetização científica propriamente dita.

6. Considerações finais

Tendo em vista que a intenção desta pesquisa foi fazer uma verificação panorâmica dos argumentos dos alunos advindos de suas ideias prévias e potencializados com estratégia didático pedagógica que ressaltem reflexões e discussões na sala de aula para identificação de indícios de alfabetização científica, defende-se que a aula de ciências, enquanto componente que tem a função de trabalhar a apropriação de conteúdo científico tem um rico campo de possibilidade de fazer com que os alunos de idades dentro da pré-adolescência adentrem num universo de estudos científicos com a identificação e interpretação do mesmo, aproximando a visão crítica do saber científico com os acontecimentos do dia a dia que envolvem ciência, tecnologia e sociedade.

Tabela 1. Relações dos indicadores de alfabetização científica presentes nas produções escritas e gráficas dos alunos.

Indicador de AC	Frequência do Indicador	Relação Escrita e Desenho	Citação dos textos analisados
Justificativa	18%	Cooperação (98%)	“É uma fonte de energia que Deus criou”. (Aluno B1)
Raciocínio Lógico	24%	Cooperação (100%)	“A luz serve para iluminar os lugares.... porque sem a luz nós ficaremos sem ver as coisas”. (Aluno R2)
Previsão	28%	Cooperação (70%)	“Sem a luz, as plantas não crescem e os animais ficam sem alimento”. (Aluno E1)
Explicação	29%	Cooperação (92%) e Especialização (8%)	“O Sol serve para clarear o dia e diferenciar dia de noite” (Aluno E1) “A luz é um <i>objeto</i> que serve para iluminar as coisas”. (Aluno P3)

Fonte: autoras.

Quando se propõe estudo sobre luz no cotidiano para aprendizes do 5º ano do Ensino Fundamental, não se espera que os alunos construam conceitos de alto grau de complexidade, ou criem intimidade com fórmulas e equações físicas de eletricidade ou ainda saibam identificar o fenômeno no seu contexto tecnológico, porém, saber discernir e organizar seus resultados com vistas para além do senso comum e fazer correlações com a sociedade a partir de observações analíticas são oportunidades que trabalham habilidades contribuirão para os estudos subsequentes. Nesse sentido, concorda-se com SANTOS, SCHNETZLER (2003) quando sugerem que o ensino de ciência deva ser aquele que se volte para “[...] uma organização conceitual centrada em temas sociais, pelo desenvolvimento de atitudes de julgamento, por uma concepção de ciências voltada o interesse social, visando compreender as implicações sociais do conhecimento científico”.

Diante disso, a análise da qualidade dos argumentos dos alunos baseado na metodologia proposta por SASSERON, CARVALHO (2010), tendo os indicadores de alfabetização científica em uma perspectiva de correlação entre duas perspectivas de comunicação: a escrita e a gráfica, podem além de ajudar no trabalho do professor na busca de seus objetivos de ensino, principalmente, levam o aluno a gerenciar suas formas de organizar a compreensão nas questões que envolvem ciência e o mundo que o cercam. SASSERON, CARVALHO (2010) afirmam que a utilização dessas duas formas de discurso no trabalho de desenvolvimento de argumentação científica com alunos que ainda não sabem expor suas ideias por outras formas de comunicação, atuam como forma de auxiliar na exposição e compreensão dos significados reforçando e complementando o entendimento sobre os enunciados.

Os resultados mostraram que os alunos identificaram e diferenciam os tipos de luz que eles convivem e estão presente nos seu dia a dia, e por isso entendem que sem a luz natural e/ou artificial não há ser vivo, justificando-as, principalmente pela identificação das relações mútuas entre a luz natural como a luz artificial com os seres vivos que, direta

ou indiretamente, é necessária para sobreviverem. Ressalta-se que as ideias argumentadas pelos alunos, mostrou-se pela proximidade das porcentagens dos indicadores de alfabetização científica, a *explicação* (29%) e *previsão* (28%) que as estruturas de diálogo deles podem ter um potencial a ser desenvolvido, sabendo-se fazer de forma eficiente a aproximação com os saberes e habilidades peculiares do universo científico.

Desta maneira, suscitar discussões sobre o trato do desenvolvimento argumentativo dentro de sala de aula por meio de ações que trabalhem com os alunos elementos que associam fenômenos naturais e/ou científicos com aqueles que estão presentes no cotidiano das pessoas e estimular as várias forma de comunicação podem promover estudos sobre o desenvolvimento intelectual dos estudantes, além do que pesquisas desenvolvidas nessa área podem auxiliar o professor de ciências a direcionar seus trabalhos docentes no sentido de melhorias em metodologias do ensino de ciências desde as series iniciais.

7. Referências Bibliográficas

- ALEGRO, A.C.R. Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no Ensino Médio. **Antíteses**, Londrina, v. 1, n. 2, pp. 539-541. Jul.-dez. de 2008.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70. Lisboa: Portugal. 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução e Ciências Naturais**. MEC/SEF. Brasília: Brasil. 1997.
- BRUM, P.W.; SCHUHMACHER, E. O tema solo no Ensino Fundamental: Concepções Alternativas dos estudantes sobre as implicações de Sustentabilidade. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 9, n. 1, pp 50-61, 2014.
- CARLETTI, M.R.; LORENZETTI, L.; VIECHENESKI, J. P. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de Pesquisa em Educação**, Blumenau, v. 7, n. 3, pp. 853-876, 2012.

- CARLOS, E.J.; SANTANA, M.F. Regularidades e Dispersões no Discurso da Aprendizagem Significativa em David Ausubel e Paulo Freire. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 3, pp. 12-22. 2013.
- CARMO, J.F. Iluminação natural e iluminação artificial nos interiores residenciais. **Revista Especialize On-line**, Goiânia, v. 1, n. 14, pp 1-16, dezembro 2017.
- CHAGAS, J.J.T.; SOVIERZOSKI, H.H. Um diálogo sobre aprendizagem significativa, conhecimento prévio e ensino de ciências. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 4, pp. 37-52, 2014.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, pp.89-100, jan-abr de 2003.
- COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 46, n. 5, pp 1-8, junho de 2008.
- FERRACIOLI, L. Aspectos da Construção do Conhecimento e da Aprendizagem na Obra de Piaget. **Cad. Cat. Ens. Fís**, Florianópolis, v. 16, n. 2, pp. 180-194, ago de 1999.
- FRACALANZA, H.; NETO, J.M. **O livro Didático de Ciências no Brasil**. Komedi. Campinas: Brasil. 2006.
- FRANCO, M.L.P.B. **Análise de Conteúdo**. 3. ed. Líber Livro. Brasília: Brasil. 2008.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas. São Paulo: Brasil. 2010.
- GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa versus Pesquisa Quantitativa: Esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, pp. 201-210. Mai-Ago 2006.
- HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e Mudança na Educação – Os projetos de trabalho**. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 1998.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. EPU. São Paulo: Brasil. 1986.
- MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: El ciclo del agua. **Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 21, n. 3, 371-386, 2003.
- MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Editora da Universidade de Brasília. Brasília: Brasil. 2006.
- MOTA, M.S.G.; PEREIRA, F.E.L. **Desenvolvimento e Aprendizagem: Processo de Construção do Conhecimento e Desenvolvimento Mental do Indivíduo**, 2002. Curso de Especialização em Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao Ensino Médio na Modalidade EJA. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/tcc_desenvolvimento.pdf>.
- PIPITONE, M.C. **Visión del profesorado sobre la implementación de una nueva asignatura: ciencias para el mundo contemporáneo**. 340f. Tese de Doutorado. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universidade Autònoma de Barcelona. Bellaterra, dezembro, 2012.
- ROSA, C.W.; PEREZ, C.A.S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, pp. 7-25. 2007.
- SANMARTÍ, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Síntesis Educación. Madrid: España. 2014. 384 pp.
- SANTOS, W.L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, pp 574-492, set-dez 2007.
- SANTOS, W.; SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3a. ed. Ed. Unijuí. Ijuí: Brasil. 2003.
- SASSERON, L.H. Alfabetização Científica, Ensino por investigação e argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, pp. 49-67. Novembro, 2015.

- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, pp. 333-352. 2008.
- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M. Escrita e Desenho: Análise de registros elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ciências **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, vol. 10, n. 2, 2010.
- SOBRAL, A.C.M.B.; TEIXEIRA, F.M. **Conhecimentos Prévios: Investigando como são utilizados pelos professores de Ciências das Séries Iniciais do Ensino Fundamental**. In: Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- ENPEC, Florianópolis, v. 1, pp. 1-11. 2007.
- STRAUS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. Tradução DE OLIVEIRA DA ROCHA, L. 2a. ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2008.
- VITORASSO, M.E.K. **Conhecimentos Prévios: Concepções de dois professores de uma escola particular da cidade de São Paulo**. 49f. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Monografia - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.
- WERNECK, V.R. Sobre o processo de construção do conhecimento: O papel do ensino e da pesquisa. **Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 51, pp. 173-196. Abr.-jun. 2006.



ANÁLISIS DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO ELABORADOS POR FUTUROS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES

ANALYSIS OF PRACTICAL LABORATORY WORKS PREPARED BY FUTURE TEACHERS OF NATURAL SCIENCES

ANÁLISE DE TRABALHO PRÁTICO DE LABORATÓRIO PREPARADO POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS NATURAIS

Erica Gabriela Zorrilla^{*}, Laura Morales^{}, Claudia Alejandra Mazzitelli^{***},
Adela del Carmen Olivera^{****}**

Cómo citar este artículo: Zorrilla, E.G., Morales, L., Mazzitelli, C.A. y Olivera, A.C. (2019). Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de Ciencias Naturales.. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 286-302. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13750>

Resumen

Este artículo aborda el estudio sobre los Trabajos Prácticos de Laboratorio elaborados por un grupo de futuros docentes en Física y en Química de la provincia de San Juan, en la República Argentina. El objetivo consiste en analizar las propuestas presentadas por estos estudiantes en el marco de un taller extracurricular. Este taller fue desarrollado para identificar fortalezas y debilidades a fin de proponer acciones para el mejoramiento del futuro desempeño docente. Analizamos los protocolos propuestos, basándonos en categorías previamente diseñadas. Los resultados obtenidos evidencian distintos elementos que podrían resultar facilitadores u obstaculizadores del desempeño exitoso en la futura práctica docente en Ciencias Naturales. Entre los elementos facilitadores, encontramos la presencia de situaciones contextualizadas y la adecuación al nivel escolar de los alumnos.

Recibido: 09 de agosto de 2018; aprobado: 20 de noviembre de 2018

* Profesora en Física. Doctora en Ciencias de la Educación, adscrita al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: ericagabriela@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6460-3319>

** Profesora de Enseñanza Media y Superior en Química. Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: lauramoraes68@hotmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9508-5064>

*** Profesora de Enseñanza Media y Superior en Física. Doctora en Ciencias de la Educación, adscrita al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: mazzitel@ffha.unsj.edu.ar – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1199-4843>

**** Profesora de Enseñanza Media y Superior en Química Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: ericagabriela@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7212-6727>

Mientras entre los elementos obstaculizadores se destaca la ausencia de actividades que medien el tránsito de las observaciones a las interpretaciones. Por todo esto, sería recomendable formar a los futuros docentes en la revisión de sus diseños experimentales, de modo que consideren las observaciones, incorporen análisis que conduzcan a interpretaciones, y finalmente, propongan actividades tendientes a movilizar estos nuevos aprendizajes para aplicar en el análisis y resolución de situaciones cotidianas.

Palabras clave: experiencias de laboratorio, formación de profesores, física, química.

Abstract

This work aims to study on practical laboratory works elaborated by a group of future teachers in physics and chemistry, at the province of San Juan in the Argentine. The objective was to analyze the proposals presented by students in the framework of an extracurricular workshop. We identify strengths and weaknesses, in order to propose actions for the improvement of future teaching performance. We analyze protocols based on previously established categories. Results show different elements that could be facilitators or impediments to the successful performance in the future teaching practice on Natural Sciences. Among facilitator elements, we found the presence of contextualized situations, and the adaptation to the school level of the students. Meanwhile, among the obstacles, can be mentioned the absence of activities that promote progress from observations to interpretations. For all of this, it would be advisable to train future teachers in the revision of their experimental designs, looking to consider observations, incorporate analyzes that lead to interpretations, and finally, propose activities to mobilize these new learnings to apply in the analysis and resolution of everyday situations.

Keywords: laboratory experiments, teacher training, physics, chemistry.

Resumo

Este artigo trata do estudo de trabalhos práticos de laboratorio desenvolvido por um grupo de futuros professores de Física e Química da província de San Juan, na Argentina. Se propoe a analisar suas propostas no âmbito de uma oficina extracurricular sobre a formação de professores, desenvolvida para identificar pontos fortes e fracos, a fim de elaborar propostas para a melhora da atuação docente. Os resultados mostram diferentes elementos que poderiam ser facilitadores ou impeditivos do desempenho bem sucedido na futura prática docente em Ciências Naturais. Entre os elementos facilitadores, encontramos a presença de situações contextualizadas e a adaptação ao nível escolar dos alunos. Entretanto, entre os obstáculos está a ausência de atividades que facilitem o trânsito de observações para interpretações. Por tudo isso, seria aconselhável educar os

futuros profesores para rever seus projetos experimentais, de modo a orientar o uso de observações, incorporar análises que levam a interpretações e, finalmente, propor atividades para mobilizar estas novas aprendizagens na análise e resolução de situações cotidianas.

Palavras chaves: experiências laboratoriais, formação de professores, física, química.



Introducción

Una de las características que se destaca de las Ciencias Naturales es su carácter experimental, y, vinculado a esta, la necesidad de que en las propuestas en las aulas interactúen teoría y práctica. Esta interacción puede lograrse a través de la implementación de trabajos prácticos de laboratorio (TPL). La línea de investigación acerca de los TPL en el ámbito educativo ha venido configurándose desde hace un tiempo como un área de alta proyección en la investigación didáctica, siendo un campo fundamental de apoyo para la enseñanza de las Ciencias Naturales (FRANCO MORENO, VELASCO VÁSQUEZ, RIVEROS TORO, 2017).

Sin embargo, más allá del avance en las investigaciones en enseñanza de las Ciencias Naturales, en la realidad del aula la forma de trabajo en el laboratorio no parecería haberse modificado de manera sustancial, ya que gran cantidad de los TPL resultan, al menos, confusos en cuanto a sus aportes a la enseñanza y al aprendizaje (HODSON, 2005; FERNÁNDEZ, AMÓRTEGUI, 2017).

El estudio de los TPL cobra especial importancia en el caso particular de la formación de docentes de Ciencias Naturales, ya que se vuelve necesario fortalecer los distintos aspectos que la constituyen, incluyendo la formación experimental. Por esta razón, el propósito de este trabajo es avanzar en el estudio de los TPL en la formación docente inicial y su incidencia en la enseñanza de las Ciencias Naturales y el aprendizaje de estas disciplinas.

1. Marco teórico

Como ya se mencionó, la enseñanza de las Ciencias Naturales, debido a las características de estas disciplinas, se ha desarrollado tradicionalmente de manera teórico-práctica (CHINCHILLA BUELVAS, 2017). Existen múltiples investigaciones realizadas en esta área (BARBERÁ, VALDÉS, 1996; CAAMAÑO, 2004; PÉREZ, ALEIXANDRE, 2015; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, CRUJEIRAS PÉREZ, 2016; entre otras), que acuerdan sobre la importancia de las actividades

de laboratorio para la educación en Ciencias Naturales, ya que proporcionan la oportunidad de que los estudiantes desarrollen distintas competencias científicas básicas y herramientas como pensamiento crítico, observación, construcción de hipótesis y análisis de resultados.

Una de las tendencias en la enseñanza de las Ciencias Naturales considera que es necesario atender no solo al aprendizaje de conocimientos conceptuales sino también de aquellos relacionados con los procesos de la ciencia, la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, y la formación en valores y actitudes (KAUDERER, 1999; ACEVEDO DÍAZ, 2004), que conduzcan al alumno a reflexionar, entre otras cosas, acerca de los fenómenos y los problemas ambientales que afectan a la salud y al entorno (OSORIO, 2002). Al respecto LATOUR (1983) señala que es necesaria una traducción de los intereses y necesidades de la gente ajena a los experimentos al lenguaje de la ciencia, a fin de ganar su interés y atención. Es decir, es pertinente evidenciar la conexión entre la ciencia y la vida cotidiana, la ciencia como respuesta a las problemáticas cotidianas. De esta manera lograremos un estudiante científicamente alfabetizado que podrá interactuar responsablemente con el medio (SUÁREZ ARROYO, 2005).

Entre las alternativas que favorecen el desarrollo del aprendizaje del conocimiento científico se encuentran aquellas que combinan la enseñanza de las ciencias como producto y como proceso en forma integrada. La visión acerca de la ciencia como producto considera a las Ciencias Naturales como un conjunto de hechos y explicaciones científicas integradas en leyes y teorías que se emplean para entender los fenómenos de la naturaleza. La ciencia entendida como proceso, en cambio, reviste el interés de conocer cómo se produjeron los conocimientos científicos, en qué evidencias se sustentan; tiene que ver con el aspecto metodológico; hace referencia a un conjunto de procedimientos manuales e intelectuales como la observación, la formulación de hipótesis, las predicciones, el diseño de experiencias y la experimentación, el análisis

de resultados, la propuesta de explicaciones, la interpretación en base a textos científicos, entre otros (GELLON *et al.*, 2005; ADÚRIZ BRAVO, 2008; FURMAN, 2006).

Teniendo en cuenta la investigación en educación en Ciencias Naturales principalmente la relacionada con el trabajo experimental en el aula, resulta indudable que todo cambio significativo que apunte a una mejora en los TPL facilitará al estudiante la comprensión de los aspectos tanto teóricos como aplicados de las Ciencias Naturales (SARMIENTO *et al.*, 2017).

Sin embargo, a pesar de que los TPL pueden ayudar a comprender mejor algunos contenidos conceptuales y procedimentales, no se debe pensar que basta con implementarlos para mejorar el aprendizaje (VALENCIA, TORRES, 2017), ya que por distintos factores, no siempre se aprovecha todo el potencial de estas prácticas, y quedan limitadas a *prácticas receta*, donde no se promueve la emisión de hipótesis o el análisis cualitativo de datos, y se reduce a la obtención de resultados preestablecidos para la realización del posterior informe y la verificación de la teoría ya presentada. Además, muy a menudo, los estudiantes no encuentran la relación entre estas prácticas y el desarrollo de los contenidos teóricos a los cuales refiere (ZORRILLA, 2019). La conjunción de estas situaciones no solo dificulta el aprendizaje de los contenidos involucrados en los TPL, sino que también obstaculiza la posibilidad de que los estudiantes desarrollen las habilidades para proponer soluciones a problemas que puedan presentarse en el futuro (SANJUÁN MOLTÓ *et al.*, 2017). En definitiva, no contribuyen con la transferencia y vinculación de los aspectos analizados en el TPL, a futuras situaciones problemáticas.

Según JIMÉNEZ VALVERDE, LLOBERA JIMÉNEZ, LLITJÓSVIZA (2005), estas *prácticas recetas* presentan bajos niveles de apertura, los cuales se relacionan con la proporción en la que el docente explicita:

- los problemas,
- las maneras y medios para afrontar ese problema,
- la respuesta a esos problemas.

Cabe destacar que las prácticas cerradas, de bajo nivel de apertura, requieren poco esfuerzo por parte de los estudiantes, por lo que solo permiten desarrollar procesos cognitivos de bajo orden, como conocimiento, comprensión y aplicación (PRIESTLEY, 1997, citado por JIMÉNEZ VALVERDE, LLOBERA JIMÉNEZ, LLITJÓSVIZA, 2006), limitando las posibilidades de desarrollo de los procesos cognitivos más complejos. Por otro lado, prácticas experimentales que presenten mayores niveles de apertura estarán menos pautadas que las anteriormente mencionadas y demandarán a los estudiantes una participación mucho mayor a la hora de realizar el trabajo experimental (DOMIN 1999; FLORES, CABALLERO, MOREIRA, 2009). Estos TPL favorecen el desarrollo de procesos cognitivos más complejos, como análisis, síntesis y evaluación.

De esta manera, los TPL con mayores niveles de apertura, resultan beneficiosos para el aprendizaje y el desarrollo de la concepción de ciencia y del proceso de construcción del conocimiento científico en los estudiantes.

2. Metodología

Desarrollamos este estudio desde un enfoque cualitativo con el objetivo de conocer la formación alcanzada por estudiantes de carreras de formación docente en Ciencias Naturales durante el proceso inicial, a fin de identificar fortalezas y debilidades para proponer acciones para el mejoramiento del futuro desempeño docente.

La muestra con la que trabajamos se encuentra constituida por cuatro estudiantes de los profesoradores en Física y en Química, de la Universidad Nacional de San Juan, que participaron en un taller extracurricular realizado con el objetivo antes mencionado, en el cual se abordaban distintos contenidos, entre ellos el uso de los TPL (MAZZITELLI *et al.*, 2017). El requisito para participar del taller extracurricular fue que los estudiantes hubieran cursado más del 70 % de las materias correspondientes al plan de estudio de sus respectivas carreras. Los alumnos que integraron la muestra del estudio presentado en este artículo fueron los que llegaron a

las instancias finales de dicho taller, y presentaron la evaluación requerida para su aprobación.

En este punto conviene detallar las instancias desarrolladas durante el taller en relación con el trabajo experimental. Se llevaron a cabo dos instancias, en una de ellas se trabajó sobre los distintos niveles de apertura que se pueden tener en cuenta a la hora de desarrollar un TPL. Posteriormente se les entregó un protocolo y se les solicitó que identificaran su nivel de apertura y que lo reelaboraran a fin de modificarlo a otros niveles de apertura, adaptándolo según las características de diferentes grupos de alumnos. En la otra instancia se trabajó en el laboratorio el desarrollo de un TPL y la elaboración de su informe, además, la actividad se analizó de forma conjunta y reflexiva.

Como ya se mencionó, al finalizar el taller los estudiantes debieron formular una evaluación que consistió en la elaboración de una propuesta didáctica destinada a alumnos de secundaria, que debía incluir actividades de lectura y trabajo experimental, de un tema de Física o Química a elección de los estudiantes. En este artículo, solo se analizan los protocolos experimentales propuestos, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- *Adecuación al nivel escolar*: analizando el grado de apertura del TPL en función de los sujetos para los cuales se pensó la propuesta.
- *Contenidos procedimentales*: teniendo en cuenta cuáles de ellos se favorecen con las actividades.
- *Elementos de seguridad*: identificamos la existencia o ausencia de precauciones relacionadas con la seguridad en el trabajo en el laboratorio.
- *Observación y/o interpretación*: se analizó si se favorecían o no, en cada una de las actividades experimentales presentadas.
- *Análisis de los datos*: se identificaron las actividades de análisis de los datos propuestos y se clasificaron según si se trataba de actividades cuantitativas o cualitativas.
- *Vinculación con situaciones de la vida cotidiana*: se identificó si se proponían vinculaciones y también cómo se trabajaban.

- *Vinculación del TPL con el resto de la evaluación del taller*: se analizó si el protocolo se complementaba con el resto de las actividades desarrolladas en la propuesta, así como también qué papel cumplía el TPL propuesto en la enseñanza y en el aprendizaje de los contenidos abordados.
- *Vinculación entre los objetivos del TPL y las actividades propuestas*: en caso de que dichos objetivos se encontraban explícitos o podían inferirse de manera sencilla.

Cabe mencionar que los aspectos mencionados se seleccionaron teniendo en cuenta investigaciones previamente desarrolladas (ZORRILLA, MAZZITELLI, 2016; ZORRILLA, 2019), así como también las características comunes de los protocolos analizados.

Para el análisis de los datos, inicialmente se realizó una descripción general de cada TPL, con el fin de tener en cuenta la secuenciación de actividades propuesta por los estudiantes. A continuación, se analizaron las actividades presentes en cada uno de estos protocolos, a partir de los criterios anteriormente señalados. Por último, se destacaron elementos comunes y particularidades de cada TPL, para poder señalar cuáles de estos elementos resultaban favorecedores u obstaculizadores de la futura práctica docente en Ciencias Naturales, en relación con el trabajo experimental.

3. Resultados

A continuación se presenta el análisis para cada uno de los TPL elaborados por los estudiantes, atendiendo a los aspectos señalados:

a. Protocolo 1: Transmisión del calor

Está compuesto por tres experiencias que deben realizarse para obtener una conclusión acerca de las mismas. Hay una pregunta inicial que es común a las tres experiencias (figura 1), para que luego de su desarrollo se pueda arribar una conclusión en común (figura 2). En cada una de estas experiencias se detallan los materiales necesarios para llevarlas a cabo, y una sección de

procedimientos, que incluye también preguntas sobre las actividades realizadas, interpretaciones y relaciones con la vida cotidiana.

La propuesta es adecuada para tercer año del ciclo básico de una escuela técnica, tal como lo propone la estudiante. En el desarrollo del protocolo no se especifican objetivos. De todas formas, las experiencias planteadas sí se encuentran vinculadas al tema seleccionado.

Los procedimientos que predominan en las actividades propuestas son la observación e interpretación. Si bien los contenidos son adecuados para el nivel propuesto, no hay un escalonamiento de las demandas cognitivas requeridas para los estudiantes, ya que luego de la observación se encuentra la fundamentación de interpretaciones realizadas, sin incluir una guía, dejando libre a los estudiantes la decisión de qué se observa y qué se interpreta.

Las tres actividades experimentales presentan relación con la pregunta inicial y la mayoría de los análisis son de tipo cualitativo, cuya intención sería identificar las diferentes formas de propagación del calor, que a su vez es el eje de las actividades trabajadas en relación con la lectura. De esta manera hay una inserción del TPL en el marco de la propuesta general, aunque en el protocolo no hay una referencia explícita a dichas actividades previas.

También se destaca que la vinculación con situaciones de la vida cotidiana se presenta para cada una de las experiencias propuestas en el TPL, aunque estas vinculaciones parecen formar parte de la interpretación de los fenómenos.

Por último, no hay ninguna mención a elementos de higiene o seguridad en el laboratorio.

Tema: "Propagación del calor"

¿Qué forma de propagación del calor observamos?

EXPERIENCIA 1

- Materiales:
- Una varilla de hierro
 - Un mechero o vela
 - Una pinza
 - Algunos trozos de parafina (vela)

Procedimiento:

1. Coloque los trozos de parafina pinchándolo en un extremo de la varilla metálica.
2. Tome la varilla con la pinza en el centro y acérquelo al mechero para calentar el otro extremo (opuesto al del punto anterior).
3. ¿Qué observa? Explique.
4. Si se utilizara una varilla de otro material, como madera, ¿sucedería lo mismo?
5. ¿Por qué algunos materiales son buenos conductores del calor y otros no? ¿De qué depende esta propiedad? Explique.
6. Piense:
 - Para mantener caliente un plato de sopa ¿conviene servirla en un plato de loza o en uno de metal?
 - ¿Por qué un termo conserva la temperatura? ¿Con qué materiales está formado?

Figura 1. Introducción y experiencia 1 del TPL sobre transmisión del calor.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo observado en cada experiencia, ¿cómo se transmite el calor en cada una de ellas?

Figura 2. Sección final del TPL sobre transmisión del calor.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

b. Protocolo 2: Reacciones redox

El TPL sobre reacciones redox presenta dos objetivos: el primero de ellos resulta un poco confuso, ya que daría a entender que la comprensión del fenómeno se realizará a través de un método que está destinado al balance de ecuaciones redox (figura 3). Este objetivo no se logra porque las actividades tienden a favorecer la comprensión del fenómeno, sin el uso del ajuste de la ecuación. En cuanto al segundo objetivo, a lo largo del protocolo se trabaja con tendencia a que este se alcance, debido a la cantidad de procedimientos propuestos.

Practica de Laboratorio

Tema: Reacciones Redox

Objetivos

- Comprender el fenómeno de óxido-reducción mediante la interpretación de ecuaciones químicas utilizando el método del número de oxidación.
- Manipular adecuadamente el material de vidrio e instrumental de laboratorio, como así también el manejo de sustancias químicas.

Figura 3. Sección introductoria del TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

La propuesta es adecuada para quinto año del ciclo orientado, tal como lo propone la estudiante. En este punto debe destacarse que el ciclo se presupone orientado en Ciencias Naturales y no en otra de las posibles modalidades.

Hay referencias a precauciones relacionadas con la seguridad, ya que en la sección de prelaboratorio se pide investigar (entre otras características) el nivel de toxicidad de algunos de los reactivos que van a utilizarse luego (figura 4). En algunos casos se explicitan precauciones antes de la descripción de la experiencia.

Las actividades de lectura y de laboratorio presentan el mismo tema en común, y se encuentran articuladas entre sí (figura 4). De esta manera, se

favorece la inserción de las actividades experimentales con el resto de las actividades propuestas.

En general, el protocolo no explicita qué deben observar los alumnos, como tampoco el registro de datos solicitado, aunque en dos experiencias, de las cinco propuestas, adelanta lo que se observará antes de la realización de la experiencia y del registro de observaciones (figura 5).

Se incluye un comentario previo del uso de la reacción que van a experimentar en una situación cotidiana, adelantando la interpretación (figura 5), pero no incluye preguntas que lleven al alumno a relacionar el fenómeno observado con fenómenos del entorno para construir su aprendizaje vinculado al análisis de situaciones de la vida cotidiana. En este sentido, si bien el TPL se contextualiza, no favorece la transferencia. Cabe destacar que en ningún caso las actividades conducen o favorecen la realización de análisis de los datos, ni cualitativo, ni cuantitativo.

Al final del protocolo, como actividad de poslaboratorio se propone la vinculación de las experiencias realizadas con contenidos teóricos, que permiten la traducción del fenómeno observado al lenguaje simbólico propio de la Química (figura 6). En cuanto a los contenidos procedimentales, el TPL favorece claramente la experimentación, ya que presenta procedimientos específicos de preparación de soluciones y la observación de fenómenos. Para algunas de las preguntas que se plantean, los alumnos podrían sacar respuestas de un libro, sin la necesidad de atender a las observaciones realizadas en el desarrollo de las experiencias (figura 6).

c. Protocolo 3: Polímeros

El TPL sobre polímeros no presenta detallados los objetivos. Sin embargo, se pide la confección de dichos objetivos por parte de los estudiantes posteriormente a la realización de las actividades experimentales (figura 7). Este protocolo, parecería adecuado para el nivel propuesto, quinto año del Ciclo Orientado en Ciencias Naturales y se encuentra distribuido en tres grandes secciones: actividades de prelaboratorio, laboratorio y poslaboratorio.

Actividades de pre-laboratorio

- 1) Investigue y describa las utilidades del peróxido de hidrógeno y la lavandina.
- 2) Realice el/los cálculo(s) correspondiente(s) para preparar:
 - 100 mL de una solución de yoduro de potasio 0,3 M
 - 25 mL de una solución de ferrocianuro potásico 0,5 M
- 3) Realice las fichas técnicas de los reactivos a utilizar en la práctica de laboratorio teniendo en cuenta:
 - Nombre comercial:
 - Nombre sistemático (IUPAC):
 - Sinónimos:
 - Fórmula química:
 - Peso molecular:
 - Grado de conservación:
 - Porcentaje de pureza:
 - Nivel de toxicidad:
 - Usos:
 - Efectos para la salud
- 4) Realice una lectura comprensiva del texto adjunto, **¿Cómo balancear las ecuaciones redox?**, que será de mucha utilidad en la realización del practico de laboratorio

Figura 4. Actividades de prelaboratorio del TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Ensayo N°5: "Restaurando con agua oxigenada"

Los pigmentos blancos de las pinturas usados antiguamente contenían compuestos de Pb. Al existir H_2S como gas contaminante en la atmósfera aunque sea en pequeñas cantidades, éste reacciona con el Pb formando Pb S que es negro por lo que las pinturas se oscurecen. Tratando las zonas oscurecidas con H_2O_2 se puede recuperar el color blanco original.

Materiales:

- Vidrio de reloj
- Espátula
- Pipetas

Reactivos:

- Sulfuro plumboso
- Peróxido de hidrógeno 110 volúmenes (30% en masa).
- Sulfato plumboso

Procedimiento:

- 1) Coloque en un vidrio de reloj una pequeña cantidad de PbS
- 2) Agregue con la ayuda de una pipeta 3mL de H_2O_2
- 3) Observe cómo se produce la reacción inmediatamente, al cabo de un cierto tiempo se observa una sustancia blanca que es el $PbSO_4$ obtenido.
- 4) Registre las observaciones.

Figura 5. Ensayo 5 del TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

1) Las reacciones de oxidación-reducción (o reacciones redox), se encuentran presentes en diversas situaciones de la vida cotidiana y en muchos casos son útiles para el avance de la tecnología. A continuación, se presenta una lista con diferentes hechos en donde están involucradas las reacciones redox; elija uno de ellos y desarrolle el tema de manera detallada, mostrando la(s) reacción(es) redox implicadas.

- a) Composición y funcionamiento de un alcoholímetro.
- b) Composición y funcionamiento de baterías de ion litio.
- c) Corrosión del hierro.
- d) Empleo de oxidantes para el blanqueamiento de dientes.
- e) Extracción del oro en las minas con el empleo de cianuro.

2) Complete el siguiente cuadro.

Ensayo	Reacción producida	Semi-reacciones	Reacción balanceada	Observaciones
Ensayo N°1 "La pasta dental para elefante"				
Ensayo N°2 "El volcán redox"				
Ensayo N°3 "Oxidando con lavandina"				
Ensayo N°4 "Reacciones redox y multas de tráfico"				
Ensayo N°5 "Restaurando con agua oxigenada"				
Ensayo N°6 "Papel atrapa electrones"				

Figura 6. Actividades de poslaboratorio correspondientes al TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Actividades de pos-laboratorio:

1. Elabore un informe en el que incluya:
 - a. La resolución de las actividades de pre-laboratorio.
 - b. Los objetivos de cada experimento y, si es posible, de cada experiencia.
 - c. Las observaciones realizadas para cada experiencia.
 - d. La resolución de las actividades y cuestionarios propuestos para el análisis de cada experiencia.
 - e. Una conclusión que relate, teniendo en cuenta el análisis de las experiencias, si se logró lo que proponen los objetivos en cada experiencia.

Figura 7. Actividades de poslaboratorio del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

En líneas generales, presenta tres ensayos, dentro de los cuales se proponen distintas experiencias a realizar. Cabe destacar que no hay una diferenciación clara en el protocolo entre los términos *experimento*, *ensayo* y *experiencia*, lo cual puede resultar confuso para los alumnos. Otro aspecto a destacar es la falta de secuenciación de las actividades propuestas, ya que inicialmente (en el

prelaboratorio) se propone diseñar un experimento con carácter bastante abierto (figura 8), para luego (en las actividades de laboratorio) presentar experiencias de síntesis de polímeros con almidón (figura 9), posteriormente el reconocimiento del almidón en alimentos (figura10) y por último, la realización del diseño propuesto en el prelaboratorio (figura11).

- 4) Cuando se agrega solución de borato a un pegamento líquido, éste cambia de estado líquido a sólido. ¿Qué cambio se produce en la estructura del pegamento?
 - a) Formule un plan de trabajo que permita conocer las características principales del fenómeno.

Tenga en cuenta:

 - MATERIALES A UTILIZAR.
 - REACTIVOS.
 - PROCEDIMIENTO.
 - b) Diga a qué tipo de polímero corresponde.

Figura 8. Propuesta de diseño experimental perteneciente a las actividades de prelaboratorio del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Experiencia 2: Obtención de un polímero quebradizo.

A una muestra de almidón obtenido según el procedimiento indicado, añadir 20mL de agua y 3mL de ácido clorhídrico 0,1 M. Calentar la mezcla suavemente procurando que no llegue a ebullición durante 15 minutos.

Añadir gota a gota una disolución de NaOH 0,1 M hasta neutralidad, comprobando el resultado con un trozo de papel indicador. Se obtiene un líquido viscoso al que hay que añadir dos gotas de colorante alimentario. Mezclar con ayuda de una varilla de vidrio hasta formar una pasta homogénea. Extender sobre un vidrio de reloj hasta formar una película e introducir en una estufa a 80°C durante 1,5 horas aproximadamente, o bien se deja secar al aire hasta el día siguiente.

Observar y registrar, tener en cuenta características iniciales del almidón y características del polímero obtenido.

Figura 9. Experiencia 2 del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Ensayo N°2: ¿Cuál de los alimentos contiene almidón?

Fundamento:

Para identificar almidón en muestras problema se utiliza el reactivo de Lugol, que consiste en una disolución acuosa de yodo y yoduro de potasio.

Cuando el almidón se pone en contacto con unas gotas de Lugol, toma un color azul-violeta característico debido a que se forma un compuesto de inclusión del yodo en el interior de las hélices por las que está compuesto el polisacárido. Esta inclusión es reversible y está condicionada por la temperatura.

Cuando consumimos alimentos que contiene almidón, actúan inmediatamente enzimas presente en nuestra saliva, la *amilasa salival*, que degrada a las moléculas de almidón y las transforma en estructuras energéticamente aprovechables, es decir, rompe el enlace que mantiene unidos a sus monómeros constituyentes y los libera al medio de reacción.

Experimento:

Reactivos: papa, maicena, alfajor de maicena, cebolla, reactivo de Lugol.

Experiencia 1:

Cortar una rodaja de la papa y triturar un trozo de cebolla. Agregarle, a cada muestra, una gota de reactivo de Lugol (en la rodaja de papa, sobre la superficie recién cortada).

Observar y registrar lo sucedido.

Figura 10. Ensayo 2 del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Ensayo N°3: Polimerizando cadenas.

Experimento:

Proceder según el plan de trabajo diseñado, teniendo en cuenta los reactivos y materiales necesarios, para conocer las características del fenómeno que se desea estudiar.

Observar y registrar lo sucedido.

Figura 11. Ensayo 3 del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

A su vez, las actividades propuestas apuntan principalmente a la interpretación de fenómenos, sin orientar la observación y el registro de datos.

Al igual que en el TPL analizado anteriormente, si bien este protocolo se encuentra contextualizado, no presenta actividades que favorezcan una posible transferencia a otras situaciones problemáticas.

En cuanto a los contenidos procedimentales, el TPL favorece la experimentación, observación e interpretación, así como también el diseño de experiencias, ya que como parte de las actividades de prelaboratorio se pide el diseño de un plan de trabajo. Independientemente de esto, el protocolo parecería estar orientado principalmente a la manipulación de materiales de laboratorio.

En general, puede señalarse que hay un intento de vinculación con las actividades de lectura propuestas previamente al TPL, ya que uno de los objetivos de estas actividades de lectura es la diferenciación entre polímeros sintéticos y naturales, y en el protocolo se realiza la síntesis de estos compuestos, aunque esta vinculación no se encuentra explicitada en este.

Por último, cabe destacar que se proponen análisis cualitativos de los resultados (figura 12).

d. Protocolo 4: Sistemas materiales

El TPL sobre sistemas materiales presenta un objetivo que se encuentra en función de las actividades de lectura previamente realizadas (figura 13). Así, se puede observar cierta articulación entre las diferentes secciones que componen la propuesta general.

El protocolo de trabajo experimental se encuentra dividido en dos secciones principales: A y B. En la sección A (figura 14), puede observarse la vinculación con los contenidos incluidos en el texto. Esto no ocurre con la sección B (figura 15), donde incluso las actividades propuestas no se corresponden con la temática seleccionada. Debido a esto, el análisis del TPL se realizará diferenciando ambas secciones.

Con lo visto en los fundamentos de las experiencias y lo investigado en las actividades de pre-laboratorio, resuelva:

- i. ¿Cómo se evidencia la presencia de almidón en una muestra problema?
- ii. ¿Cuál de las muestras analizadas presenta almidón?
- iii. ¿Cómo se comprueba la acción de la enzima *Amilasa salival*?
- iv. ¿En qué sustancia de menor masa molecular fue transformado el almidón?

Figura 12. Actividades de poslaboratorio del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Experiencia de laboratorio

Objetivo: Diferenciar las dos clasificaciones de sistemas materiales vistas en el texto y formar distintas clases de sistemas a partir de varias sustancias.

Figura 13. Sección introductoria del TPL sobre sistemas materiales.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

- *Sección A.* El objetivo de esta sección está vinculado en parte con las actividades de lectura. No se cumple la diferenciación de las clasificaciones propuestas, pero las actividades apuntan

a formar distintas clases de sistemas a partir de diferentes sustancias. Los contenidos presentados son adecuados para el nivel escolar que se propone, un tercer año del nivel secundario. En este caso las observaciones presentan una guía determinada, aunque no se favorece la interpretación del fenómeno ni hay vinculación con situaciones cotidianas. Cabe destacar que las actividades realizadas previamente en el marco de la lectura resultarían complementarias para la actividad experimental propuesta, si bien esto no es explicitado en el protocolo.

Dentro de los procedimientos que se favorecen con las actividades propuestas, se destacan

la experimentación y la observación. Más allá de esto, la actividad carece de cualquier análisis posterior al registro de datos.

- *Sección B.* Atendiendo a que, como ya se adelantó, esta sección no se refiere a sistemas materiales, el objetivo propuesto no llega a cumplirse. Por otra parte, las actividades propuestas no son experimentales ni se favorece la vinculación con la experimentación realizada anteriormente.

Como característica común a ambas actividades (A y B), se destaca la ausencia de menciones a cuestiones relacionadas con la higiene y la seguridad en el laboratorio.

A) Se colocaran diversas sustancias sobre la mesada, como agua, sal de mesa, arena, aceite, acetona, limaduras de hierro, hielo, talco, kerosene. Realice las siguientes actividades en grupos de cuatro o cinco alumnos.

- 1- Formar un sistema homogéneo con dos componentes.
- 2- Formar un sistema heterogéneo con un componente
- 3- Formar un sistema heterogéneo con tres componentes en estado sólido
- 4- Formar un sistema heterogéneo con tres componentes y de tres fases en estado líquido
- 5- Formar un sistema heterogéneo con dos componentes, uno en estado líquido y el otro en estado sólido.
 - a) Anotar las sustancias utilizadas para obtener los distintos sistemas.
 - b) Sacar fotos de cada sistema obtenido, compartirla entre los compañeros.
 - c) Realice el siguiente cuadro comparativo colocando las distintas clases de sistemas materiales según si es homogéneo o heterogéneo, la cantidad de componentes y las sustancias utilizadas y la cantidad de fases :

Sistema	Homogéneo/Heterogéneo	N° Componentes	Sustancias	Fases
1				
2				
3				
4				
5				

- d) ¿Qué propiedad existe entre sólidos y líquidos que permitió obtener los distintos sistemas heterogéneos y homogéneos? ¿Y entre distintos líquidos?

Figura 14. Sección A del TPL sobre sistemas materiales.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

B) a. ¿Cuánto varía la temperatura de un vaso de jugo con hielo si lo dejo 30 minutos sobre la mesa? Si en vez de dejarlo sobre la mesa lo guardo en una conservadora, ¿cuánto variará la temperatura? Justifique la respuesta y comente que clase de sistemas son según el intercambio de materia y energía en ambas situaciones.

b. ¿Cuánto varía la temperatura del agua recién hervida si la coloco en una taza y la dejo 30 minutos sobre la mesa? Si en vez de dejarlo sobre la mesa almaceno el agua recién hervida en un termo, ¿cuánto variará la temperatura luego de 30 minutos?

Justifique la respuesta y comente que clase de sistemas son según el intercambio de materia y energía en ambas situaciones.

Figura 15. Sección B del TPL sobre sistemas materiales.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

4. Discusión de resultados

Al analizar de manera conjunta los resultados antes presentados y en relación con los criterios propuestos, se encontró lo siguiente:

- Todos los protocolos propuestos presentan adecuación al nivel escolar y el grado de apertura es acorde a los sujetos para quienes estaría destinada la actividad experimental: dos de ellos están pensados para el ciclo básico del secundario, con actividades sencillas y más pautadas, y dos para el ciclo orientado del secundario, con actividades de mayor demanda cognitiva que incluyen reacciones químicas complejas.
- Los contenidos procedimentales que se favorecen son:
 - la observación, en todos los protocolos;
 - la interpretación, en uno de ellos;
 - el diseño experimental es una actividad propuesta en solo un TPL;
 - y la experimentación se propone en la mayoría de los TPL (dos de estos presentan un exceso de experimentos lo que podría generar confusión en los destinatarios respecto de cuál es el contenido que se espera que aprendan o bien cuál es el objetivo de la actividad).
- Solo en uno de los protocolos se explicitan precauciones relacionadas con la seguridad en el laboratorio; también se propone indagar acerca de la toxicidad de los reactivos a utilizar y se incluyen comentarios referidos a la manipulación de los reactivos.
- En general, se observa que si bien se favorece la observación, no se la orienta de forma adecuada, al no especificarse qué aspectos de la reacción deben observar. Por otra parte, en general no se tiene en cuenta la interpretación de las observaciones, lo que implica una desvinculación con los contenidos conceptuales; y cuando se la tienen en cuenta no está mediada a través de preguntas que favorezcan la comprensión de los fenómenos macroscópicos desde una perspectiva submicroscópica y a la luz del conocimiento científico.
- Las actividades referidas a análisis de datos se proponen solo en dos de los cuatro protocolos, siendo estas de tipo cualitativo, vinculadas con los contenidos conceptuales abordados o con los objetivos propuestos.
- Si bien en tres protocolos se proponen vinculaciones con situaciones de la vida cotidiana, solo en uno se trabaja una actividad como aplicación a estas situaciones estrechamente vinculadas a la interpretación del fenómeno. En los dos restantes, la vinculación se presenta contextualizando

la actividad experimental, previo a la manipulación de los materiales pero no presentan actividades posteriores de vinculación a fenómenos del entorno.

- En general, los protocolos están vinculados a las actividades de lectura que complementan esta propuesta. En algunos casos esta vinculación está implícita, solo en uno de los protocolos se recomienda explícitamente revisar el texto trabajado en la actividad de lectura para poder realizar una síntesis como actividad de poslaboratorio.
- Finalmente, respecto a la vinculación entre los objetivos y las actividades observamos que a) en dos casos se explicitan, pero no todos los objetivos propuestos se vinculan con la actividad a desarrollar; b) en un caso no se explicitan y en el otro protocolo se solicita a los destinatarios de la propuesta que una vez finalizado el trabajo experimental elaboren los objetivos, lo cual indicaría que, a criterio del futuro docente, se pueden inferir con facilidad.

5. Conclusiones

De los resultados obtenidos con los estudiantes de esta muestra, se evidencian elementos que podrían resultar facilitadores y otros obstaculizadores de la futura práctica docente exitosa en Ciencias Naturales.

Entre los elementos facilitadores, se destacan:

- La adecuación de las actividades al nivel de escolaridad, esto permite que no haya un desfase entre los procesos cognitivos requeridos para los estudiantes y los que realmente están en condiciones de desarrollar.
- La propuesta, en algunos casos, de análisis cualitativos, lo que podría favorecer la vinculación con los contenidos conceptuales pero en los protocolos analizados la actividad se limitó a la obtención o verificación de datos cualitativos y no se aprovechó para desde ahí favorecer la interpretación de los fenómenos.

- La propuesta de situaciones contextualizadas a la vida cotidiana en el marco del TPL, esto contribuye a dar significación a los distintos contenidos a través de la aplicación en casos concretos. Sin embargo, sería conveniente, para optimizar la transferencia de los contenidos, que se presentaran otras situaciones similares que suceden en otros contextos.

Entre los elementos obstaculizadores, se señalan:

- La cuasiusencia de menciones explícitas en relación con los elementos de higiene o seguridad puede constituirse en un inconveniente si los estudiantes no estuvieran acostumbrados al trabajo con elementos de laboratorio que pueden resultar peligrosos.
- El camino entre observación e interpretación generalmente no se presenta facilitado por las actividades, lo que podría producir que aun en el caso en el que los alumnos realicen de forma adecuada las observaciones, no logren realizar interpretaciones de manera correcta.
- Las vinculaciones del TPL con otras actividades, como puede ser el trabajo de análisis de texto, sería recomendable que se encuentren interrelacionadas, de modo que, además de brindar una mejor comprensión de los contenidos conceptuales involucrados, un análisis previo facilite el desarrollo de interpretaciones de los fenómenos en estudio.
- Tanto el exceso de actividades experimentales –lo que dificulta disponer del tiempo para analizar los resultados–, como la falta de explicitación de los objetivos– lo que hace que los alumnos desconozcan la finalidad del TPL–, dificultan la interpretación de los fenómenos estudiados, como así también el aprendizaje de los contenidos involucrados.

De manera general, se considera necesario tener en cuenta en el diseño del protocolo la diferencia entre observar un fenómeno, realizar una interpretación de este (para lo que, en algunos casos, se

necesitan conocimientos de la materia a nivel sub-microscópico) y hacer transferencia de los contenidos y resultados al análisis de situaciones cotidianas o significativas para los estudiantes. Por todo esto sería recomendable formar a los futuros docentes en la revisión de sus diseños experimentales, para así orientar las observaciones, incorporar preguntas o análisis que faciliten las interpretaciones y, finalmente, proponer actividades tendientes a movilizar estos nuevos aprendizajes para aplicar en el análisis y resolución de situaciones cotidianas.

A partir de estos resultados, surgen nuevas preguntas para continuar investigando acerca de las características del trabajo experimental en la formación de estos futuros docentes, y sobre las acciones que deberían favorecerse desde la formación docente inicial para potenciar los elementos favorecedores y ayudar a la superación de los elementos obstaculizadores.

6. Referencias bibliográficas

- ACEVEDO DÍAZ, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 1, n. 1, pp. 3-16. 2004.
- ADÚRIZ BRAVO, A. Un nuevo lugar para la “intervención experimental” en la ciencia escolar. **Revista 12(ntes)**, Buenos Aires, v. 3, n. 24, pp. 4-5. 2008.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 14, n. 3, pp. 365-379. 1996.
- CAAMAÑO, A. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿Una clasificación útil de los trabajos prácticos? **Alambique**, Barcelona, v. 39, n. 8, pp. 8-19. 2004.
- CHINCHILLA BUELVAS, F.J. Enseñanza de la física orientando la práctica experimental como investigación. **Revista Científica**, Zulia, n. 27, pp. 181-194. 2017.
- DOMIN, D.S. A Content Analysis of General Chemistry Laboratory Manuals for Evidence of High-Order Cognitive Tasks. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 76, n. 1, pp. 109-111. 1999.
- FERNÁNDEZ, N.; AMÓRTEGUI, E.F. Trabajos de campo y de laboratorio: dos escenarios en la enseñanza de la biología y la formación docente. **Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza**, Bogotá, v. 10, n. 19, pp. 1541-1547. 2017.
- FLORES, J.; CABALLERO, M.C.; MOREIRA, M.A. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. **Revista de Investigación**, Caracas, n. 68, pp. 75-112. 2009.
- FRANCO MORENO, A.R.; VELASCO VÁSQUEZ, M.A.; RIVEROS TORO, C.M. Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, Bogotá, n. 41, pp. 37-56. 2017.
- FURMAN, M. Investigando se aprende. El desarrollo del pensamiento científico a través de indagaciones guiadas. 24p. Módulo 3. **Diplomatura Superior en Enseñanza de las Ciencias, FLACSO**. 2006.
- GELLON, G. *et al.* **La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla**. Paidós. Buenos Aires: Argentina, 2005.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, L.; CRUJEIRAS PÉREZ, B. Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 34, n. 3, pp.143-160. 2016.
- HODSON, D. **Redefining and reorienting practical work in school science**. En: LEVINSON, R. (ed). *Teaching Science*. Routledge. Londres: Reino Unido, 2005. pp. 159-163.
- JIMÉNEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS VIZA, A. Los niveles de apertura en las prácticas cooperativas de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 3, 2005.

- JIMÉNEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS VIZA, A. La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de Química: los niveles de abertura. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 24, n. 1, pp. 59-70. 2006.
- KAUDERER, M. De la química que enseñamos a la que queremos enseñar. En: KAUFMAN, M.; FUMAGALLI, L. (comp.). **Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas**. Paidós. Buenos Aires: Argentina, pp. 211-238. 1999.
- LATOUR, B. Give Me a Laboratory and I will Raise the World. En: KNORR-CETINA, K.; MULKAY, M. (eds.). **Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science**. Sage. Londres, Reino Unido, pp. 141-170. 1983.
- MAZZITELLI, C. *et al.* La observación en prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas. En: Libro de memorias de las XI JORNADAS NACIONALES Y VIII JORNADAS INTERNACIONALES DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA UNIVERSITARIA, SUPERIOR, SECUNDARIA Y TÉCNICA (JEQUSS-2017). Buenos Aires, 24 al 27 de octubre de 2017, Asociación Química Argentina. v. 1, pp. 749-756, 2017.
- OSORIO, C. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 28, pp. 61-82. 2002.
- PÉREZ, B.C.; ALEIXANDRE, M.P.J. Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 33, n. 1, pp. 63-84. 2015.
- SANJUÁN MOLTÓ, I.S. *et al.* Combatiendo el aburrimiento en prácticas de laboratorio. En: MEMORIAS DEL PROGRAMA DE REDES-13CE DE CALIDAD, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA, Alicante, Convocatoria 2016-17. Instituto de Ciencias de la Educación. pp. 2086-2088. 2017.
- SARMIENTO, L.M. *et al.* Utilización de tutoriales en trabajos prácticos de laboratorio: experiencia y evaluación para un caso en electrostática. **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba, n. 29, pp. 297-304. 2017.
- SUÁREZ ARROYO, B. **La formación en competencias: un desafío para la educación superior del futuro**. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona: España, 2005.
- VALENCIA, K.; TORRES, T. Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra, pp. 3033-3038. 2017.
- ZORRILLA, E. Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial. 238p. Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. 2019.
- ZORRILLA, E. G.; MAZZITELLI, C. A. ¿Qué opinan los alumnos ingresantes a carreras de formación docente en Ciencias Naturales sobre las prácticas de laboratorio? **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba, n. 28, pp. 77-83. 2016.



¿CÓMO Y POR QUÉ ESTUDIAR LA RELATIVIDAD DE LA SIMULTANEIDAD EN LA ESCUELA SECUNDARIA?

HOW AND WHY STUDY THE RELATIVITY OF SIMULTANEITY IN HIGH SCHOOL?

¿COMO E POR QUE ESTUDAR A RELATIVIDADE DA SIMULTANEIDADE NO ENSINO MEIO?

María Rita Otero*, Marcelo Arlego**, Edwin A. Muñoz Guzmán***

Cómo citar este artículo: Otero, M.R., Arlego, M. y Muñoz Guzmán, E.A. (2019). ¿Cómo y por qué estudiar la relatividad de la simultaneidad en la escuela secundaria?. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 303-321.

DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13929>

Resumen

Analizamos los resultados obtenidos al poner a prueba dos situaciones que enseñan la relatividad de la simultaneidad en la escuela secundaria. Las situaciones proponen el uso de la suma clásica de velocidades y su no uso, para tomar conciencia de las implicaciones de aplicar conjuntamente el primer y segundo postulado relativista. Se analizan sucesos que ocurren en sistemas de referencia inerciales en movimiento relativo, donde la simultaneidad se pierde según el observador que está en el andén, y no según el que viaja en el tren, a diferencia del conocido problema propuesto por Einstein reproducido mayoritariamente en los textos. Se analizan los protocolos obtenidos en cuatro cursos de grado 11 (15-16 años) con 128 estudiantes de un colegio público de la ciudad de Medellín. Se identifican los invariantes operatorios que utilizan en ambas situaciones, así como las argumentaciones que ofrecen. Los resultados indican que las situaciones propuestas producirían la emergencia y la toma de conciencia de invariantes operatorios vinculados a la relatividad de Galileo, los cuales permitirían conceptualizar la relatividad de la simultaneidad en la escuela secundaria.

Recibido: 10 de octubre de 2018; aprobado: 06 de diciembre de 2018

* Doctora en Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Burgos (UBU), España. Investigadora principal del CONICET, investigadora del NIECyT-UNICEN. Profesora titular de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina. Correo electrónico: rotero@exa.unicen.edu.ar - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1682-9142>

** Doctor en Ciencias Exactas Mención Física. Investigador del Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología NIECyT. Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET. Profesor de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina. Correo electrónico: marlego@exa.unicen.edu.ar - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9595-826X>

*** Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia (UNAL). Docente del Instituto Educativo José María Bernal, Secretaría de Educación de Medellín (Colombia). Correo electrónico: ediwnm@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7867-8549>

Palabras clave: relatividad de la simultaneidad, TCC, escuela secundaria, TER.

Abstract

We analyse the results obtained by testing two situations teaching the relativity of simultaneity, in high school. These situations propose to use the classic sum of speeds and their non-use, to become aware of the implications of applying together, the first and second relativistic postulate. Events in inertial reference systems in relative motion were studied, where the simultaneity is lost according to the observer on the sidewalk, and not according to the one travelling on the train, different to the well-known problem proposed by Einstein reproduced mainly in texts. We study the protocols obtained in four 11th grade courses (15-16 years old) with 128 students from a public school in the Medellín city. The operative invariants used in both situations, as well as the argumentations they offer, emerged in the process. Results indicate that the proposed situations would produce the emergence and awareness of operatively invariants linked to Galileo's relativity, which would allow conceptualizing the relativity of simultaneity in secondary school.

Keywords: relativity of simultaneity, TCF, high school, STR.

Resumo

Analisamos os resultados obtidos testando duas situações que tentam ensinar a relatividade da simultaneidade no ensino meio. As situações propõem o uso da adição clássica de velocidades clássicas e seu não uso, para tomar consciência das implicações de aplicar simultaneamente o primeiro e segundo postulado relativista. Analisamos eventos que ocorrem em sistemas inerciais de referência em movimento relativo, onde a simultaneidade se perde segundo o observador que está na calçada, e não de acordo com aquele que viaja no trem, diferente do conhecido problema proposto por Einstein que é reproduzido nos livros de texto. Os protocolos obtidos de quatro cursos do 11º ano (15-16 anos) com 128 estudantes de uma escola pública da cidade de Medellín foram analisados. Os invariantes operacionais usados em ambas as situações foram identificados, bem como os argumentos que eles ofereceram. Os resultados indicam que a utilização das situações propostas no ensino meio produziria a tomada de consciência de invariantes operacionais ligados à relatividade de Galileu, e a concepção da relatividade da simultaneidade.

Palavras chaves: Relatividade da Simultaneidade, TCC, Ensino Médio, TER.



Introducción

Este trabajo es parte de un proyecto de investigación que adopta una concepción desarrollista y pragmática de la conceptualización basada en la teoría de los campos conceptuales (TCC) (VERGNAUD, 1990, 2013). A largo plazo, el objetivo del proyecto es desarrollar una *didáctica de la relatividad*. Como una meta más acotada, hemos diseñado, implementado y estamos evaluando una secuencia didáctica para enseñar las nociones fundamentales de la *teoría especial de la relatividad* (TER) en la escuela secundaria (ES) y estudiar la conceptualización (OTERO, ARLEGO, PRODANOFF, 2015, 2016; OTERO, ARLEGO, 2016; ARLEGO, OTERO, 2017; OTERO, ARLEGO, MUÑOZ, 2018). En particular, aquí nos ocupamos de la relatividad de la simultaneidad, porque es a nuestro juicio, una vía apropiada para ingresar a la TER en la escuela secundaria.

En la literatura se encuentran investigaciones pioneras sobre la enseñanza de la TER a estudiantes universitarios (ANGOTTI *et al.*, 1978; PIETROCOLA, ZYLBERSZTAJN, 1999; SALTIEL, MALGRANGE, 1980; PANSE, RAMADAS, KUMAR, 1994; SCHERR 2001; SCHERR, SHAFFER, VOKOS, 2001, 2002; PÉREZ, SOLBES, 2003; HOSSON, KERMEN, PARIZZOT, 2010); y muy pocas en la enseñanza secundaria (VILLANI, PACCA, 1987; PÉREZ, SOLBES, 2006; DIMITRIADI, HALKIA, SKORDOULIS, 2009; DIMITRIADI, HALKIA 2012).

Los estudios previos reportan que los estudiantes tienen dificultades con la definición y el uso del concepto del evento (HEWSON 1982) y que confunden el *instante de un evento* con el *instante en que dicho evento es percibido por un observador* (SCHERR, SHAFFER, VOKOS, 2001; SCHERR, 2007; HOSSON *et al.*, 2010). Los estudiantes universitarios no comprenden el concepto de *sistema de referencia* y lo confunden con el *punto de vista*, así, cada observador constituiría un marco de referencia distinto (SCHERR, 2001). También se afirma que los estudiantes razonan de manera *espontánea* sobre el movimiento (lo consideran absoluto) y sobre las distancias y las velocidades cuando tienen que

explicar fenómenos mecánicos en relatividad clásica y especial (SALTIEL, MALGRANGE, 1980), y que ellos consideran que la simultaneidad es absoluta e independiente del movimiento relativo (VILLANI, PACCA, 1987).

Según el estudio realizado en Grecia (DIMITRIADI, HALKIA, 2012), para los estudiantes de grado décimo la simultaneidad es absoluta e independiente del movimiento relativo. Por otro lado, los alumnos tendrían una concepción pregalileana del movimiento, al que consideran absoluto (POSNER *et al.*, 1982; DIMITRIADI, HALKIA, 2012). Estas ideas sobreviven a la enseñanza escolar de la cinemática clásica, y cuando se intenta enseñar la cinemática relativista, se busca que los estudiantes tomen conciencia de la ruptura conceptual entre la física newtoniana y la moderna (VILLANI, ARRUDA, 1998). Pero ¿cómo podrían hacerlo sin los conceptos clásicos relevantes?

No existen antecedentes de una secuencia didáctica para la escuela secundaria (ES) diseñada con el referencial de la TCC, ni del análisis de la conceptualización de conceptos básicos de la TER usando este referencial. Para enseñar la TER y describir el proceso de conceptualización de sus nociones básicas en la ES, diseñamos una secuencia didáctica basada en lo que los estudiantes saben y no en lo que supuestamente deberían saber (OTERO, ARLEGO, 2016). Las versiones sucesivas de la secuencia se fundamentan en las implementaciones realizadas en ocho cursos de la ES en Argentina y en Colombia (OTERO, ARLEGO, PRODANOFF, 2015, 2016; OTERO, ARLEGO, 2016; ARLEGO, OTERO, 2017; OTERO, ARLEGO, MUÑOZ, 2018).

En este trabajo, presentamos resultados obtenidos en dos situaciones que integran la secuencia mencionada previamente, mediante las cuales los estudiantes pueden arribar a la relatividad de la simultaneidad. Los resultados se analizan a través de la construcción de una categorización inductiva basada en 256 protocolos obtenidos de la implementación de la secuencia didáctica en cuatro cursos de grado 11 (15-16 años) (N=128) en una escuela pública de la ciudad de Medellín, Colombia. La

categorización identifica, describe y analiza las formas de resolver de los alumnos y los invariantes operatorios subyacentes. Se evalúa si las situaciones diseñadas para producir la emergencia y la toma de conciencia de invariantes operatorios vinculados con la relatividad de Galileo, permiten además ingresar a la TER mediante el quiebre que representa la relatividad de la simultaneidad.

a. La teoría de los campos conceptuales (TCC)

La teoría de los campos conceptuales (TCC) (VERGNAUD, 1990, 2013) establece que la conceptualización es la piedra angular del desarrollo cognitivo. El análisis en términos de invariantes operatorios (IO) permite distinguir qué características de las situaciones son efectivamente tomadas en cuenta por el sujeto, qué IO ellas ponen en juego y cuáles son las metas que intenta alcanzar y las reglas e inferencias que utiliza para hacerlo (VERGNAUD, 2013). Los IO pueden ser de dos tipos: conceptos-en-acción y teoremas-en-acción, estos organizan la acción del sujeto y la hacen operatoria. Un concepto-en-acción es una categoría, una propiedad, un predicado que se considera relevante a la situación y un teorema-en-acción es una proposición que el sujeto considera verdadera respecto a dicha situación. Los IO son implícitos, y no son equiparables con los conceptos ni con los principios científicos, porque estos últimos son explícitos y se puede discutir su pertinencia y su validez.

Para VERGNAUD (1990, 2013) existen dos formas del conocimiento en interacción: a) la operatoria, que permite al sujeto actuar en una situación y b) la predicativa, que le permite enunciar y designar a los objetos, así como comunicar su conocimiento. En la primera, la acción no se refiere solo a sus manifestaciones externas –conducta–, sino que también incluye los aspectos operatorios e implícitos en la acción: pensamiento, toma de decisiones, anticipaciones e inferencias. Frente a una nueva situación, es muy complejo saber qué hacer y no necesariamente se puede poner en palabras lo que se hace. Por tanto, la enseñanza/aprendizaje no se puede

limitar a la forma predicativa, ni un concepto puede reducirse a su definición. Nuestra investigación busca identificar y analizar los IO, porque estos son los elementos más decisivos del esquema (OTERO *et al.*, 2014). La TCC plantea una consecuencia didáctica inmediata, la *lógica* del aprendizaje no se corresponde con la de la disciplina, tal como aparece reconstruida racionalmente en los textos, o en la concepción de la comunidad productora del conocimiento. En consecuencia, la transformación y la gestión del conocimiento físico propuesto para enseñar son actividades didácticas fundamentales, basadas en el conocimiento de cómo ese saber ha surgido, en respuesta a qué preguntas y usos, y cómo ha sido comunicado hasta adoptar su *aspecto* actual.

1. Metodología

Nuestro trabajo reporta resultados de cuatro implementaciones de la secuencia (OTERO, ARLEGO, 2016) realizadas en cursos (C1=32, C2=34, C3=32, C4=30) de grado 11 (15-16 años) de una escuela pública en la secundaria básica (N=128) en la ciudad de Medellín, Colombia.

En todos los cursos el docente fue el mismo y los estudiantes habían realizado la primera etapa de la secuencia antes citada. En las clases, los alumnos se reúnen en grupos fijos de a lo sumo cinco miembros, conformados según su elección. En el ítem (a) de las dos situaciones consideradas aquí se pide realizar una anticipación individual sin hacer cálculos, que inmediatamente se entrega al profesor. Luego, los estudiantes se reúnen en grupos y discuten los resultados individuales sin la intervención del profesor. A continuación, se realiza una puesta en común, donde se comparten las respuestas y se establece cuál es la más apropiada. Los alumnos escriben y contestan las tareas propuestas individualmente y todos entregan su trabajo al profesor al finalizar cada clase, quien digitaliza los protocolos y los reintegra en la clase siguiente. Las puestas en común se registran en audio. Luego se construye una categorización inductiva, mediante técnicas de análisis y metaanálisis (GÜRTLER, HUBER, 2007)

generando categorías y subcategorías, que se incorporan a una matriz de datos. Las subcategorías se asocian a los IO, y se obtienen de los protocolos escritos de los estudiantes, de las puestas en común orales y del diario de clase del profesor, instrumento que contribuye a la interpretación de lo que ocurre en el aula; los IO permiten describir la conceptualización en las dos situaciones analizadas aquí. A continuación, se presenta brevemente la secuencia implementada y, más en detalle, las dos situaciones consideradas en este trabajo. Después, se describe cada categoría y las subcategorías generadas y se realizan algunos análisis de estadística descriptiva para datos cualitativos.

2. La relatividad de la simultaneidad y su tratamiento didáctico habitual

En los textos para el nivel universitario, usualmente el orden de presentación de los contenidos es: proponer los dos postulados relativistas, obtener (a veces definir) las transformaciones de Lorentz para la posición, el tiempo y la velocidad, deducir la dilatación del tiempo y la contracción de la longitud. Recién entonces, algunos abordan la relatividad de la simultaneidad (TIPLER, MOSCA, 2012; SERWAY, JEWETT, 2009; HEWSON, 1982). Otros textos ni siquiera tratan este último tema (por ejemplo, ALONSO, FINN, 1995; RESNICK, HALLIDAY, KRANE, 2009). Los textos mencionados asumen como evidentes las implicaciones del segundo postulado y desatienden las dificultades de los estudiantes para cambiar la adición de velocidades galileana por la relativista. Para tratar la relatividad de la simultaneidad –cuando lo hacen–, los textos de física universitarios o preuniversitarios proponen el conocido ejemplo del tren de Einstein (1916) (TIPLER, MOSCA, 2012; SERWAY, JEWETT, 2009; etc.). Algo similar ocurre en las propuestas didácticas (SCHERR, 2001, 2007; DIMITRIADI, HALKIA, 2012).

Nuestra propuesta plantea que el observador situado en la mitad del tren dispara dos haces de luz en sentidos opuestos exactamente cuando pasa frente a otro observador situado en el andén, que

ve pasar el tren hacia la derecha. En este caso la simultaneidad se da en el tren y no en el andén, como es usual en los libros de texto (a excepción de MERMIN, 2009). En ambas propuestas, subyace obviamente el mismo fenómeno: la relatividad de la simultaneidad. Sin embargo, desde un punto de vista didáctico, no implican lo mismo, sobre todo si se pretende que los estudiantes razonen cualitativamente y además realicen los cálculos posicionados en cada sistema de referencia. En la perspectiva didáctica es importante considerar el conocimiento del que disponen los estudiantes y, de ser necesario, modificar el experimento.

Nuestra propuesta didáctica se diferencia además por el orden en que presenta las nociones relativistas, y porque propone una transición entre la cinemática clásica y la relativista, poniendo en evidencia las implicancias de aplicar conjuntamente los dos postulados de Einstein. Además, se busca que los estudiantes tomen conciencia del rol central del sistema de referencia y el observador en la descripción del movimiento, como punto de partida para tratar la regla de adición clásica de velocidades. Este aspecto, que es usado a diario sin saberlo, no es usualmente abordado en la cinemática escolar y tampoco se observa un tratamiento profundo del mismo en los textos universitarios. Solo tratando de manera adecuada la adición galileana es posible dimensionar las implicaciones que tiene dejar de hacerlo, en particular la no adición a la velocidad de la luz (c) y la subsecuente generalización de adición relativista de velocidades. Así mismo, consideramos que la puerta de entrada a la relatividad especial puede ser la relatividad de la simultaneidad, porque obliga a focalizar en la relatividad del tiempo.

3. Situaciones propuestas y analizadas en este trabajo

En la cinemática clásica, el tiempo no es afectado si se cambia el sistema de referencia, dos eventos que ocurren en diferentes lugares y al mismo tiempo en un sistema de referencia, también son simultáneos en otro sistema de referencia. Estos hechos son

habituales en *nuestro mundo* de bajas velocidades, sin que seamos plenamente conscientes de ello, por tanto ¿por qué debería apreciarse la pérdida de la simultaneidad, si no se tiene conciencia de ella?

Esta es una de las razones de ser de la situación 6 (S6): tomar conciencia de los resultados que produce el uso de la adición de velocidades clásica, como punto de partida de la génesis de los conceptos relativistas.

Por tratarse de una secuencia que vienen desarrollando, los estudiantes están familiarizados con la construcción de sus propios sistemas de representación y con el hecho de que estos son tomados en cuenta en la clase y por el profesor. La notación es discutida cuando ellos lo requieren. En las distintas implementaciones, se ha observado que no existen dificultades con la notación en las situaciones aquí consideradas y si los estudiantes lo prefieren, incluso pueden modificarlas. Primero, se propone realizar una anticipación sin cálculos y una discusión grupal.

Finalmente se calculará el encuentro entre los proyectiles y las paredes del vagón. Se ha completado una fila de la tabla 1, a modo de ejemplo.

Cuando los estudiantes escriben $v'_{v'} = 0$ para OV, asumen en acto el primer postulado. Suponiendo que el vagón mide 10 m, en el sistema de referencia de OV:

$$x'_{pi} = -5 \text{ m} \quad x'_{bi} = -60 \frac{\text{m}}{\text{s}} t' \quad -5 = -60 \frac{1}{\text{s}} t'_i \quad t'_i = \frac{5}{60} \text{ s} \approx 0,083 \text{ s}$$

$$x'_{pd} = 5 \text{ m} \quad x'_{bd} = 60 \frac{\text{m}}{\text{s}} t' \quad 5 = 60 \frac{1}{\text{s}} t'_d \quad t'_d = \frac{5}{60} \text{ s} \approx 0,083 \text{ s}$$

El tiempo de encuentro a la derecha y a la izquierda es $t'_i = t'_d = \left(\frac{1}{12}\right) \text{ s} \approx 0,083 \text{ s}$.

Considerando el sistema de referencia de OA, el encuentro entre la pared izquierda y el proyectil sería:

$$x_{pi} = -5 \text{ m} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} t, x_{bi} = -40 \frac{\text{m}}{\text{s}} t, -5 \text{ m} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} t_i = -40 \frac{\text{m}}{\text{s}} t_i, t_i = \frac{5}{60} \text{ s} \approx 0,083 \text{ s}$$

SITUACIÓN 6:

Un observador está sentado en el medio de un vagón vacío. Otro observador que está parado al costado del andén determina que el vagón se mueve a velocidad constante. El observador que está en el vagón tiene un dispositivo que puede lanzar bolas de goma hacia adelante y hacia atrás, en el mismo instante.

- a) Analicen para cada observador, sin hacer cálculos, si los proyectiles llegan al mismo tiempo o no a cada pared del vagón.
- b) Completen la tabla siguiente para cada observador y propongan diferentes velocidades para el vagón y los proyectiles. (Se omiten líneas por razones de espacio).

Observador en el vagón (OV)			Observador en el andén (OA)		
$v'_{v'}$ (m/s)	v'_{bd} (m/s)	v'_{bi} (m/s)	v_v (m/s)	v_{bd} (m/s)	v_{bi} (m/s)

- c) Calculen el punto de encuentro (posición y tiempo) entre los proyectiles y las paredes del vagón, para cada observador, teniendo en cuenta los diferentes valores de velocidades que han propuesto.

Tabla 1. Posibles velocidades relativas para las bolas según los observadores OV y OA.

Observador en el vagón (OV)			Observador en el andén (OA)		
$v'_{v'}$ (m/s)	v'_{bd} (m/s)	v'_{bi} (m/s)	v_v (m/s)	v_{bd} (m/s)	v_{bi} (m/s)
0	60	-60	20	80	-40

Fuente: elaboración propia.

Y entre la pared derecha y el proyectil:

$$x_{pd} = 5 \text{ m} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} t, \quad x_{bd} = 80 \frac{\text{m}}{\text{s}} t,$$

$$5 \text{ m} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} t_d = 80 \frac{\text{m}}{\text{s}} t_d, \quad t_d = \frac{5}{60} \text{ s} \approx 0,083 \text{ s}$$

$$t_i = t_d$$

Es decir que, para ambos observadores, los sucesos son simultáneos.

Según la TER es incorrecto afirmar que para OA los proyectiles arriben simultáneamente. La situación 6 busca poner en evidencia los IO de los estudiantes respecto de la física clásica que rige *la vida cotidiana* a bajas velocidades, ya que usar apropiadamente la adición galileana es requisito para comprender las consecuencias de no usarla, habilitando una ruptura fundamental y el ingreso a la TER.

En la TER, c no cambia entre un sistema de referencia inercial y otro, esto conduce a la relatividad de la simultaneidad. Esta es la razón de ser de la situación 7 (S7) donde los proyectiles se sustituyen por rayos de luz.

Para resolver la situación es necesario conocer la invariancia de c respecto del movimiento de la fuente, o más formalmente el segundo postulado: c no se puede componer mediante la adición de velocidades de Galileo. El cálculo del encuentro entre los haces de luz y las paredes para ambos observadores conduce al resultado de la pérdida de la simultaneidad según OA. La transformación de Lorentz se está usando implícitamente, que para la luz adopta una expresión matemática sencilla. Al colocar $\mathbf{v}'_c = \mathbf{0}$, los estudiantes usan “en acto” el primer postulado y si no adicionan valores a c , el segundo postulado.

Para OV

$$x'_{pi} = -L \quad x'_{Li} = -c \cdot t' \quad -L = -c \cdot t'_i \quad t'_i = \frac{L}{c}$$

$$x'_{pd} = -L \quad x'_{Ld} = -c \cdot t'_d \quad -L = -c \cdot t'_d \quad t'_d = \frac{L}{c}$$

$$t'_i = t'_d$$

SITUACIÓN 7

Un observador está sentado en el medio de un vagón vacío. Otro observador que está parado al costado del andén determina que el vagón se mueve a velocidad constante. El observador que está en el vagón tiene un dispositivo que puede disparar rayos de luz hacia adelante y hacia atrás, en el mismo instante.

- Analicen para cada observador, sin hacer cálculos, si los rayos de luz llegan simultáneamente o no a cada pared del vagón.
- Completen el siguiente cuadro para cada observador, proponiendo diferentes velocidades para el vagón y los rayos de luz.

Observador en el vagón (OV)			Observador en el andén (OA)		
$v'_v(\text{m/s})$	$v'_{Ld}(\text{m/s})$	$v'_{Li}(\text{m/s})$	$v_v(\text{m/s})$	$v_{Ld}(\text{m/s})$	$v_{Li}(\text{m/s})$

- Calculen el punto de encuentro (posición y tiempo) entre los rayos de luz y las paredes del vagón, para cada observador, teniendo en cuenta diferentes valores de velocidades.

Tabla 2. Posibles velocidades relativas para los haces de luz según OV y OA.

Observador OV			Observador OA		
$v'_v(\text{m/s})$	$v'_{Ld}(\text{m/s})$	$v'_{Li}(\text{m/s})$	$v_v(\text{m/s})$	$v_{Ld}(\text{m/s})$	$v_{Li}(\text{m/s})$
0	c	$-c$	20	c	$-c$

Fuente: elaboración propia.

Para OA

$$x_{pi} = -L + 20.t \quad x_{Li} = -c.t \quad -L + 20.t = -c.t_i$$

$$(c + 20).t_i = L \quad t_i = \frac{L}{c + 20}$$

$$x_d = L + 20.t \quad x_{Ld} = c.t \quad L + 20.t = c.t_d$$

$$L = (c - 20).t_d \quad t_d = \frac{L}{c - 20}$$

$$t_i \neq t_d$$

La luz tarda más tiempo en llegar a la pared de la derecha que a la de la izquierda.

a. Categorías de análisis para S6

C1₆: simultaneidad según OV en la respuesta individual al ítem (a)

C1M1₆: Según OV, las bolas llegan juntas a las paredes del vagón. Por ejemplo, los estudiantes expresan:

Para OV, las bolas llegan a igual tiempo porque sus velocidades son iguales.

Para OV, el vagón está en movimiento constante, se podría decir que la velocidad del vagón es 0; solo se tendrían en cuenta las velocidades de las bolas, al ser las velocidades iguales y ser las distancias iguales deben llegar en tiempos iguales a las paredes del vagón.

C1M2₆: no hay respuesta.

La tabla 3 muestra que para OV, casi todos los estudiantes predicen que las bolas llegarán simultáneamente a las paredes del vagón.

Tabla 3. C1₆: simultaneidad según OV en la respuesta individual al ítem (a).

Subcategoría	No. de estudiantes
C1M1 ₆ : las bolas llegan juntas	118
C1M2 ₆ : no contestó	10
Total	128

Fuente: elaboración propia.

C2₆: simultaneidad según OA en la respuesta individual al ítem (a)

C2M1₆: según OA, las bolas llegan en tiempos diferentes a las paredes del vagón, e incluso algunos afirman que el disparado hacia atrás llega antes.

OA ve llegar las bolas en tiempos diferentes porque la bola izquierda va más rápido.

Las bolas llegan en tiempos diferentes porque le sumo la velocidad del vagón.

C2M2₆: según OA, las bolas llegan juntas a las paredes del vagón.

El OA ve llegar las bolas a igual tiempo

Tabla 4. C2₆: Simultaneidad según OA en la respuesta individual al ítem (a).

Subcategoría	No. de estudiantes
C2M1 ₆ : las bolas llegan en tiempos diferentes	85
C2M2 ₆ : las bolas llegan en tiempos iguales	43
Total	128

Fuente: elaboración propia.

La tabla 4 muestra que inicialmente más de dos tercios de los estudiantes predicen que las bolas arribarán a las paredes en tiempos diferentes.

C3₆: simultaneidad según OA en la respuesta al ítem (a), después de la discusión grupal

C3M1₆: para OA las bolas llegan a igual tiempo. Luego de la interacción grupal los estudiantes esgrimen argumentos del tipo

OA sí nota el movimiento del vagón que afecta la velocidad de las bolas. A pesar de que la velocidad de las bolas es diferente, van a llegar en tiempos iguales.

La bola disparada en el mismo sentido del vagón tendrá una velocidad mayor, sin embargo, la pared del vagón de ese lado va a estar alejándose de esa

bola. En el caso contrario, que es disparada hacia el sentido contrario del movimiento del vagón va a tener una velocidad menor pero la pared de ese lado se está acercando hacia esa bola, entonces llegan en tiempos iguales, no importa si es para adentro o para afuera.

Para OA, las bolas también llegan en el mismo tiempo, pero para él las velocidades sí son distintas porque le tenemos que sumar la velocidad del vagón, la tenemos que tener en cuenta. Los que dicen que llegan a distinto tiempo no tienen en cuenta que el vagón se está moviendo. Tienen velocidades distintas, sí, pero como el vagón se está moviendo una pared se está alejando y a esa pared que se está alejando, la bola va con mayor velocidad, o sea, tiene que recorrer más trayectoria, aunque tenga más velocidad y la otra bola que tiene una menor velocidad la pared se le está acercando. Entonces esto hace que se compensen esos dos factores y que las bolas lleguen al mismo tiempo, eso es lo que deben tener en cuenta los equipos que piensan que las bolas llegan a distintos tiempos, que el vagón está en movimiento, el vagón no está estático, el vagón se está moviendo y por eso llegan al mismo tiempo y se compensan.

C3M2₆: para OA, las bolas llegan en tiempos diferentes.

La tabla 5 muestra que los estudiantes modificaron su predicción para el ítem (a), después de la discusión grupal. Ahora, muchos de ellos tomarían

en cuenta que en el sistema de referencia de OA, las bolas tienen diferente velocidad, pero llegarían al mismo tiempo a las paredes porque la velocidad del vagón afecta la de las bolas y porque, además, las paredes se están desplazando.

Tabla 5. C3₆: Simultaneidad según OA en la respuesta al ítem (a), después de la discusión grupal.

Subcategoría	No. de estudiantes
C3M1 ₆ : las bolas llegan en tiempos iguales	110
C3M2 ₆ : las bolas llegan en tiempos diferentes	18
Total	128

Fuente: elaboración propia.

En la figura 1 se aprecia el cambio en la anticipación de los estudiantes. Entre los 110 estudiantes que al inicio anticiparon que las bolas llegarían en tiempos diferentes, el 84 % dijo después que lo harían juntas. El 91 % de los 18 estudiantes que hicieron la predicción correcta, la mantuvieron. Las expresiones de los estudiantes y los protocolos evidencian que la discusión grupal, promueve nuevos IO, que dirigen la toma de información de los estudiantes hacia las velocidades de las balas y la del vagón, en este sistema de referencia. Por otro lado, un 16 % de los adherentes a la no simultaneidad en la anticipación, mantuvieron su postura y un 9 % de los que habían predicho correctamente la simultaneidad, cambiaron de idea.

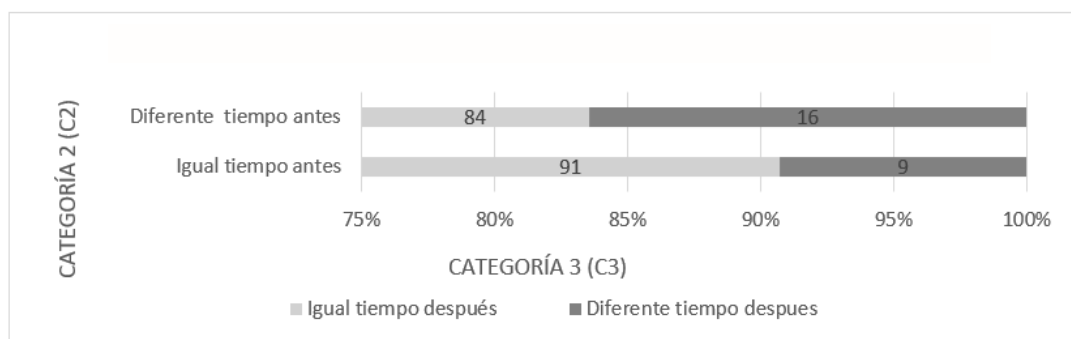


Figura 1. Llegada de los proyectiles a las paredes antes y después de la discusión grupal.

Fuente: elaboración propia.

C4₆: completar la tabla 1 según OV

La tabla 6 muestra que más de dos tercios de los estudiantes completan la tabla con las velocidades de las bolas correctas, en el sistema de referencia de OV. Además, usan apropiadamente el primer postulado y escriben $v'_{\nu} = 0$, es decir consideran a las paredes del vagón en reposo en el sistema de referencia donde está ubicado OV.

Tabla 6. C4₆: completar la tabla 1 para OV.

Subcategoría	No. de estudiantes
C4M1 ₆ : Solo se escribe el módulo	28
C4M2 ₆ : Se escribe el módulo y el signo de manera correcta	100
Total	128

Fuente: elaboración propia.

C5₆: adición de velocidades al completar la tabla 1 para OA

Se identificaron cinco maneras de completar la tabla.

C5M1₆: esta subcategoría describe a quienes consideran que para OA “la bola hacia la izquierda llega antes porque va más rápido” y completan ad hoc la tabla 1 para cumplir con este IO. No componen las velocidades.

C5M2₆: estos estudiantes no adicionan las velocidades y usan los IO: “para el de afuera, llega antes el que va hacia atrás” y “cuando van en igual sentido se resta y en sentido contrario se suma”. Entonces a la rapidez del vagón le restan la del proyectil disparado hacia adelante y para el que salió hacia atrás suman, luego imponen el signo.

C5M3₆: estos estudiantes solo suman la velocidad del vagón para la bola disparada hacia la derecha y utilizan este valor con signo opuesto, como velocidad de la bala disparada hacia la izquierda.

C5M4₆: estos estudiantes adicionan a la rapidez de los proyectiles la del vagón hacia adelante y restan hacia atrás, y al final colocan el signo para indicar el sentido. Ellos no utilizan el IO “en contra se suma y a favor se resta” (figura 2).

C5M5₆: estos estudiantes adicionan la velocidad del vagón y resuelven la suma algebraica: “para OV las bolas van a 0, para cada sentido. Si para OA el vagón va a 80. Entonces la bala derecha va a 90 m/s, y la otra a 70 m/s” (figura 3).

En OV habría que sumar velocidades, pero como el vagón va a 0, esa suma no afecta en nada. Afuera también sumamos las velocidades, como el vagón va a 80, eso hace que cambie la velocidad para las bolas. Quisiera enfatizar que para OA, todas las bolas se mueven en la dirección del vagón a pesar de que sean velocidades distintas”.

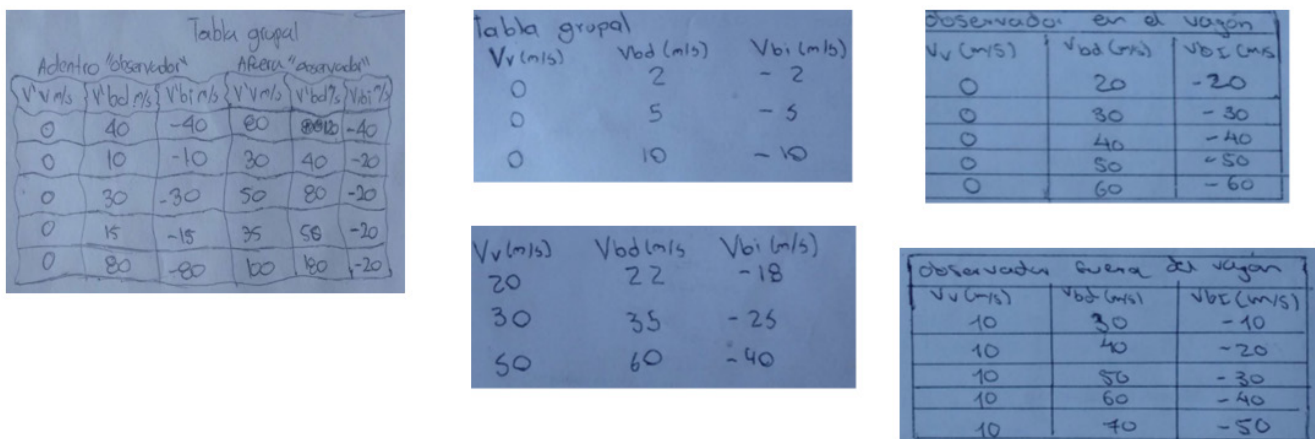


Figura 2. Tablas del ítem (b) de la S6 para OV y OA.

Fuente: fragmento de las imágenes digitalizadas de la resolución de los estudiantes grupo C3.

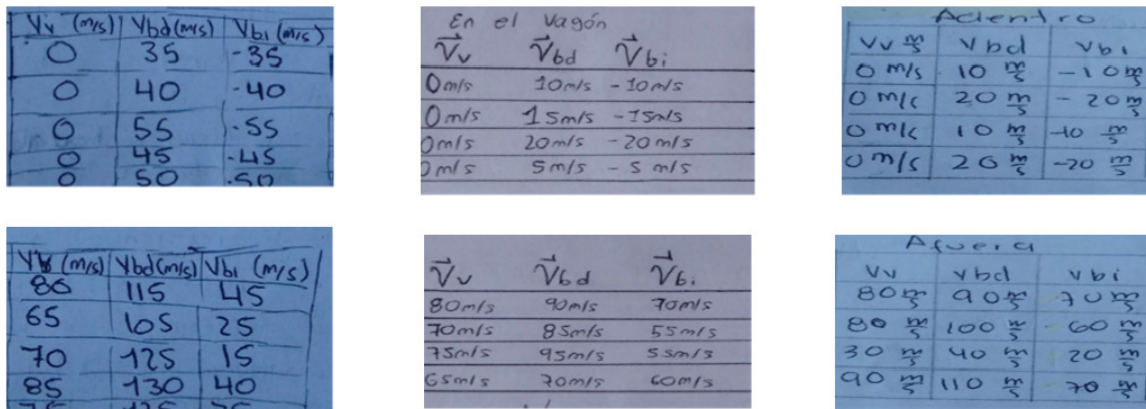


Figura 3. Tablas del ítem (b) de la S6 para OV y OA.

Fuente: fragmento de las imágenes digitalizadas de la resolución de los estudiantes grupo C4.

Tabla 7. C5₆: adición de velocidades al completar la tabla 1 para OA.

Subcategoría	N	%
C5M1 ₆ : <i>ad hoc</i> en acuerdo al IO "la velocidad de la bola izquierda es mayor"	26	20
C5M2 ₆ : se usa el IO "en igual sentido se resta y en opuesto se suma"	22	17
C5M3 ₆ : adicionan solo para la bola derecha y colocan el signo opuesto a la izquierda	13	19
C5M4 ₆ : suman o restan la rapidez del vagón y la bola derecha, o izquierda respectivamente y colocan el signo	36	28
C5M5 ₆ : adicionan las velocidades	31	24
Total	128	100

Fuente: elaboración propia.

La tabla 7 presenta el número de estudiantes en cada subcategoría y el porcentaje.

Los estudiantes de las subcategorías C5M4₆ y C5M5₆ (52 %) utilizan IO adecuados en la adición de velocidades. La figura 4 representa cuántos estudiantes mantuvieron o no la simultaneidad del arribo de los proyectiles, en el sistema de referencia del andén.

La figura 5 muestra porcentualmente cómo se desagregan las formas de realizar la adición de velocidades en el sistema de referencia del andén (OA) según el cambio o la conservación de la predicción sobre la simultaneidad de los proyectiles.

Entre los 64 estudiantes que cambiaron hacia la simultaneidad, el 45 % adiciona velocidades, mientras el 48 % no logra hacerlo, y entre los 43

estudiantes que adhirieron a la simultaneidad desde el comienzo el 70 % adiciona velocidades. Entre los 17 estudiantes que conservan la no simultaneidad, el 47 % adiciona las velocidades bien y el 18 % lo hace solo a la derecha. Finalmente, solo 4 estudiantes involucraron y entre ellos las modalidades de adición no están presentes.

Con respecto al cálculo del encuentro entre los proyectiles y las paredes del vagón para cada observador (ítem (c)), los estudiantes calcularon que los tiempos de llegada son iguales para OV. Pero, muy pocos lo pudieron realizar sin ayuda para el OA. En consecuencia, el profesor resolvió con toda la clase el encuentro y luego los estudiantes lo repitieron para varias filas de la tabla 1.

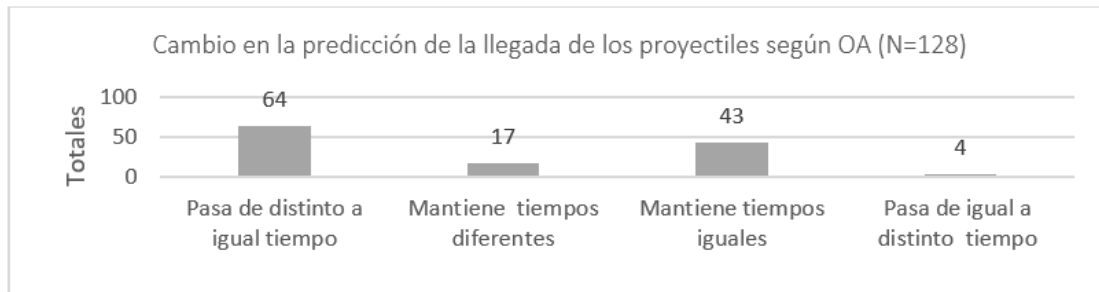


Figura 4. Cambio en la predicción de la llegada de los proyectiles según OA (N=128).

Fuente: elaboración propia.

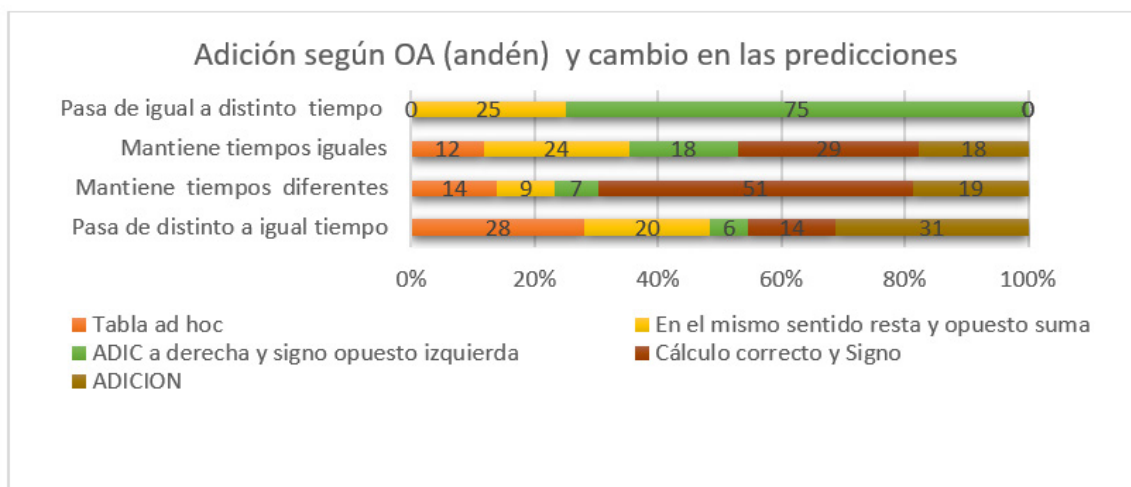


Figura 5. Adición según OA (andén) y cambio en las predicciones.

Fuente: elaboración propia.

b. Categorías de análisis y resultados para S7

Antes de proponer la S7 se identificó que los estudiantes conocían que c es la velocidad límite, su valor en el vacío y que la propagación de c no es instantánea, incluso ofrecieron ejemplos apropiados. El profesor trató con la clase el segundo postulado y la invariancia de c respecto del movimiento de la fuente y luego propuso a los estudiantes la situación 7.

C1₇: simultaneidad de la luz para OV en la anticipación individual del ítem (a)

En la tabla 8 se aprecia que casi todos los estudiantes coinciden en que OV verá llegar los haces de luz simultáneamente a las paredes del vagón.

Tabla 8. C1₇: simultaneidad de la luz para OV.

Subcategoría	Estudiantes
C1M1 ₇ : "Para OV los rayos de luz llegan a igual tiempo"	118
C1M27: No responde	10
Total	128

Fuente: elaboración propia.

C2₇: simultaneidad de la luz para OA, anticipación individual del ítem (a)

C2M1₇: "Para OA los rayos de luz llegan a igual tiempo".

Tanto el OV tanto como el OA ven llegar los rayos de luz al mismo tiempo, ya que c es constante y no

varía, en este caso, la velocidad del vagón no afecta el orden de llegada porque c es constante.

Para ambos observadores los rayos de luz llegan a igual tiempo, ya que el tren y c son constantes, por esto llegan los rayos a igual tiempo, también podemos decir que los rayos recorren la misma distancia entre el observador y la pared, para ambos observadores.

C2M2₇: “Para OA los rayos de luz llegan en diferente tiempo”.

En la tabla 9 se aprecia que en el sistema de referencia de OA, más de dos tercios de los estudiantes anticipan la simultaneidad de los haces de luz.

Tabla 9. C2₇: simultaneidad de la luz para OA ítem (a) individual.

Subcategoría	Estudiantes
C1M1 ₇ : “Para OA los rayos de luz llegan en igual tiempo”	74
C1M2 ₇ : “Para OA los rayos de luz llegan en diferente tiempo”	54
Total	128

Fuente: elaboración propia.

La figura 7 representa porcentualmente cómo la postura respecto a los proyectiles al finalizar la S6, afectaría predicción inicial en S7. El 61 % de los estudiantes que concluyeron la simultaneidad de los proyectiles en la S6, afirman la simultaneidad de la luz en S7 antes de la discusión grupal.

C3₇: simultaneidad de la luz según OA, respuesta individual al ítem (a) luego de la discusión grupal

C3M1₇: “Para OA, los rayos de luz llegarán juntos”.

C3M2₇: “Para OA llega antes el rayo que salió hacia la izquierda pero la diferencia es muy pequeña”.

No van a llegar en tiempos iguales, pero no van a demorarse 5 segundos, sino un tiempo muy diminuto, porque las distancias, se supone que una va ser más larga que otra, pero como c es inmensa, y yo le puse que la distancia del centro a la pared va ser 10 metros, eso es diminuto, sería 0,0000 seg. Por ahí, entonces sí tiene razón, los tiempos van a ser diferentes pero muy diminutos.

Yo había dicho que los rayos de luz para el OA llegaban en distintos tiempos, porque ya no se compensaba con las velocidades una pared se iba alejando y la otra se iba acercando y la c siempre es constante, entonces va llegar una primero y la otra llega después.

Para el OA, los rayos de luz harán contacto en momentos diferentes, sin embargo, la diferencia es mínima e imperceptible. Para nuestro observador, c es constante, no puede variar, ni mermarse ni aumentarse pero a la velocidad del objeto a que va iluminar por decirlo así, que en este caso son las paredes del vagón, el de afuera ve que están en movimiento una se puede alejar una se puede acercar entonces aunque c no varía, el tiempo en el que se encuentran en sí puede variar ya que un objeto se puede acercar a la luz así no le afecte la velocidad.

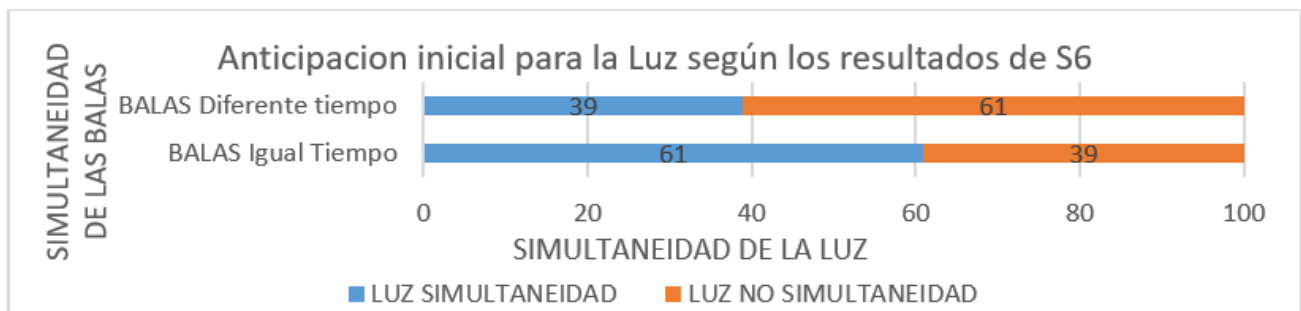


Figura 6. Distribución de las modalidades de C3₆ en las de C2₇.

Fuente: elaboración propia.

C3M3; dificultades para decidir si la diferencia de tiempo en OA existe realmente, o si es un problema de medición

La tabla 10 presenta el número de estudiantes en cada subcategoría. Luego de la discusión grupal, los estudiantes anticipan mayoritariamente la no simultaneidad de los haces de luz en el sistema de referencia de OA. Los invariantes operatorios vinculados a la no adición de c dirigen la toma de información. Según OA las paredes se mueven, como c es constante, entonces la luz llegará antes a la pared de atrás.

Tabla 10. C3; simultaneidad de la luz para OA, después de la discusión grupal del ítem (a).

Subcategoría	Estudiantes
C3M1; "Para OA, los rayos de luz llegarán juntos"	9
C3M2; "Llega antes el rayo que va a la izquierda pero la diferencia es muy pequeña"	108
C3M2; "No lo sé"	11
Total	128

Fuente: elaboración propia.

En la figura 7 se muestra porcentualmente cómo se distribuye la conclusión de la discusión grupal sobre la simultaneidad de la luz según la

anticipación inicial sobre el mismo asunto. Entre los 74 estudiantes que, en principio, sostuvieron la simultaneidad de la luz, el 80 % cambió su posición, y entre los 54 que anticiparon la pérdida de la simultaneidad, el 91 % conservó su idea. Es decir que, al cabo de la discusión grupal, casi todos consideran que en el sistema del andén la luz no llega simultáneamente a las paredes del vagón.

C4; segundo postulado al completar la tabla de S7

C4M1; no se adiciona a c la velocidad del vagón.

La velocidad del vagón es cero para el OV, la velocidad del haz derecho es c , para el izquierdo es lo mismo, pero con signo contrario porque va hacia el otro lado. Para el OA, la velocidad es 20 y la velocidad de la luz es la misma que la del OV porque la velocidad de la luz nunca cambia.

Pusimos dos ejemplos con una velocidad distinta 23 m/s y 25 m/s para mostrar que sin importar que velocidad sea, la velocidad de la luz nunca va a cambiar porque siempre es constante.

C4M1; no responde.

La tabla 11 muestra que la gran mayoría de los estudiantes utiliza el IO "no se suma ni se resta nada a c ".

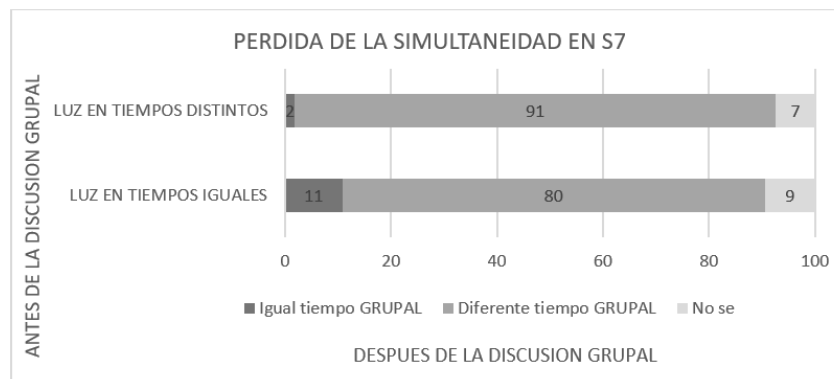


Figura 7. Pérdida de la simultaneidad en S7.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. C4₇: segundo postulado al completar la tabla de S7.

Subcategoría	No. de estudiantes
C4M1 ₇ : No se adiciona a c	109
C4M2 ₇ : No responde	19
Total	128

Fuente: elaboración propia.

C5₇: calcular los tiempos de llegada de la luz con los valores de la tabla

C5M1₇: se realiza el cálculo correctamente y se obtienen tiempos diferentes. En la figura 8 se ilustra cómo los estudiantes realizan ese cálculo.

Para el OA, no se le suma ni se le resta, solo la velocidad del vagón se considera, y eso es lo que marca la diferencia de porque los tiempos son distintos, aunque sea una diferencia muy mínima, casi imperceptible, ¡pero la diferencia está! Y es porque se considera la velocidad del vagón para el OA."

A partir de las ecuaciones se concluye que para OV los rayos de luz llegan al mismo tiempo y que para el OA llega una luz primero que otra, ya que este tiene en cuenta la velocidad del vagón, no como para

OV que está en reposo, a pesar de ser una mínima diferencia, una luz siempre llegará primero que otra.

La diferencia del OA es que él sí contempla la velocidad del vagón y a diferencia la situación anterior a c no se le suma ni se le resta la velocidad del vagón ya que esto es insignificante comparada a c y ya, y que esa velocidad no se puede variar.

C5M2₇: el cálculo es realizado correctamente, pero se añade un signo “-” para indicar el tiempo del haz que viaja hacia la izquierda.

C5M3₇: no se puede realizar el encuentro o se lo hace de manera incorrecta.

La tabla 12 presenta los resultados de esta categoría. Alrededor de dos tercios de los estudiantes realizan el cálculo correctamente, considerando a los que agregan un signo negativo para indicar el tiempo a la izquierda, se llega al 75 %. El resto no puede realizar el cálculo.

4. Discusión de resultados

Los resultados evidencian que, en ambas situaciones, el sistema de referencia del vagón es más sencillo para los estudiantes, pues las respuestas obtenidas

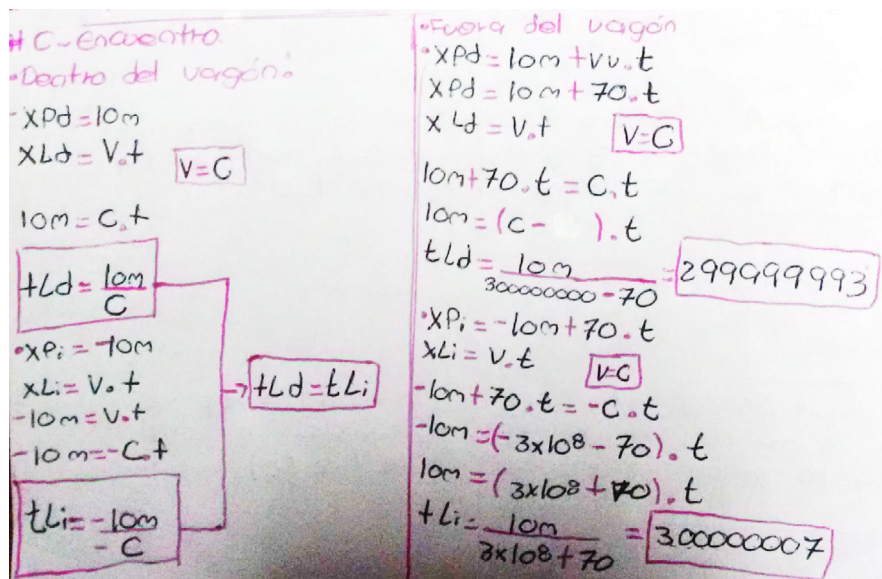


Figura 7. Dualidad interactiva-relaciones CyT. (PT4.1VR).

Fuente: elaboración propia.

son mayoritariamente correctas. Destacamos que ellos usan apropiadamente el primer postulado y consideran que, según el observador dentro del vagón, el tren está en reposo. Este resultado se atribuye a la primera fase de la secuencia, que permite conceptualizar el primer postulado (OTERO, ARLEGO, PRODANOFF, 2015, 2016; OTERO, ARLEGO, 2016; OTERO, ARLEGO, MUÑOZ, 2016).

Tabla 12. C5₇: pérdida de simultaneidad (OA). Cálculo de los tiempos para la luz.

Subcategoría	Estudiantes
C5M1 ₇ : se realiza el cálculo bien y se obtienen tiempos diferentes	81
C5M2 ₇ : se calcula bien y se obtienen tiempos diferentes, pero se agrega un signo “-”	18
C5M3 ₇ : se realiza el cálculo mal	29
Total	128

Fuente: elaboración propia.

Contrariamente, en ambas situaciones, surgen dificultades en el sistema de referencia del andén donde se ubica OA. Sin embargo, la S6 ofrece más dificultades a los estudiantes que la S7. Esto se debería a que en S7 los estudiantes diferencian conocimientos ya aprendidos en la S6 y contemplan también el segundo postulado. Particularmente para OA, es de interés analizar los cambios en las predicciones de los estudiantes sobre el arribo de los proyectiles a las paredes. Cuando la mayoría de los estudiantes anticipa “que llegará primero la bola que salió hacia atrás”, los invariantes operatorios que controlan la toma de información y las inferencias son: “la bola y la pared de atrás van al encuentro” y “en contra se suma y a favor se resta”. Es decir, como “la bola disparada hacia atrás y la pared izquierda del vagón”, van una al encuentro de la otra, entonces dicha bala “sería más rápida que la disparada hacia adelante”, pues esta persigue a la pared. La discusión grupal los estudiantes que desde el inicio consideran que las bolas llegarán juntas, así como la puesta en común a toda la clase, producen otros invariantes. Los que cambian y afirman que

las bolas llegan simultáneamente, advierten que es preciso considerar que las balas tienen velocidades diferentes al adicionar la velocidad del vagón, según OA (andén). Así, algunos explican que los tiempos resultan iguales porque habría una *compensación* –la bala hacia adelante tiene agregada la velocidad del vagón, pero esto se compensa porque la pared de adelante aleja de ella con la misma velocidad– (véanse las transcripciones para la categoría C3 en la situación 6).

Casi todos los estudiantes completaron la tabla 1 correctamente con las velocidades según OV, mientras utilizaron varias formas de hacerlo para OA. Tales maneras de calcular las velocidades de las bolas indicarían distintos progresos en la conceptualización de la adición de velocidades galileana. Es importante notar que el IO “en contra se suma y a favor se resta” corresponde a un caso habitual de la adición de velocidades en la vida cotidiana, sobre el que los estudiantes acumulan mucha experiencia, cuando conducen su bicicleta o viajan en automóvil o en el metro, y se preguntan por la velocidad de otros móviles. Pero en la situación 6, ellos deben hacer a un lado esa experiencia, pues se pregunta por la velocidad de un objeto lanzado desde un sistema en movimiento. La tercera modalidad de la categoría C5₆ (véase la tabla 9 y la figura 2) identifica un primer paso en la conceptualización de la adición, siendo la más frecuente. El cálculo se utiliza el IO “en contra se resta y a favor se suma, y luego se coloca el signo”. La adición de velocidades es fundamental para comprender físicamente por qué las balas en el sistema de referencia de OA llegarían juntas. En este proceso, la tarea de llenar la tabla es muy importante para promover el análisis sobre cómo calcular la velocidad de cada bola. Puesto que las categorías se construyen a partir de los protocolos individuales, es decir de lo que cada estudiante decidió escribir para entregar al finalizar la clase, es posible inferir que ahora la mayoría dejó de utilizar el teorema “en contra se suma y a favor se resta”.

Al analizar la relación entre los estudiantes que cambiaron o no su anticipación sobre el arribo de

los proyectiles y la adición de velocidades propuesta en el ítem (b), se construyó una variable que tiene las cuatro posibilidades, según se aprecia en la figura 5 y cruzamos esta categoría con la adición de velocidades. El análisis muestra que hay una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables. Es decir, la figura 6 muestra que para el caso de los proyectiles, la adición de velocidades desde sus variantes más primitivas hasta la correcta, está relacionada con el cambio desde no simultaneidad a simultaneidad, o con la conservación de esta idea. La inestabilidad y el carácter contingente y oportunista de la conceptualización se reflejan en que aun los estudiantes que persisten en la no simultaneidad de los proyectiles en el ítem (a), luego comienzan a adicionar velocidades en forma apropiada al completar la tabla 1. Remarcamos que este ítem solicita explicitar numéricamente la adición de velocidades galileana y que, históricamente, su formulación matemática recién fue realizada por Newton, lo cual revela las dificultades conceptuales que entraña.

Con respecto al cálculo de los tiempos para OA, los estudiantes no lograron realizarlo solos, ya que ignoraban cómo plantear el problema de encuentro. Esto fue realizado con el profesor, varias veces.

En la situación 7, observamos que en la primera anticipación individual, la mayoría de los estudiantes predice incorrectamente la simultaneidad del arribo de los haces de luz, porque inicialmente se basan en lo ocurrido con los proyectiles (figura 7). Sin embargo, luego de la discusión grupal y la puesta en común, se produce un cambio en lo que los estudiantes afirman para el observador en el andén. Muchos estudiantes que afirmaban la simultaneidad de la llegada de la luz a las paredes afirman ahora la pérdida de la simultaneidad, tal como se aprecia en la figura 7. Este cambio obedecería a que los estudiantes comienzan a aplicar el segundo postulado, c es la misma en ambos sistemas, y para el observador en el andén, las paredes del vagón se acercan o alejan de la luz respectivamente.

La manera en que los estudiantes calculan las velocidades en el ítem (b) de la situación 7, muestra

que casi todos aplican el segundo postulado, como muestra la tabla 11. Destacamos que la mayoría de los estudiantes pueden calcular el encuentro por sí mismos, y constatar la diferencia de tiempo y su pequeño valor, según se aprecia en la tabla 12. Destacamos que, al no haber adición para c , las ecuaciones de movimiento son matemáticamente sencillas y los estudiantes repiten el cálculo del encuentro que aprendieron en la situación 6.

5. Conclusiones

Los resultados evidencian la relevancia de los invariantes operatorios al seleccionar información, las inferencias que realizan los estudiantes y la complejidad del proceso de conceptualización. El análisis de la S6 muestra resultados prometedores sobre cómo los estudiantes pueden llegar a utilizar apropiadamente la adición de velocidades. En este sentido, sería importante realizar este tipo de tareas en la enseñanza de la cinemática clásica, considerando casos de la adición que no son habituales en la vida cotidiana, pero que podrían tratarse si se proponen las situaciones adecuadas. La situación 6 permite tomar conciencia de que el segundo postulado elimina toda posibilidad de *compensación* para la velocidad de la luz. Es decir que la pérdida de simultaneidad no se debería a un problema de medición, sino al hecho de que el haz izquierdo recorre una distancia menor que el derecho –con velocidad c – incidiendo antes en la pared izquierda del vagón. Los resultados sugieren que las situaciones dirigidas a usar, explicitar y tomar conciencia de los invariantes operatorios vinculados a la adición de velocidades galileana colaboran en la comprensión de la relatividad de la simultaneidad y permiten cuestionar el carácter absoluto del tiempo en los primeros años de la secundaria básica. Por otro lado, se muestra la importancia de cuestionar el tratamiento de la cinemática clásica y de la relatividad especial realizada por los textos de física elemental para la secundaria y la universidad, en los cuales, la relatividad del movimiento y la adición de velocidades clásica son superficialmente tratados

ya que se privilegia la lógica disciplinar en lugar de considerar la lógica del aprendizaje de los estudiantes, como sería esperable de textos didácticos.

6. Referencias Bibliográficas

- ALONSO, M.; FINN E.J. **Física**. Editorial Addison-Wesley Interamericana. Massachusetts, EE.UU. 1995.
- ANGOTTI, J.A. *et al.* Teaching relativity with a different philosophy. **American Journal of Physics**. College Park. n. 46, pp.1258-1262. 1978.
- ARLEGO, M.; OTERO, M.R. Teaching basic special relativity in high school: the role of classical kinematics. **International Journal of Physics and Chemistry Education**. Bremen. v. 9, n. 1, pp. 9-12. 2017.
- DIMITRIADI, K.; HALKIA, K. Secondary Students' Understanding of Basic Ideas of Special Relativity. **International Journal of Science Education**. Londres. v. 34, n. 16, pp. 2565-2582. 2012. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.705048>. Visitado en: junio de 2018.
- DIMITRIADI, K.; HALKIA, K.; SKORDOULIS, C. An attempt to teach the theory of special relativity to students of upper secondary education. In: ÇAKMAKCI, G.; TASAR, M.F. (eds.), **Proceedings of ESERA 2009 "Contemporary science education research: Learning and assessment"**. Ankara: Turquía. 2009. pp. 183-187.
- GÜRTLER, L.; HUBER, G.L. Modos de pensar y estrategias de la investigación cualitativa. **Liberrabit**, Lima, Perú, v. 13, n. 13, pp. 37-52. 2007.
- HEWSON, P.A. A case study of conceptual change in special relativity: the influence of prior knowledge in learning. **European Journal of Science Education**, Londres. n. 4, pp. 61-76. 1982.
- HOSSON, C., KERMEN, I., PARIZZOT, E. Exploring students' understanding of reference frames and time in Galilean and special relativity. **European Journal of Physics**, Londres. n. 31, pp. 1527-1538. 2010. <http://dx.doi.org/10.1088/0143-0807/31/6/017>
- MERMIN, N.D. **It's about time: understanding Einstein's relativity**. Princeton University Press. Nueva Jersey. EE. UU. 2005.
- OTERO, M.R.; ARLEGO, M. **Secuencia para enseñar la Teoría Especial de la Relatividad en la Escuela Secundaria**. Ed. UNICEN. Tandil, Argentina. 2016.
- OTERO, M.R., ARLEGO, M.; MUÑOZ, E. Enseñanza de la relatividad especial básica en la escuela secundaria: una secuencia didáctica basada en la teoría de los campos conceptuales. In: ACTAS DEL II CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA MATEMÁTICA Y III ENCUESTRO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA, pp. 428-434. 2016.
- OTERO, M.R., ARLEGO, M.; MUÑOZ, E. Relativity of the simultaneity in high school: an analysis based on the Theory of the Conceptual Fields. In TEACHING/LEARNING PHYSICS INTEGRATING RESEARCH INTO PRACTICE *GIREP MPTL*, San Sebastián, España. 2018.
- OTERO, M.R.; ARLEGO, M.; PRODANOFF, F. Design, analysis and reformulation of a didactic sequence for teaching the Special Theory of Relativity in high school. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, San Pablo. v. 37, n. 3, pp. 3401. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731891>. Visitado en: agosto de 2017.
- OTERO, M.R., ARLEGO, M.; PRODANOFF, F. Teaching the basic concepts of the Special Relativity in the secondary school in the framework of the Theory of Conceptual Fields of Vergnaud. **Il Nuovo Cimento**, Bolonia. 38C. 2016. <http://dx.doi.org/10.1393/ncc/i2015-15108-0>.
- OTERO, M.R. *et al.* **La teoría de los campos conceptuales y la conceptualización en el aula de Matemática y Física**. Editorial Dunken. Buenos Aires, Argentina. 2014.
- PANSE, S.; RAMADAS, J.; KUMAR, A. Alternative conceptions in Galilean Relativity: Frames of references. **International Journal of Science Education**, Londres. n. 16, pp. 63-82. 1994.

- PÉREZ, H.; SOLBES, J. Algunos problemas en la enseñanza de la relatividad. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona. v. 21, n. 1, pp. 135-146. 2003.
- PÉREZ, H.; SOLBES, J. Una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona. v. 24, n. 2, pp. 269-279. 2006.
- PIETROCOLA, M.; ZYLBERSZTAJN, A. The use of the principle of relativity in the interpretation of phenomena by undergraduate students. **International Journal of Science Education**, Londres. v. 21, n. 3, pp. 261-276. 1999.
- POSNER, G. *et al.* Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, Nueva York. n. 66, pp. 211-227. 1982.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. **Física. Parte II**. C.E.C.S.A. México. 2009.
- SALTIEL, E.; MALGRANGE, J. Spontaneous' ways of reasoning in elementary kinematics. **European Journal of Physics**, Londres. n. 1, pp. 73-80. 1980.
- SCHERR, R.E. **An investigation of student understanding of basic concepts in special relativity**. Tesis Doctoral, University of Washington, Washington, EE. UU. 2001. Recuperado de <https://digital.lib.washington.edu/researchworks/handle/1773/9681>
- SCHERR, R.E. Modeling student thinking: An example from special relativity. **American Journal of Physics**, College Park. v. 75, n. 3, pp. 272-280. 2007. DOI:10.1119/1.2410013
- SCHERR, R.E.; SHAFFER, P.S.; VOKOS, S. Student understanding of time in special relativity: Simultaneity and reference frames. **American Journal of Physics, Physics Education Research Supplement**, College Park. v. 69, n. S1, pp. 24-35. 2001.
- SCHERR, R.E.; SCHAFFER, P.S.; VOKOS, S. The challenge of changing deeply held student beliefs about the relativity of simultaneity. **American Journal of Physics**, College Park. n. 70, pp. 1238-1248. 2002.
- SERWAY, R.A.; JEWETT, J.W. **Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna**. 7a. ed. Cengage Learning Editores. México D.F. 2009.
- TIPLER, P.; MOSCA, G. **Física para la Ciencia y la Tecnología. Física Moderna. Mecánica cuántica, relatividad y estructura de la materia**. Barcelona, España. Reverté. 2012.
- VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. Grenoble. v. 10, n. 2/3, pp. 133-170. 1990.
- VERGNAUD, G. Pourquoi la théorie des champs conceptuels? **Infancia y Aprendizaje**. Somerville. v. 36, n. 2, pp. 131-161. 2013.
- VILLANI, A.; ARRUDA, S. Special Theory of Relativity, Conceptual Change and History of Science. **Science & Education**, Berlin. v. 7, n. 2, pp. 85-100. 1998.
- VILLANI, A.; PACCA, J. Students' spontaneous ideas about the speed of light. **International Journal of Science Education**, Londres. n. 9, pp. 55-66. 1987. www.sbfisica.org.br



PAISAGENS SONORAS, MÚSICA E INDÚSTRIA CULTURAL: PROBLEMATIZAÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA

SOUND LANDSCAPES, MUSIC AND CULTURAL INDUSTRY: PROBLEMATIZATION IN PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS EDUCATION

PAISAJES SONOROS, MÚSICA E INDUSTRIA CULTURAL: PROBLEMATIZACIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE FÍSICA

José de Oliveira Costa Junior*, Noemi Sutil**, João Amadeus Pereira Alves***

Cómo citar este artículo: Costa, J.O., Sutil, N. y Pereira Alves, J.A. (2019). Paisagens sonoras, música e industria cultural: problematização na formação inicial de profesores de física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 322-339. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13852>

Resumo

Neste trabalho são explicitadas considerações sobre atividades educacionais envolvendo análise de paisagens sonoras, música e indústria cultural, desenvolvidas com estudantes de um curso de Licenciatura em Física, numa instituição de Ensino Superior na cidade de Curitiba, estado do Paraná, Brasil, em 2016. Este trabalho possui fundamentos na Teoria Crítica, conforme proposições de Theodor Adorno, na teoria da ação dialógica, de Paulo Freire, e em estudos de paisagens sonoras, de acordo com Raymond Murray Schafer. As ações compreendidas neste trabalho agregaram a identificação e a caracterização de elementos de paisagem sonora e música, com estabelecimento de relações com a indústria cultural. Nesse contexto foram constituídos dados por meio de observação direta, com registros escritos em diário de campo e gravações em áudio, assim como produções escritas dos participantes. Esses dados foram analisados conforme pressupostos e características de análise de conteúdo apresentada por Laurence Bardin. Entre

Recibido: 18 de septiembre de 2018; aprobado: 26 de diciembre de 2018

* Licenciado em Física e Mestrando em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica - PPGFCET pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (Brasil). Docente da Secretaria de Estado da Educação do Paraná - SEED (Brasil). Correio eletrônico: thejosephjr@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0064-4052>

** Licenciada em Física e Mestre em Educação pela Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG (Brasil). Doutora em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP (Brasil). Docente e pesquisadora do Departamento Acadêmico de Física e Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica - PPGFCET da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (Brasil). Correio eletrônico: noemisutil@utfpr.edu.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3095-3999>

*** Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG (Brasil). Mestre e Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP (Brasil). Docente e pesquisador do Departamento Acadêmico de Física e Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica - PPGFCET da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (Brasil). Correio eletrônico: joaoalves@utfpr.edu.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1850-0260>

os resultados podem ser destacados avanços em relação ao desenvolvimento de percepção auditiva, aprendizagem de conteúdos de Física, críticas à paisagem sonora observada, aspectos musicais e reflexão em relação às imposições da indústria cultural.

Palavras chaves: ensino, aprendizagem, formação inicial.

Abstract

In this paper, we explained considerations on educational activities involving analysis of sound landscapes, music, and cultural industry, developed with undergraduate students in Physics Teacher Education course, in a University at Curitiba city, State of Paraná, Brazil. in 2016. This work has its grounds on Critical Theory, according to propositions of Theodor Adorno, on Theory of the Dialogic Action, by Paulo Freire, and on studies of soundscapes, according to Raymond Murray Schafer. The actions included in this work comprehended the identification and characterization of elements of soundscapes and music, establishing relations with the cultural industry. In this context, data were collected through direct observation, with written records in field diary and audio recordings, as well as written productions of the participants. These data were analyzed according to assumptions and characteristics of Content Analysis presented by Laurence Bardin. Among the results it can be highlighted advances concerning the development of listening perception, learning of Physics contents, critics towards the observed soundscapes, and reflections about the impositions of the cultural industry.

Keywords: teaching, learning, initial training, physics teaching and music, physics and culture.

Resumen

En este trabajo se explicitan consideraciones sobre actividades educativas involucrando análisis de paisajes sonoros, música e industria cultural, desarrolladas con estudiantes de un programa de Licenciatura en Física, en una Institución de Educación Superior, en la ciudad de Curitiba, estado de Paraná, Brasil, en 2016. Este trabajo tiene fundamentos en la teoría crítica, según la propuesta de Theodor Adorno; en la *teoría de la acción dialógica*, de Paulo Freire, y en estudios de paisajes sonoros, de acuerdo con Raymond Murray Schafer. Las acciones comprendidas en este trabajo permitieron la identificación y la caracterización de elementos de paisajes sonoros y de música, estableciendo relaciones con la industria cultural. En ese contexto fueron constituidos datos por medio de la observación directa, con registros escritos en un diario de campo y grabaciones en audio, así como producciones escritas de los participantes. Estos datos se analizaron según los supuestos y las características de *análisis de contenido* presentada por Laurence

Bardin. Entre los resultados se destacan avances en relación al desarrollo de la percepción auditiva, el aprendizaje de contenidos de Física, críticas al paisaje sonoro observado y aspectos musicales, y la reflexión sobre las imposiciones de la industria cultural.

Palabras clave: enseñanza, aprendizaje, formación inicial.



Introdução

Os aspectos sonoros das realidades vivenciais dos sujeitos contemporâneos expressam tendência à imposição social e cultural em detrimento de possibilidades de opção. Esses fatores compreendem as paisagens sonoras e a música. Perpassam cenários imersos em controvérsias no escopo das relações entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e arte.

No domínio da educação científica, por outro lado, há demanda por extrapolação de abordagem meramente linguístico-conceitual desprovida de articulações contextuais problematizadoras. Em relação à Física, explicita-se a crítica à abordagem restritiva desses aspectos sonoros, circunscritos em diversas situações à apresentação das características ondulatórias do som (MONTEIRO JÚNIOR, 2012).

Em estudo de revisão de literatura foram analisados 23 artigos, publicados nos eventos brasileiros Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), entre os anos 2006 e 2016, que discutem a abordagem de conceitos físicos articulados a aspectos sonoros e musicais. Nesses trabalhos, evidenciou-se pouca relação desses conteúdos com os contextos vivenciais dos estudantes.

Essa ausência de aprofundamento na análise da relação entre sons e realidade vivencial remete a demanda por atividades educacionais que visem essa abordagem, que envolvam a articulação entre paisagens sonoras, música e seus aspectos científicos, tecnológicos, sociológicos, ambientais, artísticos e culturais em sala de aula.

Ressalta-se, contudo, que para essa articulação entre os conhecimentos de Física e contextos dos sujeitos, faz-se necessário que o indivíduo “saiba ouvir”, para que possa fazer discernimentos sobre as características daquilo que escuta. Nesse sentido, SCHAFER (2001) destaca:

Sempre achei que a educação pública é o mais importante aspecto do nosso trabalho. Em primeiro lugar precisamos ensinar as pessoas como ouvir

mais cuidadosa e criticamente a paisagem sonora; depois precisamos solicitar sua ajuda, parar e planejá-la. Em uma sociedade verdadeiramente democrática, a paisagem sonora será planejada por aqueles que nela vivem, e não por forças imperialistas vindas de fora. (p. 12)

Paisagem sonora, no escopo das definições desse autor, refere-se aos sons diversos, de procedências variadas, associados a um ambiente. Em um segundo momento, é importante viabilizar ao aluno refletir sobre os elementos sonoros que o rodeiam, para caracterizar sua pertinência na composição da paisagem sonora cotidiana.

Como consequência disso, é possível fazer uma extensão dessa caracterização de escuta crítica para investigar a situação da produção musical imposta pela mídia. Existe a possibilidade, também, de análise em relação aos padrões que são estabelecidos e ao modo como é tratada a necessidade de enquadramento nesses modelos. É necessária a diferenciação entre entretenimento e elaborações que compõem a ideologia musical. Nesse cenário, o filósofo e compositor alemão Theodor Adorno situa a problemática associada à standardização.

O prazer do momento e da fachada de variedade transforma-se em pretexto para desobrigar o ouvinte de pensar no todo, cuja exigência está incluída na audição adequada e justa; sem grande oposição, o ouvinte se converte em simples comprador e consumidor passivo. (ADORNO, 2002 p. 168)

Partindo desses pressupostos, pode-se associar o conceito de problematização de Paulo Freire, para denúncia dessa standardização e escolha pré-determinada em termos de indústria cultural. Nesse sentido, este trabalho, que envolve pesquisa qualitativa e observação participante, agrega objetivos formativos associados à crítica e criatividade no que concerne aos sons em suas relações com ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e arte. Dessa forma, enfatiza-se a seguinte questão de pesquisa:

Que possibilidades formativas podem ser identificadas a partir do desenvolvimento de atividades educacionais para problematização de paisagens sonoras e música?

Nessa perspectiva, apresenta-se o delineamento de um conjunto de atividades educacionais para a problematização de paisagens sonoras e música, desenvolvidas com estudantes de curso de Licenciatura em Física. Em caráter avaliativo de pressupostos formativos foram identificadas e analisadas as relações estabelecidas pelos discentes entre paisagens sonoras e música e aspectos científicos, sociais, ambientais e culturais.

1. Paisagens sonoras

Segundo SCHAFER (2001), com o advento do cristianismo, houve mudanças de ênfase de percepção e a imagem de Deus passou de forma despercebida de auditiva para visual. Antigas religiões tinham como reflexo da presença de Deus, ou deuses, sons. Isto poderia ser relacionado à voz que se comunicava com os seres humanos. Poderia ainda ser associado aos trovões de Zeus e ao rugido dos mares de Poseidon.

O desencadeamento de formas de expressão visual trouxe, de certo modo, uma acomodação auditiva ao ser humano, ocasionando a perda de grande parte da capacidade de perceber as coisas ao seu redor a partir dos sons. Isto implicava somente observar a partir daquilo que os olhos veem.

No ocidente, o ouvido cedeu lugar ao olho, considerado uma das mais importantes fontes de informação desde a Renascença, com o desenvolvimento da imprensa e da pintura em perspectiva. Um dos mais evidentes testemunhos dessa mudança é o modo pelo qual imaginamos Deus. Não foi se não na Renascença que esse Deus se tornou retratável. Anteriormente ele era concebido como som ou vibração. (SCHAFER, 2001 p. 27)

Além desses aspectos, há diversos fatores seletivos na capacidade visual do ser humano, que faz

com que aquilo que será visto seja distinguido, de modo que o indivíduo enxergue o que seja relevante naquele momento. De forma similar ocorre em termos auditivos. Entretanto, na audição esse processo ocorre de maneira menos acentuada, considerando que há muito mais elementos visuais em um cenário do que sonoros. Por outro lado, a relevância desses componentes é tratada de forma diferenciada (SCHAFER, 2001).

A audição é o último sentido a “fechar” antes de dormir e o primeiro a “despertar” antes de acordar, sendo assim é o responsável por reações que possam vir a ser tomadas, de maneira automática, para preservar o organismo. Por isso, a acomodação auditiva pode ser em algumas situações prejudicial ao ser humano, quando se blinda o cérebro para um possível alerta a uma ameaça iminente, em que não haverá respostas proporcionais para o que está por vir (SCHAFER, 2001).

No escopo das considerações de SCHAFER (2001), ressalta-se que quando há demasiados sons em um ambiente específico, ou há uma convivência diária com determinados níveis de ruídos, isto faz com que elementos sonoros de alertas particulares sejam ignorados. Por exemplo, uma pessoa que trabalha em um escritório, que fica à margem de uma via expressa onde passam ônibus, convive diariamente com os sons desses veículos. Certo dia, esse sujeito está mais distraído que o de costume, atravessa a rua e não repara na buzina do ônibus que avisa sobre perigo. A audição tem como função primitiva ser o primeiro alarme contra iminentes ameaças. Se há uma acomodação auditiva com um ambiente, dado o demasiado índice de ruídos, os indivíduos se tornam vulneráveis a riscos que ficam fora do campo de visão. Nesse sentido, relaciona-se, também, o estudo de paisagens sonoras.

Conforme SCHAFER (2001), os estudos de paisagens sonoras têm como principal característica uma análise de elementos que compõem os cenários. Busca-se a diferenciação em categorias, as quais possam posteriormente levar os indivíduos a uma análise do grau de relevância de cada um dos sons no dia a dia. Esse estudo pode ser associado ao que

PAULO FREIRE (1970) nomeia como teorização sobre uma dada problematização, em que um sujeito investiga todos os elementos que compõem certa conjuntura. Em seguida, examina-se a relevância de cada componente em relação ao contexto. Nesse aspecto, MONTEIRO JÚNIOR (2012) destaca:

Baseados na tese que a dialogicidade freireana é o caminho por meio do qual seres conscientes, “estando sendo” problematizadores do mundo, reconstroem-no e a si mesmos, assumimos, a priori, que as paisagens sonoras constituem um caminho de transversalidade que, nesse modo dialógico problematizador do mundo tecnológico e cultural, pode revelar temas geradores por meio dos quais os licenciandos podem construir elementos conscientizadores das potencialidades da ciência e da matemática como construtoras de autonomia e criticidade em torno da educação sonora. (MONTEIRO JÚNIOR, 2012 p. 9)

Em relação aos sons, esse processo pode ser associado ao estudo de suas origens, sua evolução e o grau de influência nas situações vivenciais.

Na análise da evolução histórica visual de um cenário, a comparação entre fotografias com diferença de alguns anos já traz à tona uma série de mudanças que podem ser observadas. Em contrapartida, no estudo da evolução sonora de um cenário é escassa a quantidade de dados com os quais se possa fazer uma comparação. Quais eram os sons característicos de uma determinada região há 10 anos? Ou qual era a intensidade sonora de determinados ruídos?

A qualidade sonora do lugar onde se reside reflete diretamente na saúde. Um exemplo disso é a influência direta no sono. Conforme o grau de agitação de uma paisagem sonora que cerca o indivíduo, o ouvido passa informações para o cérebro e o descanso relativo do organismo é proporcional a essa interação (SCHAFER, 2001).

Apesar dos cenários urbanos perderem gradualmente a maioria das características primitivas, deve-se levar em consideração as outras espécies que convivem no mesmo ambiente. Outro problema,

decorrente parcialmente da tumultuada paisagem sonora que constitui as grandes metrópoles, envolve reclamações de moradores em relação aos ruídos causados por pássaros que estão acordando mais cedo. Isso permite uma análise em duas vias: qual é a influência desses ruídos na rotina dos moradores locais? Quais são as possíveis medidas a serem tomadas para mediar o problema? Ou, considerando os pássaros como foco a ser analisado, qual é a principal causa desse fenômeno?

Nessa situação, a paisagem sonora constitui parcialmente o problema, o que demanda uma análise mais ampla e diferenciada. Esse exame envolve o estudo de paisagens sonoras e seus reflexos no ambiente. O estudo de sons característicos de cada região, que vêm sendo gradualmente suprimidos pelos sons da cidade que envolve constante mudança, também, representa um foco de demasiada importância.

Os sons das bateras (embarcações adaptadas com um motor de dois tempos utilizadas na atividade pesqueira) da baía de Paranaguá (próxima à cidade de Curitiba), por exemplo, que podiam ser ouvidos no centro da cidade há alguns anos atrás, hoje em dia, só podem ser identificados à beira de um rio afluente, quando não há buzinas de navios que ofusquem a sonoridade das pequenas embarcações. Esses sons eram muito característicos à população; quando os ouviam, os moradores sabiam que estava quase na hora de voltarem para casa, após o trabalho.

Essas mudanças desenfreadas nas cidades trazem reflexos na identidade cultural de um povo. O fandango, música típica do litoral do estado do Paraná, a cada dia se torna mais difícil de encontrar. É necessário adentrar a Ilha dos Valadares (pertencente à baía de Paranaguá) de modo a resgatar algumas raízes da música paranaense. Em contrapartida, bailes com música que estão nas mídias são encontrados em diversos lugares da região. Apesar dos esforços de prefeituras em manter vivas as tradições dessa região litorânea, cada dia é mais iminente a extinção da tamanca (calçado de madeira para reprodução de sons percussivos

em tablado de madeira) e da rabeça (instrumento medieval de três ou quatro cordas) que remetem ao fandango.

Logo, uma análise de elementos constituintes do cenário musical poderá trazer como resultado uma identificação de padrões impregnados que não fazem parte da cultura local, e viabilizar ao indivíduo uma reflexão sobre suas raízes.

2. Estudo de paisagens sonoras

Como já abordado anteriormente, a descrição de alterações de elementos de paisagens sonoras constituintes de um local, que passou por demasiadas mudanças em um determinado período de tempo, possui uma defasagem muito grande no histórico de informações. Afinal, quantos decibels marcavam o horário de pico de trânsito na cidade de Curitiba na década de 1990? A memória sonora não costuma ser documentada na mesma recorrência da visual. Na maioria das vezes, ela só sobrevive nos relatos de moradores antigos, ou seja, persiste somente enquanto aqueles que a vivenciaram ali permanecerem.

Isto traz dificuldades para se estabelecer um quadro de evolução de tipos e intensidades de fontes sonoras com o passar dos tempos ou verificar se um ruído vindo de um advento posterior suprime seu antecessor. Por exemplo, desde quando os motores dos ônibus passaram a encobrir o canto dos pássaros? Assim, a caracterização de alguns elementos da paisagem sonora e seu desenvolvimento temporal apresentam informações defasadas por não existir uma cultura de registro da memória sonora.

A paisagem sonora é feita de diversos componentes, os quais podem ser característicos de cada região (SCHAFER, 2001). Um pássaro que canta no Sul, uma espécie endêmica do Brasil, não necessariamente o faz no Norte; nem mesmo o barulho do mar de uma cidade litorânea pode ser percebido ao pé da serra. Cada componente corresponde a uma categoria, o canto dos pássaros se enquadra em sons vivos, enquanto o barulho do mar é associado à modalidade de sons da natureza.

Quando se analisa uma paisagem sonora, deve ser feita uma categorização que favoreça a análise pretendida, de modo que viabilize a pesquisa. Os sons de uma única fonte podem ser interpretados em âmbitos diferenciados. Por exemplo, o som de um músico tocando seu violão ligado em uma caixa elétrica pode ser categorizado tanto como pós-advento da eletricidade quanto em relação à criação do instrumento. Caso o enfoque do estudo seja mais histórico e cultural, a classificação que se enquadra na evolução do instrumento apresenta-se interessante, enquanto em uma investigação voltada à relação entre o som e conhecimentos científicos, a categoria de elemento pós-advento da eletricidade seria mais adequada (SCHAFER, 2001).

A influência dos elementos constituintes de uma paisagem sonora ou a ausência desses componentes pode ocasionar determinadas reações em vizinhanças. Moradores do campo podem sentir dificuldades em dormir em grandes metrópoles, devido a demasiados ruídos, enquanto a quietude do campo pode incomodar alguns residentes da cidade. Marcos sonoros podem ser extremamente importantes para populações locais. Podem ser destacados como exemplos os casos de pessoas que moram na praia e se sentem à vontade com o barulho do mar ou moradores de tundra que se incomodam com ruídos que quebram o silêncio da neve. O exemplo do galo cantando pela manhã virou uma ilustração de acordar cedo para quem vive em uma fazenda ou da rotina no campo.

Nesse sentido, destaca-se a problematização de paisagens sonoras, com a análise de seus elementos característicos que influenciam diretamente na realidade vivencial de comunidades. Esse estudo pode ser associado à formação cultural no âmbito educativo.

3. Indústria cultural

Nesse processo de problematização de paisagens sonoras e música se relaciona a indústria cultural, que se refere a um termo que foi explicitado pelo filósofo alemão Theodor Adorno em referência a

um modo lógico de se fazer cultura a partir de uma perspectiva industrial. O cinema é um exemplo muito usual para o caso, um filme que almeja alcançar um grande grupo de pessoas tem que fazer com que aquele que o está assistindo busque uma identidade em algum personagem. Então, criam-se padrões de personagens e tramas, além da própria produção em si, de modo que quando se tem uma obra que faz sucesso, logo essa lógica por trás da tela é copiada e inserida com alguns elementos diferentes em contextos da realidade vivencial.

A suspeita de antigos críticos culturais se confirmou: em um mundo onde a educação é um privilégio e o aprisionamento da consciência nos impede de toda maneira o acesso das massas a experiências autênticas das formações espirituais, já não importam tanto os conteúdos ideológicos específicos, mas o fato de que simplesmente haja algo preenchendo o vácuo da consciência expropriada e desviando a atenção do segredo conhecido por todos. No contexto de seu efeito social, é talvez menos importante saber quais as doutrinas ideológicas específicas que um filme sugere aos seus espectadores do que o fato de que estes, ao voltar pra casa, estão mais interessados nos nomes dos atores e seus casos amorosos. (ADORNO, 2002 p. 94)

Como consequência direta desse processo de padronização, o modo de criação, e toda a liberdade que demanda, acaba sendo limitado, uma vez que o sujeito não tem poder de escolha, os padrões se repetem, pois já se comprovaram uma fonte rentável de lucro com o passar do tempo. A partir do momento que grandes massas adotam esses modelos, que são proliferados pela indústria cultural, cria-se uma grande crise de autenticidade, na qual indivíduos que busquem características únicas são tratados de maneira preconceituosa por aqueles que têm a necessidade de estar na “moda”.

Ao mesmo tempo que a indústria cultural convida a uma identificação ingênua, logo e

prontamente ela é desmentida. A ninguém mais é lícito esquecê-lo. Anteriormente, o espectador do filme via as próprias bodas nas bodas do outro. Agora os felizes no filme são exemplares pertencentes à mesma espécie de cada um que forma o público, mas nessa igualdade é colocada a insuperável separação dos elementos humanos. A perfeita semelhança é a absoluta diferença. A identidade da espécie proíbe a dos casos. A indústria cultural perfidamente idealizou o homem como ser genérico. Cada um é apenas aquilo que qualquer outro pode substituir: Coisa fungível, um exemplar. (ADORNO, 2002 p. 42-43)

Nesse sentido, cabe situar a música. Ela serve como panorama para diversos momentos da vida, agregando a busca de fundo musical para atividades ou circunstâncias do cotidiano. “A música forma o melhor registro permanente de sons do passado. Assim, ela será útil como um guia para modificações nos hábitos e nas percepções auditivas” (SCHAFER, 2001 p. 151).

Como uma forma única, cultural e emocional, a música não fica de fora dos olhares da indústria. A partir da afirmação de que são associados muitos momentos com o que se ouve, o domínio industrial busca padrões que trazem soluções prontas para o sujeito, dadas as situações que interessam para o lucro. Assim, a busca por novas experiências se torna algo fora da realidade para aqueles que se identificam com esses modelos impostos.

O estudo de paisagens sonoras se alia a uma visão crítica da indústria cultural, em seu envolvimento com a música, viabilizando elementos de reflexão. A partir do desenvolvimento da capacidade auditiva de uma maneira mais crítica, o estudo das paisagens sonoras pode propiciar a reflexão sobre aquilo que chega aos ouvidos.

Isto pode viabilizar ao indivíduo refletir sobre o contexto no qual está inserido, de identificação e crítica de padrões impostos pela indústria cultural, de modo a se tornar o protagonista das suas próprias escolhas, influenciadas ou não pela indústria cultural. Ele passa a criar novas experiências, ao invés de reproduzir aquilo que lhe é exposto: “quanto mais

o todo é despojado de seus elementos espontâneos e socialmente mediado e filtrado, quanto mais ele é 'consciência', tanto mais se torna 'cultura'" (ADORNO, 2002 p. 95).

4. Aprendizagem

A problematização de paisagens sonoras e de música, ainda, relaciona-se à apropriação linguística e conceitual. Nesse sentido, podem ser associados pressupostos de aprendizagem significativa, que remete ao estabelecimento de relações entre conteúdos já apropriados e novos conhecimentos. Nessa perspectiva são delineadas as modalidades de aprendizagem representacional (elementos representacionais), proposicional (estruturas expressivas) e conceitual. Em relação à vertente conceitual, situam-se os processos de formação e assimilação de conceitos (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Formação de conceitos se refere às ações de agrupamento de aspectos semelhantes em direcionamento de generalização. Ressalta-se, nesse sentido, o domínio empírico-concreto com a viabilização de possibilidades de estabelecimento de relações envolvendo perspectivas contextuais. No caso da assimilação, salientam-se as conexões entre conceitos em um quadro teórico específico (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Neste trabalho, a problematização de paisagens sonoras e música envolve a disponibilização de elementos para o estabelecimento de relações concernentes, particularmente, a conteúdos de Física, tanto em termos de aspectos contextuais, quanto de associações entre conceitos de um quadro teórico específico, agregando fatores representacionais e proposicionais.

5. Metodologia

Este trabalho envolve pesquisa qualitativa (FLICK, 2009) com observação participante e imersão no ambiente de investigação. Desse modo, houve interação entre todos os sujeitos, em análise e categorização dos elementos constituintes da paisagem

sonora e aspectos musicais do contexto dos participantes. Os dados foram constituídos por meio de registros escritos em diário de campo, gravações de áudio e produções escritas dos estudantes e analisados conforme Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

As ações educativas agregaram a oficina de aprendizagem denominada "Física, Música, Sociedade e Meio Ambiente", direcionada a estudantes de curso de Licenciatura em Física de instituição de Ensino Superior, porém aberta para o público em geral, desenvolvida no primeiro semestre de 2016. O grupo participante foi composto por nove alunos: sete do curso de Licenciatura em Física, dos quais três encontravam-se matriculados à época no primeiro semestre, dois no quarto e dois no sétimo (o referido curso envolve oito semestres); um aluno de curso Técnico em Radiologia da mesma instituição de realização da pesquisa; e um aluno de Medicina de outra instituição.

Essa oficina de aprendizagem envolveu a verificação e o desenvolvimento da capacidade auditiva dos indivíduos. Após verificarem a caracterização de uma paisagem sonora, os alunos foram desafiados a observar de maneira problematizadora o contexto da instituição de Ensino Superior e a proporem alternativas para problemas que eles constatarem. Por fim, os alunos foram levados a uma discussão sobre o cenário musical contemporâneo brasileiro, uma vez que eles haviam vivenciado um processo de análise crítica de elementos sonoros.

As competências desenvolvidas pelos alunos, com relação à proposta de SCHAFER (2001), simultaneamente aos pressupostos de ADORNO (2002), envolveram: compreensão de fenômenos naturais, culturais e artísticos; apropriação e utilização de conhecimentos de Física; análise, síntese e interpretação de sons, fatos e situações.

Essas competências se referem ao desenvolvimento de um ouvido pensante com o estudo de paisagens sonoras, atividades de escuta diferenciadas e utilização desses aspectos para uma análise crítica do cenário musical brasileiro e relações com a indústria cultural. Essa oficina envolveu as atividades educacionais apresentadas na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Atividades educacionais.

Etapa	Descrição
Introdução	Caracterização da audição e a “regressão” da percepção dos sons.
Educação auditiva	Desenvolvimento de atividades de educação sonora e reprodução de sons.
Estudo de Paisagens sonoras	Apresentação de estudo de caso de uma paisagem sonora, categorizando os elementos constituintes. Análise de paisagem sonora na instituição de Ensino Superior.
Introdução a conceitos básicos de ondulatória, acústica e música	Apresentação de escalas maiores e menores harmônicas, com explicitação de conceitos de Física.
Análise e discussão de aspectos musicais e indústria cultural	Análise de relação dos aspectos musicais envolvendo gêneros populares. Análise de perfil musical dos participantes. Discussões sobre standardização musical.

Fonte: autores, 2016.

As atividades educacionais desenvolvidas compreenderam quatro encontros, cada um com cem minutos (duas horas-aula), totalizando quatrocentos minutos (oito horas-aula), com abordagem de temática envolvendo paisagens sonoras, música e indústria cultural.

O Encontro 1 teve como enfoque a análise e o desenvolvimento da capacidade e memória auditiva. Para isso, foram selecionados exercícios de escuta, memória e criação de sons, baseados em SCHAFER (2009). Dessa forma, verificou-se a capacidade de discernimento de características físicas diante dos conhecimentos prévios dos participantes, reconhecimento de sons, com base em relação entre audição e outros sentidos, memória auditiva, lembranças de experiências antigas em associação com atuais cotidianas.

Nesse âmbito, destacam-se dois exercícios envolvendo características do som, frequência e intensidade sonora. Desenvolveu-se, ainda, exercício relacionado ao reconhecimento de sons vinculados ao contexto dos sujeitos. Em relação à memória auditiva ressaltam-se quatro questões, as quais envolviam “marcos sonoros” (referentes ao cotidiano dos participantes e suas infâncias).

No Encontro 2, os participantes tiveram contato com a adequação da metodologia de classificação de fontes sonoras de SCHAFER (2001), explicitada na análise de dados. Nesse momento, foi apresentada

a caracterização da paisagem sonora da região portuária de Paranaguá. Isso viabilizou aos discentes o estudo direcionado do caso da instituição de Ensino Superior, com a escolha de duas regiões periféricas. Divididos em duas equipes e munidos de decibelímetros, os alunos selecionaram as fontes de reprodução sonora a serem analisadas e mediram os índices de intensidade sonora. Após os dados coletados, eles elaboraram ilustrações posicionando cada componente em esquemas e foram discutidas possíveis implicações à saúde e soluções aos problemas evidenciados.

O Encontro 3 se iniciou com uma revisão dos conceitos de ondulatória, seguida de abordagem das propriedades do som com um enfoque diferenciado, pois foram priorizadas grandezas de maior importância para a música. A segunda parte do encontro trouxe para os participantes temas como frequência fundamental, frequências associadas a instrumentos, formação de acordes e campos harmônicos.

Essa aula teve o intuito de trazer aos alunos a concepção que música é algo “pensado” e com uma progressão lógica, mesmo levando em consideração a criatividade dos músicos no que concerne às possibilidades que vêm na produção e execução de uma canção. Foi abordada a questão de que música não corresponde a formatos pré-definidos, a considerar, por exemplo, que um acorde tem diversas configurações associadas às notas que o descrevem.

No Encontro 4, foram apresentadas aos alunos músicas que estavam no topo nas mídias brasileiras à época, questionando-os com relação às características das mesmas. Foi mostrada aos discentes a evolução do cenário musical mundial em contraste à tendência brasileira da mesma época.

Após a apresentação da concepção de indústria cultural proposta por Theodor Adorno e Max Horkheimer em um ensaio denominado “Indústria Cultural: o esclarecimento como mistificação das massas”, da década de 1940 (ADORNO, 2002), apresentou-se uma entrevista feita com produtor musical, músico e proprietário de um estúdio na cidade de Paranaguá, com mais de 18 anos de atuação. Ele abordou a questão das características da produção das músicas que almejam alcançar o mercado musical. Por fim, os alunos refletiram sobre a presença e a influência da indústria cultural nas suas vidas.

6. Análise de dados

No processo de análise de dados foram selecionadas unidades de contexto, em que se evidenciou o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, culturais e ambientais. Para atender a essas expectativas, foram estabelecidos quatro eixos: I. Verificação de percepção de conceitos físicos; II. Desenvolvimento de percepção e memória auditiva; III. Estudo de paisagens sonoras; IV. Aprendizagem de conteúdos de Física com estudo de paisagens sonoras e música; V. Relações estabelecidas sobre música e indústria cultural.

Na apresentação dos dados, as equipes foram designadas como A e B. No caso das produções individuais, os alunos foram designados com a letra A seguida de número (exemplo A1, A2, ... , An).

a. Verificação de percepção de conceitos físicos

No que concerne ao eixo I: verificação de percepção de conceitos físicos, os conhecimentos de Física foram averiguados em dois momentos. Primeiro, no Encontro 1, verificou-se a capacidade de discernimento dos participantes entre sons agudos e

graves, considerando a frequência, e sons fortes ou fracos, em relação à intensidade sonora, conforme proposto por SCHAFER (2001).

Nesse sentido, foram apresentados quatro sons aos alunos: (1) zumbido das asas de uma abelha; (2) trovão; (3) violino tocando; (4) mugido de uma vaca. Em termos de frequência, os alunos apresentaram dificuldades em associar o som reproduzido em aula com aquele encontrado na natureza, houve exceção apenas no caso do trovão. No que concerne à intensidade sonora, pode-se observar maior índice de acertos. Contudo, ficou evidente que há certa tendência dos estudantes em confundir frequência e intensidade.

No segundo momento, no Encontro 3, realizou-se uma revisão no estudo de ondas sonoras e suas características fundamentais, com enfoque diferenciado sobre dois conceitos relevantes no estudo da acústica: frequência e intensidade sonora. Foi possível observar que apesar de terem conhecimentos sobre a temática, os alunos do curso de Licenciatura em Física, em sua maioria, têm dificuldades no reconhecimento de diferentes tipos de sons, quando se leva em consideração as referidas grandezas. Um aspecto relevante a ser considerado é a interferência da psicoacústica nos resultados, uma vez que a forma de decodificação de sons é feita diferentemente em cada organismo (SCHAFER, 2001).

b. Desenvolvimento de percepção e memória auditiva

Em relação ao eixo II: desenvolvimento de percepção e memória auditiva, no Encontro I, alguns exercícios e questionamentos foram realizados, baseados na metodologia de SCHAFER (2009). Esse autor apresenta 100 exercícios de escuta e criação de sons, os quais envolvem desenvolvimento da capacidade auditiva e de criação, assim como memória sonora.

Nesse sentido, destaca-se exercício associado ao reconhecimento de sons corriqueiros, com resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Reconhecimento de sons do cotidiano.

Aluno	Som 1	Som 2	Som 3	Som 4
A1			Moeda	Chuva
A2	Chaves	Pipoca	Moeda	Chuva
A3	Colher	Gelo	Moeda	Carro
A4	Chaves	Cascos	Moeda	Chuva
A5	Chaves	Água	Moeda	Limpador Para-brisas
A6	Chaves	Água	Moeda	Chuva
A7	Chaves	Sucção	Moeda	Mar
A8	Chaves	Caixa de som	Moeda	Trânsito
A9	Chaves	Pipoca	Moeda	Cachoeira
Gabarito	Chaves	Pipoca	Moeda	Cachoeira

Fonte: autores, 2016.

Ao analisar os resultados apresentados na Tabela 2, é possível observar que quase todos os participantes acertaram o resultado para os sons 1 e 3. Isso pode associar-se ao fato de que eles provavelmente entram em contato esses produtos com regularidade. Para SCHAFFER (2001), há um grande número de informações sobre objetos, como peso, textura, aspectos visuais, sendo que a audição não é necessariamente a principal fonte provedora dessas noções.

No caso do som 4, em que houve somente um acerto, salienta-se que a água remete a características físicas e sonoras distintas conforme o local por onde ela está carreando. Provavelmente os alunos não visitam com regularidade um ambiente onde haja uma cachoeira. Por outro lado, podem frequentemente presenciar a chuva ou o mar.

No que concerne aos questionamentos realizados, estes envolveram “marcos sonoros”. Uma das questões abordadas foi: “qual o último som que você escuta antes de dormir?”. Os alunos A1, A2 e A8 citaram o ventilador; A3 destacou a respiração; A4 e A7 comentaram sobre cachorros; A5 ressaltou carrinhos de supermercado; A6 e A9 mencionaram trânsito. Pode-se observar que todos os participantes afirmaram dormir ao som de objetos que são de uso comum da casa ou barulhos externos.

Outra questão abordada foi: “qual o som mais bonito do seu dia?”. A resposta dos entrevistados para esta indagação foi quase unânime: música. Nesse contexto, destaca-se, ainda, a seguinte pergunta realizada: “qual a experiência sonora que mais te marcou em toda vida?”. Nas respostas, música, novamente, foi descrita como um marco sonoro importante, representando associação com marcos de vidas (SCHAFFER, 2001).

Ao analisar os resultados obtidos nesse eixo II, nota-se que os participantes têm a sua memória auditiva ligada a demais sentidos, principalmente a visão. O único exercício de percepção sonora que os participantes praticam diariamente tem envolvimento direto com a música. Logo não é de se estranhar que os envolvimento da memória acústica deles estejam associados à música.

c. Estudo de paisagens sonoras

Em relação ao eixo III: estudo de paisagens sonoras, no Encontro 2, aos participantes foi proposto o estudo de caso de um cenário comum a todos, da instituição de Ensino Superior vinculada à pesquisa e suas imediações. Com base na metodologia de SCHAFFER (2001), os alunos foram a campo para

fazer análise dos elementos e informações encontrados de modo a realizar uma caracterização desse contexto.

Identificação de elementos da Paisagem Sonora

Com o objetivo de realizar uma adaptação da metodologia de SCHAFER (2001), que pudesse atender aos requisitos da pesquisa, a turma foi dividida em duas equipes, A e B, ambas munidas de decibelímetro. Durante a aula foram fornecidas as devidas instruções de manuseio desse equipamento, baseadas em seu manual, de modo que os alunos conseguissem fazer de maneira mais exata possível as medições.

Como a universidade ocupa um espaço significativamente grande, os alunos se posicionaram em duas diferentes esquinas perimetrais à instituição, a equipe A nas proximidades de um posto de combustíveis e a equipe B próxima a um Shopping Center. É interessante salientar que não foi feita a escolha de nenhuma área interior na universidade, mas em lado exterior, pelo fato de que há o restaurante universitário, uma área semiaberta de uso comum à comunidade em geral, cujo ruído emitido pela conversa interferiria nas medições realizadas.

Solicitou-se aos alunos que fizessem uma ilustração da paisagem sonora observada e detalhamentos das fontes emissoras de som analisadas. Por exemplo, os alunos da Equipe A salientaram cinco elementos a serem examinados: carros; fiações elétricas; ônibus; pessoas; vento. Os discentes relataram que na rua há um intenso tráfego de ônibus e carros, uma vez que essa via tem sentido do centro para os bairros e devido ao horário, entre oito e nove horas da noite, em que foram realizadas as medições e análises.

Coleta de dados de intensidades sonoras

Nessa etapa, ao identificar elementos produtores de som, os alunos utilizaram um decibelímetro, para aferir os valores de intensidade sonora emitida pelas fontes. Os discentes tomaram as devidas precauções

para utilizar o aparelho de maneira correta, uma vez que a rua envolvida nas ações é um eixo de ligação entre bairros, além de estar cercada por prédios no local onde se realizaram as medições supracitadas e apresentar uma corrente de vento de intensidade moderada a forte na ocasião. Sendo assim, eles utilizaram um acessório, que vinha com o kit do equipamento, para que não houvesse grande influência nas mensurações diante dos fatores ambientais detectados.

Vale salientar que os participantes foram orientados a fazer o maior número possível de medições, para gerar uma média e torná-la mais precisa. Dado o curto espaço de tempo disponível para a realização da oficina, associado ao fato de vários alunos serem novatos do curso de Licenciatura em Física, não foi solicitado nenhum tratamento de erros, sendo requerida somente uma média ponderada para obtenção dos valores.

De acordo com PIMENTEL-SOUZA (2000) e levando-se em conta os valores apresentados pelos estudantes, foi possível afirmar que ambos os ambientes são de risco à audição. Em caso de longa exposição a sons dessas intensidades, o organismo tolera no máximo oito horas. A partir disso, este fica sujeito a estresse degenerativo, além de abalo à saúde mental.

Caracterização de elementos de paisagem sonora

Nessa etapa os alunos classificaram cada uma das fontes sonoras, utilizando a metodologia de SCHAFER (2001), adaptada para essa oficina. Essa categorização envolve duas variáveis: natureza da fonte de reprodução e frequência do evento.

Em termos de natureza da fonte, podem ser elencadas as modalidades associadas a: natureza; animais; tecnológicos. Por exemplo, a Equipe A relacionou o vento a “natureza”; pessoas a “animais”; fiações elétricas e carros (e ônibus) a “tecnológico”. No que concerne à frequência de ocorrência do fenômeno sonoro, apresenta-se classificação como: contínua; repetitiva; única. A referida equipe associou carros (e ônibus) a caráter “repetitivo”; os

demais componentes foram compreendidos como “contínuo”.

Dessa maneira, os alunos fizeram uma classificação das fontes de reprodução identificadas em cada paisagem sonora. As equipes não tiveram dificuldades em fazer essa categorização, que lhes permitiu levantar questionamentos com relação à influência da expansão das aglomerações urbanas, o que as impele ao incremento de extenuantes exposições a sons e ruídos. A partir disso, iniciou-se a etapa de apontamentos de sugestões para mudanças nesses cenários analisados.

Soluções e reflexões sobre a influência da paisagem sonora

A partir de todas as análises feitas em observação direta pelos participantes, nas etapas anteriores, eles realizaram discussões e proposições sobre a temática. Os estudantes, contudo, apresentaram sugestões de mudanças superficiais considerando a complexidade da situação, direcionadas meramente a “arrumar” alguns componentes do cenário.

Nesse sentido, nota-se que os discentes não relevam a importância da qualidade de uma paisagem sonora. Provavelmente, quando eles andam em meio ao caos urbano, utilizam algum dispositivo de fuga desse emaranhado sonoro.

Quando questionados com relação à frequência do uso de fones de ouvido, todos afirmaram que usam esses equipamentos enquanto passam pelo centro da cidade e em casa. Se não estão com esses equipamentos, estão com algum aparelho reproduzidor sonoro ligado, de modo que não percebem o som ao seu redor.

d. Aprendizagem de conteúdos de Física com estudo de paisagens sonoras e música

Em relação ao eixo IV: aprendizagem de conteúdos de Física com estudo de paisagens sonoras e música, viabilizou-se a abordagem de conhecimentos atrelados a acústica, ampliando a disponibilização de aspectos contextuais para estabelecimento de

relações. Dessa forma, “ondas” que poderiam estar apenas representadas em desenhos nos quadros negros, associadas a equações e valores numéricos, foram relacionadas a sons que permeavam cenários sonoros e panorama musical no domínio da realidade vivencial dos participantes.

Nesse contexto, foram abordados: intensidade sonora, período, reflexão, refração, timbre, frequência e ressonância. A análise de indícios de aprendizagem de conteúdos de Física, no processo vivenciado, reporta-se ao estabelecimento de relações, pelos participantes, envolvendo aspectos contextuais e conceitos estabilizados em domínio científico, conforme proposições de AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1980). Destacam-se, nesse sentido, as atividades de estudo e caracterização de paisagens sonoras e relacionadas à música.

No estudo de paisagens sonoras, no Encontro 2, os participantes, utilizando o decibelímetro, mediram valores de intensidade sonora provenientes de diversas fontes, evidenciando a presença do som e período. Concernente aos níveis de intensidade sonora, na Tabela 3, apresentam-se alguns valores verificados pelos participantes da equipe A.

Tabela 3. Valores de intensidade sonora verificados pela equipe A.

Fonte	Intensidade Sonora
Carros	77 dB
Fiações Elétricas	58,6 dB
Ônibus	81,3 dB
Pessoas	65 dB
Vento	60 dB

Fonte: autores, 2016.

Os participantes reconheceram valores e associaram o conteúdo de intensidade sonora a aspectos contextuais; apresentaram indícios de apropriação linguístico-conceitual, também, na elaboração de proposições de alternativas envolvendo aspectos da paisagem sonora, embora possam ser apontadas limitações dessas ações propositivas. No processo de caracterização da paisagem sonora, foi possível

verificar fenômenos ondulatórios em relação à refração e à reflexão.

Nas ações de problematização e análise de aspectos musicais, no Encontro 3, os participantes puderam verificar características de frequência ao estudarem instrumentos musicais. Paralelamente a isso, foram utilizados exemplares de vozes para caracterizar diferenças envolvendo timbre. Em relação à ressonância, foram feitos testes de afinação, utilizando um afinador e um simulador de teclado.

Nesses testes, houve abordagem de frequência, timbre e fenômeno da ressonância, que ocorria quando se atingiam as mesmas notas no simulador. Nessas atividades envolvendo música, houve indícios de aprendizagem concernentes ao estabelecimento de relações entre conteúdos de Física e aspectos contextuais. Entretanto, foram identificadas algumas limitações em termos de aprendizagem no que se refere ao aprofundamento das associações envolvendo conhecimentos estabilizados em domínio científico.

e. Relações estabelecidas sobre música e indústria cultural

Em relação ao eixo V: relações estabelecidas sobre música e indústria cultural, no Encontro 4, esperava-se que os alunos já tivessem desenvolvidas suas capacidades auditivas, no que tange ao aumento da percepção de sons. Esperava-se que pudessem visualizar um cenário sonoro, seja em uma paisagem, uma música ou qualquer tipo de ambiente onde estivesse uma fonte reprodutora presente, de maneira mais ampla, levando todos os elementos em consideração e distinguindo características físicas e antropológicas, sociais e culturais.

Então, nesse encontro, foi iniciado diálogo levantando questionamentos aos alunos sobre os estilos musicais que dominavam o cenário brasileiro. A resposta foi unânime, o Sertanejo Universitário e o Funk Brasileiro. Após, indagados se alguns desses estilos os agradavam, somente os alunos A5 e A2 se manifestaram a favor, porém ambos acrescentaram o fato de os ouvirem apenas em casas de show.

Ao serem questionados sobre o motivo pelo qual a maioria não gostava desses gêneros musicais, houve somente a manifestação de dois alunos: *“eu não gosto desses estilos pelo simples fato de as letras serem muito parecidas em músicas diferentes. As letras não agregam nada às pessoas e muito pobre culturalmente se falando”* (Aluno A9).

Outro aluno complementou a resposta articulando: *“sem contar que elas são muito preconceituosas com alguns estereótipos. O que mais me deixa irritada é que elas sempre vulgarizam a mulher”* (Aluno A3).

Em um segundo momento, os alunos foram indagados sobre aspectos de constituição de músicas, se eles achavam que eram boas ou ruins. Todos os alunos responderam negativamente, afirmando que também eram mal produzidas.

Então, logo após a articulação em relação à produção musical e a indústria cultural, os alunos responderam, por escrito, a três perguntas.

O primeiro questionamento entregue foi: *“Qual o impacto da indústria cultural na sociedade?”*.

A maioria dos alunos trouxe respostas similares, afirmando que a indústria cultural dita valores vinculados à moda, música e estilo de vida. Porém, três respostas se destacaram.

Afunilamento, que acaba por nos mostrar uma superficialidade que não nos deixa criar um senso crítico sobre tudo o que nos cerca, como a música, além de gerar um “modelo específico” do que é considerado “bom”. (Aluno A6)

A indústria cultural influencia na arte, política e educação, na sociedade como um todo. A indústria cultural cria tendências e inibe a formação de opiniões próprias. Em suma, a mídia dita o que será consumido, comportamentos e, de certa forma, o gosto de alguns. (Aluno A9)

A indústria cultural molda a sociedade no sistema capitalista, pois as músicas populares descrevem uma realidade que as pessoas ideais são as que têm maior poder de compra. Essas músicas são muito difundidas encobrendo uma realidade de desigualdade social e exploração, como a música é uma atividade de lazer

para uma grande maioria, a indústria cultural não contribui em nada para que o indivíduo reflita, só ajuda na reprodução do sistema. (Aluno A2)

As respostas explicitadas por esses três participantes remetem a possibilidades formativas no trabalho desenvolvido. Destaca-se situação em que indivíduos, que não têm participação em movimentos culturais, adquirem uma capacidade de discernimento auditivo maior, em relação a momento anterior ao curso. Essas expressões remetem a indícios de desenvolvimento de senso crítico da realidade ao seu redor e das influências a que estão sujeitos. No que diz respeito a um licenciando em Física, essa forma de pensar criticamente pode influenciar sua maneira de ensinar, não sendo meramente um transmissor, mas um ser atuante no contexto educativo. Isso pode ser associado à concepção educacional dialógico-problematizadora freiriana. Além disso, esse senso crítico leva a um contraste em relação às ideologias que são impostas (ADORNO, 2002).

A partir desse ponto, foi possível levantar o segundo questionamento: “Qual impacto da indústria cultural em sua vida?”.

Grande parte dos alunos simplesmente apresenta a resposta a esse item como se fosse parte da indagação anterior, caracterizando a influência da indústria cultural como algo que dita questões como moda, música e estilo de vida. Destacam-se, a seguir, as afirmações de quatro alunos.

“A indústria cultural está em praticamente tudo, não há maneiras de fugir de influência. Por mais que eu não seja influenciado pela indústria atual, eu com certeza sou influenciado por uma anterior ou serei por uma futura” (Aluno A4). Apesar de não se preocupar com aquilo que é imposto hoje, o aluno A4 expressou que se adaptou com elementos advindos de ritmos ditados anteriormente em domínio industrial e se mostrou aberto a incorporar fatores que possam vir em futuras tendências. Isso retrata uma realidade em que o indivíduo se adapta a tudo que há ao seu redor e seleciona aquilo que ele deseja (ADORNO, 2002). Salienta-se, contudo, que a partir do momento que haja espontaneidade do sujeito

para escolher as experiências pelas quais ele vai ser influenciado, amplia-se a sua independência em relação à indústria cultural.

O Aluno A7 traz um retrato sobre o qual se pode notar que a mídia o influencia de uma maneira diferente, mas ainda retrata uma realidade um tanto quanto comum. *“Músicas com conteúdo ou melodia não muito agradável ao meu ‘estado de espírito’ acabo por acostumar com a música pela repetição que se toca na mídia”* (Aluno A7). Esse discente traz um retrato muito habitual contemporaneamente, quando a repetição dos meios de vinculação de informações *“vence pelo cansaço”*. Apesar de limitação da resposta somente ao meio musical, esse é um retrato diário do que ocorre com muitos indivíduos em áreas distintas.

A seguir são apresentadas as respostas dos alunos A3 e A2, com o reconhecimento de influências da indústria cultural. *“Ela torna mais difícil conhecer novas opções e nos faz ter um senso crítico fraco, pois temos um conhecimento leve, ou não aprofundado, sobre diversos temas”* (Aluno A3)

Como somos resultados do que vemos, ouvimos e nossas experiências em geral, a indústria cultural tem impacto direto na vida de todos. Esse impacto pode ser identificado na minha vida pelo o que eu considero importante e básico para viver, que certamente é influenciado pela indústria cultural. (Aluno A2)

Nesse sentido, ressalta-se que a individualidade do homem é algo que a indústria cultural tenta combater, há sempre padrões de identidades como metas de vida (ADORNO, 2002).

Quando questionados em como seria possível minimizar os impactos dessa influência, destaca-se a resposta do Aluno A9: *“A educação desde a infância. A formação de cidadãos pensantes tende a inibir o surgimento de indivíduos que não analisam suas escolhas. Gera pessoas que sabem o que querem consumir, diferente daqueles que apenas reproduzem a tendência das grandes massas”* (Aluno A9).

Isso reflete uma das principais motivações deste trabalho, seguindo em paralelo com a dialogicidade

freiriana (FREIRE, 1970). Ressalta-se, nessa direção, a perspectiva de Theodor Adorno de enfrentamento das limitações impostas pelas formas de pensar disseminadas pela indústria cultural, perpassando os processos formativos e educativos.

7. Considerações finais

A audição não possui apenas aspectos físicos, fisiológicos e sensoriais, como também atua na forma como os indivíduos se relacionam entre si e com o ambiente em que estão inseridos. Nesse sentido, a compreensão de paisagens sonoras, de música e de conhecimentos acerca das características físicas dos sons (acústica) torna-se relevante.

Durante a pesquisa, realizou-se o diagnóstico a respeito do reconhecimento de tais propriedades por estudantes de curso de Licenciatura em Física. O perfil traçado, após o desenvolvimento dos exercícios explicitados, demonstrou que os licenciandos participantes apresentaram dificuldades na distinção entre frequência e intensidade sonora. A análise de frequência considerando elementos musicais também demonstrou um déficit por parte dos participantes.

Contudo, podem ser apontadas possibilidades associadas à aprendizagem de conteúdos de Física, considerando o estabelecimento de relações entre conceitos físicos e aspectos contextuais, viabilizado pela problematização de paisagens sonoras e música. Nesse sentido, destacam-se aspectos musicais, que se relacionavam aos interesses dos participantes. Ressalta-se, ainda, a atividade de reconhecimento da paisagem sonora em espaço familiar aos sujeitos, que viabilizou a mobilização de aspectos de interesse e elementos para estabelecimento de relações.

Além dos conceitos físicos, buscou-se realizar um estudo sobre a percepção auditiva dos participantes. A relação entre audição e outros sentidos foi analisada através de exercícios com sons do cotidiano, demonstrando a estreita ligação entre audição e visão. Outro aspecto levantado, condizente com a percepção auditiva dos indivíduos, referiu-se à forma e às situações nas quais os sons estão presentes no seu cotidiano.

Com relação ao estudo de paisagens sonoras, os estudantes foram divididos em duas equipes para fazer o esboço dos elementos sonoros, a aferição das intensidades sonoras e classificação de tais fatores a partir da natureza da fonte de reprodução e a frequência do evento. Os dois grupos obtiveram êxito nessa etapa, o que demonstra sua familiaridade com paisagens sonoras urbanas. No entanto, apesar dos resultados promissores para esse aspecto, os licenciandos demonstraram pouca profundidade teórica na proposição de medidas mitigadoras para as fontes de poluição sonora apontadas no estudo desses cenários.

Por fim, buscou-se uma discussão sobre as relações entre: música, indústria cultural e qualidade musical. O interessante foi que a capacidade de diferenciação de aspectos musicais e culturais foi ampliada no decorrer das discussões. Por outro lado, a visão dos estudantes sobre indústria cultural predomina em uma associação direta com influência do capitalismo, ignorando, contudo, aspectos sociais, políticos e culturais. Pode-se salientar como aspecto positivo a apropriação do conceito de produção musical como um produto final com padrões pré-estabelecidos; muitos alunos trouxeram a entrevista com o produtor musical como muito esclarecedora nesse aspecto.

Ao final do desenvolvimento da oficina “Física, Música, Sociedade e Meio Ambiente” conclui-se que é viável e possível elaborar atividades educacionais diferenciadas no ensino de ondulatória e acústica. Porém, é necessário mais tempo, tanto de aula como de preparo de recursos didáticos. A elaboração de um material didático feito aos moldes da oficina se torna uma opção muito atrativa, principalmente no que diz respeito ao conteúdo de teoria musical.

Conclui-se que o objetivo foi alcançado parcialmente, uma vez que os dados obtidos abriram novas possibilidades de abordagem para que em uma futura pesquisa se viabilize a obtenção dos resultados almejados. Os encaminhamentos dos problemas de pesquisa se deram de maneira satisfatória. Um ponto chave para o desenvolvimento

de uma oficina similar ou da transposição dessas ações seria a elaboração de um formulário ou entrevista que propicie conhecer a fundo o perfil dos participantes, de modo que haja mais profundidade e significância desse trabalho a eles. Como possibilidades de estudos futuros, apresenta-se a questão da transposição dessas atividades educacionais para o Ensino Médio brasileiro. Destaca-se, nesse sentido, que a capacitação dos licenciandos em Física se faz necessária para que haja essa interação com alunos do ensino regular.

8. Referências Bibliográficas

- ADORNO, T. **Indústria Cultural e Sociedade**. 2 ed. Editora Paz e Terra. São Paulo: Brasil. 2002.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Editora Interamericana. Rio de Janeiro: Brasil. 1980.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. São Paulo: Brasil. 2011.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Traduzido por: COSTA, J. E. 3 ed. Editora Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Editora Paz e Terra. Rio de Janeiro: Brasil. 1970.
- MONTEIRO JÚNIOR, F.N. Educação Sonora: Encontro entre ciências, tecnologia e cultura. 315 p. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Doutorado em Educação para a Ciência – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2012. Disponível em <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102066/monteirojunior_fn_dr_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13, set., 2018.
- PIMENTEL-SOUZA, F. Efeito do ruído no homem dormindo e acordado. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA EM SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 19, Belo Horizonte. Anais eletrônicos... XIX ESBA. Meio digital. 2000. Disponível em <<http://labs.icb.ufmg.br/lpf/pimentel,sobrac2000.html>>. Acesso em: 13, set., 2018.
- SCHAFER, R.M. **A Afinação do Mundo. Uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: A paisagem sonora**. Traduzido por: FONTERRADA, M. T. O. Editora UNESP. São Paulo: Brasil. 2001.
- SCHAFER, R.M. **Educação sonora: 100 exercícios de escuta e criação de sons**. Traduzido por: FONTERRADA, M.T.O. Editora Melhoramentos. São Paulo: Brasil. 2009.



DISEÑO DE UN INSTRUMENTO PARA CARACTERIZAR EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO EN PROFESORES DE FÍSICA SOBRE UN TÓPICO ESPECÍFICO

INSTRUMENT'S DESIGN TO CHARACTERIZE THE PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF PHYSICS TEACHERS ABOUT ONE SPECIFIC TOPIC

DESENHO DE INSTRUMENTO PARA CARACTERIZAR O CONHECIMENTO DIDÁTICO DE CONTEÚDO DE PROFESSORES DE FÍSICA, EM UM TEMA ESPECÍFICO

Marcos Campos Nava^{*}, Mario Humberto Ramírez Díaz^{**}

Cómo citar este artículo: Campos Nava, M. y Ramírez Díaz, M.H. (2019). Diseño de un instrumento para caracterizar el conocimiento didáctico del contenido en profesores de física sobre un tópico específico. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 340-359. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13900>

Resumen

En este artículo se reporta el proceso llevado a cabo para diseñar un instrumento con el objetivo de caracterizar el *conocimiento didáctico del contenido* en los profesores en el tópico específico de gráficas cinemáticas. Esta perspectiva ha sido investigada exhaustivamente en las últimas décadas y se considera un elemento orientador en la elaboración de programas de formación y actualización de profesores de ciencias. Debido a la importancia que conlleva lo anterior para la didáctica de la física, resultan pertinentes elementos teóricos y metodológicos con el fin de caracterizar dicho constructo. Esta investigación trabaja por medio del diseño de un instrumento que pueda ser validado, ya que son escasos los instrumentos de esta naturaleza que se reportan en la literatura especializada, sobre todo en América Latina. El producto final se presenta como un cuestionario en escala Likert, el cual fue piloteado con un grupo de 42 profesores de física en servicio, lo que permitió medir su consistencia interna por medio del coeficiente alfa de Cronbach, calculado a través del *software* de análisis estadísticos SPSS© versión 20. Los resultados indican un valor de consistencia interna aceptable, lo cual permite considerar factible el uso de dicho instrumento con

Recibido: 03 de octubre de 2018; aprobado: 04 de febrero de 2019

* Estudiante de Doctorado en Ciencias en Física Educativa. Profesor investigador adscrito al Área Académica de Matemáticas y Física de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo electrónico: mcampos@uaeh.edu.mx - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7534-3193>

** Doctor en Ciencias en Física Educativa. Profesor investigador adscrito al Posgrado en Física Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México. Correo electrónico: mramirezd@ipn.mx - ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3459-2927>

finés exploratorios en investigaciones relacionadas con el *conocimiento didáctico del contenido* en profesores de física en el tópico de gráficas cinemáticas.

Palabras clave: diseño de un test, conocimiento didáctico del contenido, gráficas cinemáticas, formación de profesores.

Abstract

In this paper, we report the process carried out to design an instrument with the objective of characterizing the teacher's Pedagogical Content Knowledge about the specific topic of cinematic graphics. This perspective has been investigated exhaustively in the last decades and considered as a guiding element in the development of training and updating programs for science teachers. Due to the importance that implies for the didactics of physics, it is relevant to provide theoretical and methodological elements to characterize this perspective. This research works on the design of an instrument that can be validated, since there are few instruments of this nature reported in specialized literature, mainly in Latin America. The final product is presented as a questionnaire on a Likert scale piloted with a group of 42 physics teachers in service. It allowed us to measure its internal consistency by means of Cronbach's alpha coefficient, calculated using the software of statistical analysis SPSS © version 20. The results present an acceptable internal consistency value, which is reliable to use for exploratory purposes in research related to the Pedagogical Content Knowledge of physics teachers, on the topic of cinematic graphs.

Keywords: test design, pedagogical content knowledge, kinematic graphics, teachers education.

Resumo

Este artigo descreve o processo para projetar um instrumento a fim de caracterizar o conhecimento pedagógico do conteúdo de professores, no tópico específico de gráficos cinemáticos. Esta é uma construção que nas últimas décadas tem sido investigada extensivamente e se considera como elemento orientador para desenvolver alguns programas de formação de professores de ciências. Devido à importância envolve o já dito, para o ensino de física, é importante colaborar, fornecendo elementos teóricos e metodológicos para caracterizar esta construção. No caso particular desta pesquisa, propõe-se a fazer isso através da elaboração de um instrumento que possa ser validado, uma vez que existem poucos instrumentos dessa natureza, relatados na literatura especializada, principalmente na América Latina. O produto final é apresentado como um questionário em escala Likert, que foi aplicado com um grupo de 42 professores da física em serviço, o qual permitiu medir a consistência interna do mesmo por meio de alfa Cronbach, calculada utilizando o software de análise estatística SPSS © versão 20. Os resultados indicam um valor de consistência interna

aceitável, fazendo viável o uso do instrumento para fins exploratórios, em pesquisa relacionados com conhecimento pedagógico do conteúdo de professores de física nos tópicos de gráficos cinemáticos.

Palavras chaves: desenho de um teste, conhecimento didático do conteúdo, gráficos cinemáticos, formação de professores.



Introducción

Actualmente no existe en México un programa educativo que forme sistemáticamente a los futuros profesores que impartirán física en los niveles de bachillerato y universidad, o que impacte en la actualización de los que ya están en funciones (HIRSCH-ADLER, 1998; SÁNCHEZ, HUCHIM, 2015), ya que en términos de políticas educativas, se ha dejado que cada institución forme a sus profesores como mejor considere. La estrategia empleada ha sido generar posgrados para los profesores en servicio, regularmente maestrías en educación, o en su defecto, ofertar cursos de manera aislada que en su mayoría contienen elementos de pedagogía general y en menor medida cursos disciplinares de física.

Por esta razón, quienes ejercen la profesión de profesores de física en los niveles educativos mencionados, tienen perfiles diversos que van desde licenciados en física hasta ingenieros en diversas ramas de la tecnología, con maestría y doctorado en algunos casos.

Si partimos del supuesto de que debido a su formación profesional, los docentes en servicio poseen el conocimiento disciplinar requerido para ser profesores de física, ¿qué otros factores son relevantes para considerar que un profesionista puede desarrollarse de manera adecuada como profesor de física?

A este respecto, MERINO (2002) afirma que ser un buen profesor o una buena profesora de física conlleva no solo conocer a fondo la materia, sino también poseer destrezas en didáctica y pedagogía, y, además, tener aptitudes y actitudes de investigador. Los profesores de física han de tener conocimientos sólidos en física, didáctica y pedagogía, y actitudes aperturistas.

En ese sentido, para ESTADOS UNIDOS (1996), “además del sólido conocimiento de la ciencia, los profesores de ciencias deben tener una base sólida en la teoría del aprendizaje, entender cómo se produce el aprendizaje y cómo se facilita” (p. 62).

Aunado a lo anterior, RIVEROS, JIMÉNEZ, RIVEROS (2004) mencionan:

[Respecto a los profesores de física] Existe el supuesto de que es suficiente conocer la disciplina para poder enseñarla. Nada más falso [...]. En general, es necesario conocer sobre didáctica y pedagogía para articular técnicas de enseñanza, de aprendizaje, de evaluación y grupales, para lograr elaborar estrategias con posibilidades de funcionar satisfactoriamente. (p. 88)

Se puede afirmar entonces que existe consenso entre algunos investigadores y autoridades educativas, de que para poder enseñar una disciplina científica, hay que tener un sólido conocimiento disciplinar de esta, esto es, entender a profundidad los tópicos de la disciplina que enseña y su relación con otras áreas del conocimiento, pero que este conocimiento aunque es necesario, no es suficiente para ser buen profesor (MERINO, 2002; RIVEROS, JIMÉNEZ, RIVEROS, 2004; ÁVILA, PÉREZ, SANTILLÁN, 2008 CAÑAL, 2011), además se ha identificado que la mayoría de profesores que imparten clases de física en bachillerato y universidad tienen escasa formación en la didáctica específica de la disciplina, por lo que al ingresar al servicio docente, sin importar su edad o los años que tengan de haber culminado sus estudios profesionales, la mayoría se encuentran en un estadio de profesores novatos (BROMME, 1988; REYES, ROMERO, 2011).

En otras palabras, el hecho de que un profesor tenga años de experiencia docente no implica de antemano que tenga una sólida formación pedagógica que le permita desarrollar adecuadamente sus funciones, esto debido a que la práctica docente requiere de formación y actualización permanente, que si bien, en algunos casos se trata de cubrir con cursos de formación y actualización surgidos en el interior de las mismas instituciones educativas, es bien sabido que son insuficientes e inadecuados la mayoría de las ocasiones.

Es necesario reflexionar no solo en el proceso de formación inicial docente, sino también en los de transformación y retroalimentación de los profesores que ya están en servicio, debido a que los cursos de

capacitación tendientes a desarrollar competencias para la aplicación de nuevas técnicas y métodos de enseñanza no siempre logran impactar la intención pedagógica. En el mejor de los casos, solo contribuyen a que el profesor se apropie de una terminología que debe conocer, pero que no domina y tampoco aplica en su práctica profesional, por lo que sólo se queda en una acción simulada. (SÁNCHEZ Y HUCHIM, 2015 p. 153)

En este sentido, TALANQUER (2004) menciona que “la mayoría de los maestros de ciencias han adquirido los conocimientos básicos de su materia en cursos con contenido meramente disciplinario, y su preparación pedagógica es resultado de su participación en cursos de educación general” (p. 60).

Sin embargo, el hecho de que un profesor de ciencias reciba por un lado formación disciplinar y por otro lado formación pedagógica no garantiza que sepa qué hacer con estos dos tipos de conocimiento para preparar adecuadamente sus lecciones y para sus intervenciones en clase.

En este sentido, se reporta en la literatura que desde hace varias décadas se ha venido desarrollando un constructo teórico denominado **conocimiento didáctico del contenido** (CDC), para tratar de caracterizar qué conocimientos disciplinares y pedagógicos debe poner en práctica un profesor de ciencias y cómo es que dichos conocimientos se desarrollan a través de la experiencia docente para conjuntar un repertorio de metodologías y técnicas de enseñanza/aprendizaje y evaluación que lo pueden catalogar como un buen profesor de ciencias (SHULMAN, 1986).

Dada la importancia que tiene la formación de profesores de física, y una vez que se ha identificado que el constructo denominado CDC puede adicionar elementos para el desarrollo de estos programas de formación, el objetivo de la presente investigación es aportar algunos elementos teóricos y metodológicos para caracterizar este tipo de conocimiento en los profesores, para lo cual se ha elegido a manera de caso particular el tópico de **gráficas cinemáticas**.

1. Marco teórico

SHULMAN (1986) desarrolló las primeras nociones de lo que él denominó inicialmente el *conocimiento profesional del profesor*. En este clasificó siete categorías o clases: (1) conocimiento del contenido, (2) el conocimiento pedagógico general, (3) el conocimiento pedagógico del contenido, (4) el conocimiento del currículo, (5) el conocimiento de los alumnos y sus características, (6) el conocimiento de los contextos educativos y (7) el conocimiento de los fines educativos. Fue la tercera categoría, el conocimiento pedagógico del contenido (PCK, por su sigla en inglés), denominado en este estudio como CDC, el que fue adquiriendo una mayor relevancia a lo largo del tiempo, y eventualmente se ha ido enriqueciendo con aportes de otros investigadores, primeramente en el contexto anglosajón, pero después traspasando fronteras hacia el ámbito de habla hispana (TALANQUER, 2004, 2014; GARRITZ, 2011, 2014). La propuesta central de SHULMAN era que en realidad es el profesor quien realiza una transformación de los conocimientos disciplinares en un nuevo conocimiento propio del profesor.

Con respecto a la importancia de la propuesta inicial, aunque a lo largo de los años el CDC ha evolucionado, VERGARA, COFRÉ (2014) afirman que “el aporte crucial de Shulman fue enfatizar que para enseñar un contenido no basta con saber el contenido y saber de pedagogía general, sino que se deben tener conocimientos específicos de la enseñanza de dicho contenido” (p. 326).

BOLÍVAR (2005) define el CDC como el “conjunto o repertorio de *construcciones pedagógicas*, resultado de la sabiduría de la práctica docente, normalmente con una estructura narrativa, referidas a un tópico específico” (p. 9).

El constructo del CDC ha evolucionado desde que SHULMAN (1986) lo propuso hasta el día de hoy, al grado de que, como lo menciona TALANQUER (2014), es difícil encontrar actualmente una propuesta de formación de profesores de ciencias que no esté basada en mayor o menor grado en este constructo.

Por su parte, KELLER, NEWMANN, FISCHER (2016) afirman que las investigaciones recientes en matemáticas y las asignaturas científicas apuntaron hacia el conocimiento didáctico del contenido de los maestros (CDC), como uno de los factores más influyentes que contribuyen al aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes.

En concordancia con lo anterior, TALANQUER (2004) también afirma que los diversos resultados de los estudios sobre formación docente han arrojado que:

La habilidad de un docente para crear condiciones que faciliten el aprendizaje no sólo depende de sus conocimientos sobre el tema o sobre variados métodos de enseñanza, su éxito parece depender de la habilidad que tienen para transformar el conocimiento disciplinario que posee en formas que resulten significativas para sus estudiantes. (pp. 60, 61)

Al respecto, ETKINA (2005) menciona que tradicionalmente los programas de formación de nuevos profesores de física en Estados Unidos imparten por separado los cursos disciplinares, a través de los departamentos de física, y por otro, los cursos de pedagogía por medio del departamento de educación; sin embargo, no hay garantía de que ambos contenidos converjan en el profesor para generar CDC que lo convierta en experto. En México el panorama no es muy distinto, cuando se implementan medidas para actualizar a los docentes en servicio la estrategia es similar: por un lado se les han generado un conjunto de cursos de pedagogía en general y por otro (en menor medida) se les imparten cursos de formación disciplinar (SÁNCHEZ, HUCHIM, 2015).

Además, se debe aclarar que algunos autores afirman que se pueden distinguir dos tipos o categorías de CDC en los profesores: el *CDC declarativo* y el *CDC procedimental o en acción* (OLSZEWSKI, 2010).

En este orden de ideas, se debe tener claro que si a un profesor se le cuestiona sobre cómo se debe impartir un tópico en particular, al expresar sus ideas al respecto pondrá en juego el CDC declarativo, sin embargo sus ideas no necesariamente pueden

corresponder a lo que realiza en el aula, ya que las decisiones o acciones que lleva a cabo en clase corresponderán a un CDC procedimental o en acción.

El CDC declarativo se puede expresar en textos o entrevistas y corresponde a los conocimientos sobre didáctica específica que posee el profesor, por ejemplo, sobre las preconcepciones que mantienen los estudiantes acerca de un tópico específico. Por otro lado, el CDC procedimental es una habilidad que tiene que ver con la práctica, las decisiones y con las acciones realizadas durante las clases. (VERGARA, COFRÉ, 2014 p. 328)

Dada la complejidad que conlleva analizar el CDC en acción por medio de la observación directa de la práctica de los profesores de física, en este estudio lo que se propone es caracterizar el CDC declarativo en un tópico específico del currículum de física, en este caso se eligió la interpretación de gráficas cinemáticas, debido a que es un tópico recurrente en el currículum, específicamente en los cursos de mecánica en bachillerato y universidad, y además porque se ha reportado en la literatura que los estudiantes suelen presentar dificultades para entender este tema.

DOLORES, RIVERA (2016) afirman:

En la Educación Matemática y en la Física, hoy día se asume que la lectura e interpretación de las gráficas puede estimular los procesos cognitivos para procesar información y ayudar a comprender fenómenos de variación y cambio. Sin embargo, la interpretación de gráficas es una actividad compleja y desafiante, ya que muchos alumnos están familiarizados con gráficas, las pueden construir, pueden manipularlas con razonable exactitud, pero son incapaces de interpretar las características globales de la información contenida en ellas. (DOLORES, RIVERA, 2016 p. 131)

1.1 Sobre las dimensiones del CDC

COCHRAN, DERUITER, KING (1993, citados por BRINES, SOLAZ, SANJOSÉ, 2016) proponen que

la estructura del CDC de un profesor tiene cuatro componentes: i) pedagogía, ii) contenidos de la disciplina, iii) características de los estudiantes y iv) el contexto ambiental de aprendizaje.

Por otro lado, MAGNUSSON, KRAJCIK, BORKO (1999, citados por BRINES, SOLAZ, SANJOSÉ, 2016) proponen un modelo del CDC con cinco componentes: i) orientaciones para la enseñanza de las ciencias, ii) conocimientos sobre la comprensión de los estudiantes, iii) conocimientos sobre estrategias instruccionales, iv) conocimientos sobre el currículo de la disciplina científica y v) conocimientos para evaluar los aprendizajes científicos.

CAÑAL (2011) menciona que, en el proceso de formación, el CDC del profesor de ciencias puede experimentar avances paralelos en varios ejes de progresión que, si bien no son independientes entre sí, se pueden distinguir como componentes relevantes en el análisis de este desarrollo, los cinco ejes que identifican el CDC son:

1. Eje relativo a la naturaleza y la función didáctica del contenido.
2. Eje del ajuste cognitivo del contenido
3. Eje del ajuste afectivo-motivacional del contenido
4. Eje de diversidad de fuentes de información
5. Eje de organización de contenidos. (pp. 44-45)

De acuerdo con CAÑAL (2011), el profesor novato de física tiene un extenso e interesante trayecto de desarrollo profesional que transitar, en el cual deberá poner énfasis en la reflexión y desarrollo de una serie de tareas que se enlistan a continuación:

- i. El análisis reflexivo sobre su propia práctica, detectando aspectos no fundamentados, insatisfactorios o problemáticos.
- ii. El estudio sobre tipos de actividades y estrategias de enseñanza nuevas para el docente, que puedan ofrecer alternativas adecuadas para el desarrollo de los objetivos prioritarios o para solucionar otros aspectos concretos, mediante cursos, lecturas, consultas a asesores, colaboración con colegas, etc.

- iii. La introducción y la evaluación de innovaciones en la práctica.
- iv. El diseño y la ejecución de procesos de investigación escolar. (p. 47)

Por su parte, ETKINA (2010) menciona cinco aspectos del CDC que se relacionan con la enseñanza de la física:

- i) Orientación hacia la enseñanza de la ciencia;
- ii) Conocimiento de la currícula;
- iii) Conocimientos de los aprendizajes previos de los estudiantes y sus dificultades con conceptos clave y prácticas científicas;
- iv) Conocimiento de las estrategias de instrucción para ayudar a los estudiantes a aprender los conceptos clave y las prácticas de la ciencia; y v) Conocimientos de qué evaluar y estrategias específicas para evaluar los conceptos clave y las prácticas de los estudiantes. (ETKINA, 2010 p. 2)

Como se puede apreciar, existe consenso entre diversos autores sobre los elementos, aspectos o ejes en torno a los cuales se caracteriza el CDC, la mayoría coinciden en que un elemento fundamental del CDC debe ser el conocimiento de las estrategias más adecuadas para enseñar cierto tópico, también coinciden en que, como parte de un CDC desarrollado, el profesor debe identificar los errores conceptuales que puede cometer el estudiante y saber los obstáculos o dificultades que este tiene al tratar de entender cierto tópico a partir de ideas preconcebidas, así como tener un conocimiento amplio del currículum.

Para fines de esta investigación y con base en la revisión de la literatura, se adoptaron cinco dimensiones para caracterizar el CDC de los profesores de física: i) conocimientos y creencias sobre el currículum de física; ii) conocimientos y creencias sobre las dificultades de enseñar un tópico en específico de física; iii) conocimientos y creencias sobre las preconcepciones e ideas previas que tienen los estudiantes en un tópico específico de física; iv) conocimientos y creencias sobre el uso de recursos didácticos y estrategias para enseñar un tópico en particular de

física; y v) conocimientos y creencias sobre las formas más efectivas de evaluar un tópico en específico de física. Por lo que la atención se centrará en lograr la operacionalización de tales dimensiones, de forma que sea posible medir el nivel de CDC de un profesor de física en un tópico específico, lo cual se explicará a detalle en el apartado de metodología.

2. Antecedentes

HALIM, MOHD (2002) reportan los resultados de un estudio sobre *tópicos específicos* del CDC en la enseñanza de la física, tomando en cuenta solo dos componentes del constructo: i) los conocimientos de cómo los estudiantes comprenden algunos tópicos y los errores conceptuales sobre estos; y ii) conocimientos de estrategias y representaciones para un tópico específico. Estos autores se valieron tanto de entrevistas como de la observación de los profesores en entrenamiento para caracterizar la variable de estudio.

REYES, ROMERO (2011) llevaron a cabo un estudio de caso en el cual analizaron el CDC de una profesora experimentada en el tópico específico del movimiento ondulatorio, utilizando el instrumento denominado CoRe (*representación de contenidos*: LOUGHRAN, BERRY, MULHALL, 2012), con el cual pudieron categorizar lo que la profesora considera las grandes ideas que los estudiantes deben aprender sobre el tópico de ondas.

BRINES, SOLAZ, SANJOSÉ (2016) desarrollaron un estudio comparativo sobre el tópico específico de pilas galvánicas de profesores de física de nivel secundaria con experiencia y en formación, en el que descubrieron que tanto los profesores experimentados como los novatos tienen un nivel de CDC que no se considera deseable para la enseñanza de este tópico, sin embargo, concluyen que está más desarrollado en los profesores con más años de experiencia, usaron como instrumento las preguntas del CoRe.

Al respecto, BROMME (1988) reporta los resultados de un estudio comparativo entre profesores experimentados y profesores novatos, acuña el término de *profesores expertos* para referirse a aquellos

que han acumulado, a lo largo de su trayectoria, la experiencia que les permite tomar decisiones más acertadas en su labor docente, ya sea al momento de planear la clase o al identificar las dificultades que los estudiantes están teniendo para entender un tópico de la clase, por citar dos ejemplos. Este tipo de profesor no sigue directamente las estrategias que le han enseñado en su formación pedagógica, sino que construye sus propias estrategias; la reflexión de su práctica es fundamental para lograr avanzar en su conocimiento profesional, un rasgo poco usual en los profesores considerados novatos; en este sentido, un profesor puede tener años de experiencia, pero la escasa reflexión de su práctica le puede mantener en un estadio de novato, en otras palabras, los años de experiencia como profesor de física no necesariamente contribuyen a que este sea experto; sino más bien la profunda reflexión sobre su práctica docente.

MARIES, SINGH (2013) efectuaron un estudio cuantitativo con estudiantes recién graduados de la carrera de Física, quienes se encontraban en un curso de entrenamiento para ser profesores y que ya fungían como profesores asistentes en cursos introductorios de laboratorio, exploraron un aspecto en particular con los recién graduados: pedirles que identificaran los posibles errores que sus estudiantes podrían cometer al contestar el test estandarizado TUG-K (test para el entendimiento de gráficas cinemáticas: BEICHNER, 1994), en el estudio se llegó a la conclusión de que en algunos casos, al pedirles a los graduados que respondieran a la pregunta del test, incurrieron en los mismos errores que comúnmente comenten los estudiantes.

Como se puede apreciar en la revisión de antecedentes, aunque existen diversos trabajos que reportan haber estudiado el CDC de profesores de física, en general son estudios de caso en los que se analiza a un profesor o a un grupo reducido de profesores, debido a lo que se considera la complejidad para caracterizar este constructo.

La mayoría de los diseños de investigación son estudios de casos constituidos por entre uno y veinte

integrantes, donde se utilizan instrumentos de recolección de datos como: cuestionarios, entrevistas, mapas conceptuales, observación participante, pensamiento en voz alta, y estímulo del recuerdo. (DE JONG et al., 2002; LOUGHRAN, et al., 2000, citados por CANDELA, VIÁFARA, 2014 p. 94)

De las investigaciones que se están citando, algunos autores consideraron pertinente utilizar para el estudio del constructo, el instrumento conocido como CoRe, que fue reportado en la literatura por LOUGHRAN, BERRY, MULHALL, (2012), y que es considerado un instrumento estandarizado y validado para tales efectos, sin embargo, dada su naturaleza (un CoRe consiste en ocho preguntas abiertas, que se le hacen a un profesor respecto a un tópico específico que enseña), estudiar las respuestas de los profesores requiere de un profundo análisis cualitativo.

Más adelante, en el apartado de operacionalización de la variable, se detallan las diferencias entre un CoRe y la propuesta para caracterizar el CDC que emerge de esta investigación.

3. Metodología

Para la presente investigación se desarrolló un diseño no experimental (debido a que no se modificó variable alguna), y fue un estudio mixto (cuantitativo y cualitativo) desde la perspectiva metodológica, desarrollado en tres etapas: en la primera etapa, mediante la técnica de investigación documental (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2010), se construyó una definición conceptual y operacional de la variable que se pretende caracterizar (el CDC de los profesores de física en el tópico específico de gráficas cinemáticas); posteriormente en una segunda etapa se realizó la validación de contenido por jueces expertos, y como tercera etapa se implementó una validación estadística mediante el cálculo del índice de confiabilidad alfa de Cronbach.

La etapa de la validación por jueces expertos tuvo una naturaleza cualitativa, al interpretar diferentes concepciones para la depuración de la definición

operacional de la variable; mientras que la etapa de validación estadística del constructo fue de naturaleza cuantitativa, ya que el interés de esta fase se centró en determinar la confiabilidad de la medida de la variable CDC.

El CDC, como un elemento de la cognición del profesor, no puede ser medido directamente como una variable observable (PINTO, GONZÁLEZ, 2008); sin embargo, es posible medirlo en forma indirecta a través de lo que los profesores conocen, hacen y de las razones por las que actúan de determinada manera; incluso a través de sus propias concepciones, creencias, perspectivas y valores (TALANQUER, 2014; GARRITZ, 2014; PADILLA, GARRITZ, 2014).

Por lo anterior, se optó por emplear como instrumento de medida un banco de reactivos de respuesta cerrada en una escala tipo Likert, al ser la clase de instrumento más empleado cuando se trata de indagar acerca de creencias, concepciones y actitudes (CORRAL, 2010). La primera versión del instrumento fue sometida a la validación de tres jueces quienes propusieron la depuración del banco de reactivos; posteriormente se implementó un proceso de piloteo recurriendo para ello a un grupo de 42 profesores de física en servicio.

Posterior a la depuración que se hizo tras la validación de los jueces y a la fase de implementación o piloteo con profesores, se realizó el análisis estadístico del instrumento, para medir su confiabilidad, utilizando para ello el *software* comercial SPSS© versión 20.

3.1 Operacionalización de la variable CDC

Para caracterizar el CDC declarativo de los profesores por medio de entrevistas, está reportado en la literatura un cuestionario abierto denominado CoRe (LOUGHRAN, BERRY, MULHALL, 2012), que aborda de forma cualitativa diversos aspectos de la práctica docente del profesor y se puede ajustar a cualquier tópico.

Un CoRe (Representación de Contenido) ofrece una visión general de cómo un determinado grupo de

maestros conceptualizan el contenido de un tema particular. Un CoRe se desarrolla pidiendo a los maestros que piensen en lo que ellos consideran ser las "grandes ideas" asociadas con la enseñanza de cierto tópico en particular, basado en su experiencia al enseñar ese tema. (LOUGHRAN, BERRY, MULHALL, 2012 p. 17)

Un CoRe, a pesar de contener valiosa información y posibilidades para la comprensión de CDC, no es por sí mismo el CDC, porque la información representada en un CoRe tiende a ser de carácter proposicional, y por lo tanto limitada en términos de proporcionar una visión de las experiencias de la práctica de los profesores. (LOUGHRAN, BERRY, MULHALL, 2012 p. 19)

Debido a la limitación de poder observar la práctica docente de un grupo de profesores, se optó por solo indagar el CDC declarativo, sin embargo, aplicar el CoRe tal cual está definido por sus autores, requiere de una inversión de tiempo considerable, pues aunque consiste en un cuestionario abierto de tan solo ocho preguntas, debido a la naturaleza de estas, se requiere una profunda reflexión del docente para contestarlo, algunos autores sugieren que el CoRe podría entregarse al profesor y darle varios días para que piense sobre sus respuestas, además el tipo de datos cualitativos que se obtienen de las respuestas de los profesores, son complejos de analizar. Por lo anterior, se decidió hacer una re-conceptualización del test denominado CoRe e instrumentarlo por medio de una escala de medición de actitudes, ya que existe consenso en que parte del conocimiento de un profesor, está dictado por sus creencias en torno a la disciplina que enseña.

En este contexto, para VÁZQUEZ (1994):

El pensamiento del profesor, las creencias del profesor sobre la enseñanza, sus concepciones sobre cómo aprenden los alumnos y respecto a las interacciones que se establecen durante el aprendizaje en el aula se han convertido en un paradigma central de la investigación sobre el desarrollo profesional de los docentes. (p. 159)

Como se mencionó en el apartado anterior, a partir de la revisión de la literatura sobre las dimensiones del CDC y las preguntas que aborda el instrumento CoRe, se adoptaron las cinco dimensiones que, para nuestros fines, permitieron operacionalizar la variable por medio de ítems que representarán a cada dimensión, como se muestra en la tabla 1.

Cabe señalar que esta primera propuesta de operacionalización del CDC es general, en el sentido de que aún no se ha elegido un tópico en particular para explorar el CDC del profesor, posteriormente al haber elegido el tópico de gráficas cinemáticas, es que se le da la especificidad y se proponen los ítems para la escala Likert.

Posteriormente se construyó un banco de poco más de 50 ítems (10 ítems en promedio por dimensión) con el que se generó una primera versión de cuestionario para caracterizar el CDC declarativo de los profesores en el tópico específico de la interpretación de gráficas cinemáticas. Se procedió a una depuración del banco de reactivos, atendiendo a dos criterios: la validez y la confiabilidad del instrumento.

De acuerdo con HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA (2010), la confiabilidad es un concepto que aparece cuando al llevar a cabo una investigación, se desea medir una variable, para esto se requiere usar (si es que ya existen) o crear instrumentos que permitan medir dicha variable. La confiabilidad se refiere al grado en que el instrumento aplicado sistemáticamente al mismo grupo de individuos arroja resultados similares en cada aplicación, la confiabilidad se puede expresar como un índice que va desde cero hasta uno, donde *cero* representa *ausencia de confiabilidad* y *uno* es *confiabilidad total*.

Existen diferentes formas de medir la confiabilidad de un instrumento, sin embargo, la más reportada en estudios donde se diseñan test o cuestionarios como el que aquí se propone, es por medio del coeficiente conocido como alfa de Cronbach, que puede ser calculado por programas estadísticos como SSPS©, cuando el instrumento se ha utilizado (piloteado) y se cuentan con datos (las respuestas del cuestionario).

Tabla 1. Definición operacional de la variable del CDC.

Dimensión del conocimiento didáctico del contenido del profesor	Parámetros (preguntas del CoRe)	Indicadores
<p>1 Conocimientos y creencias sobre el currículum de física.</p>	<p>¿Qué es lo que intenta que los estudiantes aprendan respecto a este tópico? ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esto? ¿Qué más sabe sobre este tópico, y que considera que los estudiantes aún no deben aprender?</p>	<p>1.1 Identifica las relaciones transversales y longitudinales entre los diferentes cursos de la disciplina en la que aparece el tópico en particular a enseñar. 1.2 Identifica la importancia del tópico a enseñar en la currícula del estudiante. 1.3 Identifica lo más y lo menos importante de aprender sobre el tópico en cuestión.</p>
<p>2 Conocimientos y creencias sobre las dificultades de enseñar un tópico en específico de física.</p>	<p>¿Cuáles son las dificultades y/o limitaciones asociadas con la enseñanza de este tópico?</p>	<p>2.1 Identifica cuáles son los principales obstáculos con los que el estudiante se enfrenta al tratar de aprender el tópico en particular. 2.2 Identifica cuáles son las áreas de oportunidad que como profesor tiene al enseñar el tópico en particular. 2.3 Identifica qué sería deseable que los estudiantes aprendan sobre ese tópico en particular, pero que no puede enseñarle por las limitaciones que existen.</p>
<p>3 Conocimientos y creencias sobre las preconcepciones e ideas previas que tienen los estudiantes en un tópico específico de física.</p>	<p>¿Qué tipo de ideas, errores conceptuales o preconcepciones tienen formados los estudiantes que influyen en la enseñanza de este tópico? ¿Qué otros factores influyen en la enseñanza de este tópico?</p>	<p>3.1 Identifica cuáles son los preconcepciones que tienen los estudiantes sobre el tópico a enseñar. 3.2 Identifica cómo los preconcepciones que tienen los estudiantes respecto al tópico en particular, dificulta su correcto entendimiento. 3.3 identifica la naturaleza de los preconcepciones o ideas erróneas que los estudiantes tienen respecto al tópico a enseñar.</p>
<p>4 Conocimientos y creencias sobre el uso de recursos didácticos y estrategias para enseñar un tópico en particular de física.</p>	<p>¿Qué estrategias de enseñanza conoce que son efectivas para enseñar este tópico y por qué lo son?</p>	<p>4.1 Identifica qué tipo de recursos didácticos son más aptos para enseñar el tópico en particular. 4.2 Identifica las necesidades de utilizar diferentes recursos didácticos para abordar un tópico en particular. 4.3 Identifica cuáles son las estrategias más efectivas para tratar de enseñar un tópico en particular.</p>
<p>5 Conocimientos y creencias sobre las formas más efectivas de evaluar un tópico en específico de física.</p>	<p>¿Cuáles son las formas específicas de determinar la comprensión o confusión que los estudiantes tienen respecto a este tópico?</p>	<p>5.1 Identifica las diferentes estrategias de evaluación para evaluar un tópico en particular. 5.2 Identifica los diferentes recursos que puede emplear para evaluar un tópico en particular. 5.3 Identifica los indicadores representativos que permiten saber si los estudiantes han comprendido un tópico en particular.</p>

Fuente: elaboración propia a partir de ETKINA, 2010, y LOUGHRAN, BERRY, MULHALL, 2012.

Por otro lado, el concepto de validez, según HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, (2010), se refiere al grado en que el instrumento realmente mide la variable que se desea medir, y se puede establecer desde tres enfoques: validez de contenido, validez de criterio y validez de constructo; siendo esta tercera la más importante porque tiene que ver con las teorías que soportan la variable que se va a medir.

Es aceptado que se puede garantizar la validez de contenido del instrumento, sometiéndolo al juicio de expertos, en este caso, investigadores reconocidos en el área que se aborda, quienes revisan cada ítem del instrumento y emiten a su juicio si este realmente está midiendo la variable en cuestión (ARIAS, 2006; CORRAL, 2010).

Siguiendo este criterio, se sometió el banco original de aproximadamente 50 reactivos al jueceo de tres expertos en didáctica de la física, tres investigadores reconocidos que además han trabajado sistemáticamente en formación de profesores de física (dos de ellos trabajan en México y el tercero en Colombia). A partir de las sugerencias de los tres jueces, se modificó el instrumento acotándolo a 30 reactivos por sugerencia de uno de ellos y equiparando el número de reactivos por dimensión a sugerencia de otro, por lo que la versión final del instrumento constó de 30 reactivos (6 por dimensión, ver anexo 1).

Además de depurar el número de ítems o reactivos, se modificó la redacción de varios de ellos, a sugerencia de los jueces, además de cambiar algunos de dimensión, y de incluir gráficas de apoyo en algunos ítems (esto en la versión final aplicada vía Formularios Google). Cuando se tuvo la operacionalización de la variable en su versión final, se lanzó el test a una muestra representativa de profesores de física para poder ser piloteado y calcular su confiabilidad. El test para tal efecto denominado GC-CDC fue suministrado a una muestra de 42 profesores de física en servicio de nivel bachillerato y universidad en forma electrónica por medio de la plataforma libre Formularios Google, ya fuera enviando directamente el enlace a los participantes para acceder a este o enviando una invitación a contestarlo por

medio de correo electrónico, el único requisito para contestarlo fue que el profesor al menos en una ocasión hubiera impartido el curso de Mecánica (que es donde se aborda el tópico elegido), algunos de los ítems por dimensión se muestra en la tabla 2.

El instrumento en general tuvo un coeficiente alfa de Cronbach de 0,817, lo que significa que tiene un grado de consistencia interna aceptable, esto es, que es una medida estable y reproducible; más propiamente asume que los ítems miden un mismo constructo y que además tienen un alto grado de correlación (WELCH, COMER, 1988).

Diversos autores reportan que un coeficiente alfa de Cronbach entre 0,7 y 0,8 (CORRAL 2010; GEORGE, MALLERY, 2003), se considera aceptable. NUNALLY (1978) y HUH, DELORME, REID (2006) argumentan que un alfa de Cronbach mayor a 0,6 es aceptable para estudios básicos, iniciales o exploratorios, como es nuestro caso; en tanto que CASTAÑEDA et al. (2010) lo consideran moderado.

4. Conclusiones

Se propuso el diseño y la validación de un instrumento para tratar de caracterizar el constructo denominado CDC para profesores de física sobre un tópico específico del currículo. Tras la revisión de la literatura se adoptaron cinco dimensiones que caracterizan al constructo del CDC, sin importar el área del conocimiento o el tópico a enseñar; a partir de estas, se optó por reconceptualizar un instrumento ya reportado en la literatura por diversos autores que han usado para caracterizar el CDC (CoRe). El aporte de este trabajo consiste en que se pasó de un instrumento cualitativo, que por su naturaleza requiere de un tiempo considerable para su aplicación y posterior análisis de la información, a instrumentarlo en un cuestionario cerrado en escala Likert, que permite aplicarlo a un número considerable de profesores que pueden contestar en un tiempo relativamente corto, y cuyo análisis se vuelve cuantitativo, lo que facilita situar el nivel de CDC del profesor en una escala numérica determinada por sus respuestas.

Tabla 2. Definición operacional definitiva de la variable del CDC, usada para el piloteo (se muestran solo algunos de los ítems por dimensión, para la versión completa ver anexo 1).

Dimensión del conocimiento del profesor	Subdimensión	Indicadores	Descripción (ítem)
1. Conocimientos y creencias sobre el currículum de física.	¿Qué es lo que intenta que los estudiantes aprendan respecto a gráficas cinemáticas? ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan a interpretar y construir gráficas cinemáticas? ¿Qué más sabe sobre gráficas cinemáticas, y qué considera que los estudiantes aún no deben aprender?	1.1 Identifica relación del tópico en particular de física con otros tópicos del programa de estudios. 1.2 Identifica relación del tópico en particular de física con otros tópicos de física. 1.3 Identifica lo más y lo menos importante de aprender sobre el tópico en cuestión.	El tema de interpretación de gráficas cinemáticas contribuye a la conformación del perfil de egreso de los estudiantes.
			La interpretación de gráficas cinemáticas es necesaria para avanzar en temas posteriores del programa de estudios de física.
2. Conocimientos y creencias sobre las dificultades de enseñar un tópico en específico de física.	¿Cuáles son las dificultades y/o limitaciones asociadas con la enseñanza de gráficas cinemáticas?	2.1 Identifica cuáles son los principales obstáculos con los que el estudiante se enfrenta al tratar de aprender el tópico en particular. 2.2 Identifica cuáles son las áreas de oportunidad que como profesor tiene al enseñar el tópico en particular. 2.3 Identifica qué sería deseable que los estudiantes aprendan sobre ese tópico en particular, pero que no puede enseñarles por las limitaciones que existen.	Hay temas de geometría analítica y de cálculo que resultan indispensables para que los estudiantes interpreten gráficas cinemáticas.
			Suelo explicar la construcción de las gráficas de posición, velocidad y aceleración para el mismo objeto.
3. Conocimientos y creencias sobre las preconcepciones e ideas previas que tienen los estudiantes en un tópico específico de física	¿Qué tipo de ideas, errores conceptuales o preconcepciones tienen formados los estudiantes que influyen en la enseñanza de la interpretación de gráficas cinemáticas? ¿Qué estrategias y recursos conoce que son efectivos para enseñar a interpretar gráficas cinemáticas?	3.1 Identifica cuáles son los preconcepciones que tienen los estudiantes sobre el tópico a enseñar. 3.2 Identifica cómo los preconcepciones que tienen los estudiantes respecto al tópico en particular, dificulta su correcto entendimiento. 3.3 Identifica la naturaleza de los preconcepciones o ideas erróneas que los estudiantes tienen respecto al tópico a enseñar.	Los estudiantes tienen dificultades para diferenciar entre la gráfica de una pelota lanzada hacia arriba, con la de una pelota en caída libre.
			Los estudiantes suelen creer que si la gráfica de posición contra tiempo es una parábola, entonces la trayectoria del objeto es una parábola.
4. Conocimientos y creencias sobre el uso de recursos didácticos y estrategias para enseñar un tópico en particular de física.	¿Qué estrategias de enseñanza conoce que son efectivas para enseñar a interpretar gráficas cinemáticas y por qué lo son?	4.1 Identifica qué tipo de recursos didácticos son aptos para enseñar el tópico en particular. 4.2 Identifica las necesidades de utilizar diferentes recursos didácticos para abordar un tópico en particular. 4.3 Identifica cuáles son las estrategias más efectivas para tratar de enseñar un tópico en particular.	Necesito utilizar recursos didácticos diferentes a los que habitualmente uso para explicar la interpretación de gráficas cinemáticas.
			Utilizo en clase videos de objetos en movimiento, para tratarlos de relacionar con sus gráficas cinemáticas.
5. Conocimientos y creencias sobre las formas de evaluar un tópico en específico de física.	¿Cuáles son las formas específicas de determinar la comprensión o confusión que los estudiantes tienen respecto a la interpretación de gráficas cinemáticas?	5.1 Identifica las diferentes estrategias de evaluación para un tópico en particular. 5.2 Identifica los diferentes recursos que puede emplear para evaluar un tópico en particular. 5.3 Identifica los indicadores representativos que permiten saber si los estudiantes han comprendido un tópico en particular.	Incluyo preguntas sobre interpretación de gráficas cinemáticas en las evaluaciones de temas de cinemática.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Coeficientes alfa de Cronbach por dimensión y general del test GD CDC.

Dimensión	Descripción	Número de ítems	Alfa de Cronbach
CDC 1	Conocimientos y creencias sobre el currículum de física	6	0,744
CDC 2	Conocimientos y creencias sobre las dificultades de enseñar un tópico en específico de física	6	0,703
CDC 3	Conocimientos y creencias sobre las preconcepciones e ideas previas que tienen los estudiantes en un tópico específico de física	6	0,696
CDC 4	Conocimientos y creencias sobre el uso de recursos didácticos y estrategias para enseñar un tópico en particular de física	6	0,615
CDC 5	Conocimientos y creencias sobre las formas de evaluar un tópico en específico de física	6	0,627
General	Instrumento total	30	0,817

Fuente: elaboración propia.

El análisis estadístico que se hizo al pilotear el cuestionario con una muestra representativa de profesores de física arrojó como resultados que, si bien el test es perfectible y particularmente los ítems de algunas de las dimensiones pudieran mejorarse para tener una mayor consistencia interna, en términos generales el test es confiable basado en el criterio del coeficiente alfa de Cronbach.

Como todo instrumento de esta naturaleza, tras su primera versión presentada en este estudio, una forma de mejorarlo sería utilizarlo sistemáticamente aplicándolo a profesores de física, al mismo tiempo que se tuviera oportunidad de contrastar sus resultados con otra fuente de información, por ejemplo con entrevistas no estructuradas a algunos de esos profesores, lo anterior podría facilitar identificar cuáles ítems del instrumento se pueden modificar para mejorar su consistencia interna.

Es importante mencionar que todos ítems del cuestionario GC-CDC (ver anexo 1) están redactados de tal forma que a mayor puntuación en la escala, mayor nivel de CDC declarativo exhibe el profesor, a excepción de dos ítems que pertenecen a la dimensión CDC3; los ítems 4 y 16 del test están redactados de tal forma que a menor puntuación es mayor el nivel

de CDC del profesor, esto de acuerdo con la definición operacional de dicha dimensión (ver tabla 2). Lo anterior significa que la mayor puntuación que se podría obtener en el test en términos generales no se debe considerar como 120 (que sería el resultado de multiplicar la máxima puntuación en la escala por el número de ítems) y en particular la mayor puntuación a obtener en la dimensión CDC3 no es de 24.

Consideramos que, si otros investigadores están interesados en replicar la metodología aquí propuesta para tratar de caracterizar el CDC de profesores de física en un tópico distinto al de las gráficas cinemáticas, este trabajo les puede brindar elementos para hacerlo, ya que la metodología propuesta se verá enriquecida y fortalecida, en la medida que se tengan más indicios de que se puede replicar para distintos tópicos de física e inclusive de otras ciencias, con las debidas adecuaciones para cada caso.

El CDC es un constructo difícil de caracterizar debido a su naturaleza como un tipo de conocimiento sumamente especializado que poseen los profesores, en este sentido estamos conscientes de las limitaciones que conlleva tener una aproximación desde el enfoque únicamente del CDC declarativo, sin embargo consideramos de relevancia el aporte

de plantear una metodología que permita, partiendo de un instrumento de naturaleza cualitativa, llegar a un test de naturaleza cuantitativa, con las ventajas que resultan para su aplicación.

[El CDC] no es una entidad única que sea la misma para todos los maestros de una materia determinada; es una experiencia particular con idiosincrasias individuales y diferencias importantes que están influenciadas por (al menos) el contexto de enseñanza, el contenido y la experiencia. Puede ser el mismo (o similar) para algunos profesores y diferente para otros, pero es, sin embargo, una piedra angular del conocimiento profesional de los maestros. (LOUGHRAN, BERRY, MULHALL, 2012 p. 7)

Por último, aunque existen reportes de investigación que han abordado por un lado el problema de la interpretación de gráficas cinemáticas por parte de estudiantes y profesores, utilizando recurrentemente el test de conocimientos sobre este tópico TUG-K (BEICHNER, 1994); y por otro lado, existen diversos estudios que reportan haber investigado el CDC de profesores de física desde el enfoque cualitativo, no hemos identificado aún en la literatura un cuestionario como el que se obtuvo como resultado de este trabajo, para caracterizar el CDC en ese tópico específico de forma cuantitativa.

5. Referencias bibliográficas

- ARIAS, F. **El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica**. Episteme, C.A. Caracas: Venezuela. 2006.
- ÁVILA, A.; PÉREZ, V.; SANTILLÁN, M. La formación de profesores de matemáticas en el CCH. En Barrera, F. et al. (eds). MEMORIAS DEL SEGUNDO CONGRESO NACIONAL SOBRE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS. pp. 59-65, Pachuca, Hidalgo, 2008.
- BEICHNER, R. Testing student interpretation of kinematics graphs. **American Journal of Physics**, Maryland, v. 62, n. 8, pp. 750-756. 1994.
- BOLÍVAR, A. Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. **Revista de Currículum y Formación del Profesorado**. Granada, España, v. 9, n. 2, pp. 1-39. 2005.
- BRINES, A.; SOLAZ, J.; SANJOSÉ, V. Estudio exploratorio comparativo del conocimiento didáctico del contenido sobre pilas galvánicas de profesores de secundaria en ejercicio y en formación. **Revista Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, España, v. 34, n. 2, pp. 107-127. 2016.
- BROMME, R. Conocimientos profesionales de los profesores. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, España, v. 6, n. 1, pp.19-29. 1988.
- CANDELA, B.; VIÁFARA, R. Articulando la CoRe y los Pa-Per al programa educativo por orientación reflexiva: Una propuesta de formación para profesorado de química. **TED: Tecné, Epistemé y Didaxis**, Bogotá, Colombia, n. 35, pp. 89-111. 2014.
- CAÑAL, P. Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En: CAAMAÑO, A. (coord.). **Didáctica de la Física y de la Química Vol II**. Editorial Grao. Barcelona: España, pp. 35-52. 2011.
- CASTAÑEDA, M.B. *et al.* **Procesamiento de datos y análisis estadísticos usando SPSS**. CEES/PUCRS. Brasil. 2010.
- CORRAL, Y. Diseño de cuestionarios para recolección de datos. **Revista Ciencias de la Educación**. Carabobo, Venezuela, v. 20, n. 36, pp. 152-168. 2010.
- DOLORES, C.; RIVERA, M. Una experiencia didáctica con incidencia en la interpretación de gráficas cinemáticas. **Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación**. Rosario, Argentina, v. 2, n. 11, pp. 129-154. 2016.
- ESTADOS UNIDOS. National Research Council (NRC). **National Science Education Standards**. National Academy Press. Washington D.C. 1996.
- ETKINA, E. Physics teacher preparation: Dreams and reality. **Journal of Physics Teacher Education**, EE. UU., v. 3, n. 2, pp 3-9. 2005.

- ETKINA, E. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. **Physics Education Research**, Colorado, EE. UU., v. 6, pp. 1-26. 2010.
- GARRITZ, A. Conocimiento Didáctico del Contenido. Mis últimas investigaciones: CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación. **TED: Tecné, Epistemé y Daxis**, Bogotá, Colombia, n. 30, pp.68-81. 2011.
- GARRITZ, A. Creencias de los profesores, su importancia y cómo obtenerlas. **Educación Química**, México, v. 25, n. 2, pp. 88-92. 2014.
- GEORGE, D.; MALLERY, P. **SPSS for Window Step by Step. A simple Guide and Reference**. Allyn & Bacon. Boston: EE. UU. 2003.
- HALIM, L.; MOHD, S. Science trainee teacher's pedagogical content knowledge and its influence on physics teaching. **Research in Science & Technology Education**. Londres, v. 20, n. 2, pp. 216-225. 2002.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, M. **Metodología de la Investigación**. 5a. edición. Editorial McGraw Hill. México. 2010.
- HIRSCH-ALDER, A. **Investigación Superior: Universidad y Formación de Profesores**. Segunda reimpresión. Editorial Trillas. México. 1998.
- HUH, J.; DELORME, D.E.; REID, L.N. Perceived third-person effects and consumer attitudes on preventing and banning DTC advertising. **The Journal of Consumer Affairs**, Hoboken, Nueva Jersey, EE. UU., n. 40, pp. 90-116. 2006.
- KELLER, M.; NEUMANN, K.; FISCHER, H. The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge and Motivation on Students' Achievement and Interest. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, Nueva Jersey EE. UU., v. 54, n. 5, pp. 586-614. 2016.
- LOUGHRAN, J.; BERRY, A.; MULHALL, M. **Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge**. Second Edition. Sense Publishers. Boston: EE. UU. 2012.
- MARIES, A.; SINGH, C. Exploring one aspect of pedagogical content knowledge of teaching assistants using the test of understanding graphs in kinematics. **Physics Education Research**, Reston, VA, EE. UU., v. 9, pp. 1-14. 2013.
- MERINO, J. Los retos de la enseñanza de la física del siglo XXI. **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, Barcelona, España, n. 33, pp. 1-3. 2002.
- NUNNALLY, J. **Psychometric Theory**. McGraw-Hill. Nueva York: EE. UU. 1978.
- OLSZEWSKI, J. **The Impact of Physics Teacher's Pedagogical Content Knowledge on Teachers' Action and student outcomes**. Logos. Berlín: Alemania. 2010.
- PADILLA, K.; GARRITZ, A. Creencias Epistemológicas de dos profesores-investigadores de la Educación Superior. **Educación Química**, México, v. 25, n. 3, pp. 343-353. 2014.
- PINTO, J.; GONZÁLEZ, M. El Conocimiento didáctico del contenido en el profesor de matemáticas: ¿Una cuestión ignorada? **Educación Matemática**, México, v. 20, n. 3, pp. 83-100. 2008.
- REYES, J.; ROMERO, G. Conocimiento didáctico del contenido del profesor de física experimentado en la enseñanza del movimiento ondulatorio. **Revista EDUCyT**. Cali, Colombia, v. 4, pp. 3-15. 2011.
- RIVEROS, H.; JIMÉNEZ, E.; RIVEROS, D. **Cómo mejorar mi clase de física: nivel medio superior**. Editorial Trillas. México. 2004.
- SÁNCHEZ, C.; HUCHIM, D. Trayectorias docentes y desarrollo profesional en el nivel medio superior. **CPU-e Revista de Investigación Educativa**. Veracruz, México, n. 21, pp. 148-167. 2015.
- SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Research**, Londres, v. 15, n. 2, pp. 4-14. 1986.
- TALANQUER, V. Formación docente: ¿Qué distingue a los buenos maestros de química? **Educación Química**, México, v. 15, n. 1, pp. 60-66. 2004.
- TALANQUER, V. Razonamiento Pedagógico Específico sobre el Contenido (RPEC). **Educación Química**, México, v. 25, n. 3, pp. 391-397. 2014.
- VÁZQUEZ, A. Concepciones iniciales sobre la enseñanza en profesores de ciencias de secundaria

en formación. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Zaragoza, España, n. 21, pp. 159-173. 1994.

VERGARA, C.; COFRÉ, H. Conocimiento pedagógico del contenido: ¿El paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en

Chile? **Estudios Pedagógicos**, Valdivia, Chile, v. XL, n. esp. 1, pp. 323-338. 2014.

WELCH, S.; COMER, J. **Quantitative Methods for Public Administration: techniques and Applications**. Cole Publishing Co. Three Lakes: EE. UU. 1988.

Anexo 1. Versión final del test GC-CDC que se implementó posteriormente en Formularios Google con ligeras modificaciones y que fue piloteado para la investigación reportada en este artículo.

Instituto Politécnico Nacional Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada CICATA Legaria “Doctorado en Física Educativa”		INSTRUMENTO: Test GC-CDC CUESTIONARIO PARA ESTUDIO DIAGNÓSTICO VARIABLE : <u>CDC</u> “Conocimiento Didáctico del Contenido en Interpretación de Gráficas Cinemáticas”	
INSTRUMENTO: GC-CDC	DOCENTES DE FÍSICA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR Y SUPERIOR	FECHA: NOVIEMBRE DE 2017	
<p>CONFIDENCIALIDAD: Estimado docente, este cuestionario tiene la finalidad de recuperar información acerca de sus percepciones sobre aspectos de la práctica educativa. La información suministrada será resguardada de manera confidencial, teniendo como utilidad fines estrictamente académicos y de investigación.</p>			
Nombre:		Edad:	
Tiempo laborando en su institución:		Sexo: M _____ F _____	
Antigüedad como docente de física:			
Asignaturas de física que ha impartido:		Bachillerato o licenciaturas dónde las ha impartido:	
Formación profesional (licenciatura o carrera):			
Estudios de posgrado : Sí _____ No _____		¿Qué estudios de posgrado tiene?	
Cursos de formación y/o actualización docentes: Sí _____ No _____		Describa alguno(s) de los cursos de actualización que ha recibido, o que recuerde con mayor agrado:	

INSTRUCCIONES: Va a encontrar una serie de afirmaciones que describen diversas situaciones respecto a su labor como docente de física en un tópico específico. Para cada afirmación existen cinco opciones de respuesta, marque una cruz en el recuadro que corresponde a su opinión, de acuerdo a la siguiente escala:
 (0) muy en desacuerdo o nunca; (1) en desacuerdo o la mayoría de las veces no; (2) ni de acuerdo ni en desacuerdo o algunas veces sí, algunas veces no; (3) de acuerdo o la mayoría de las veces sí; (4) muy de acuerdo o siempre.

No.	Clave	Reactivo	0	1	2	3	4
1 (5)	CDC1	Las gráficas de variables cinemáticas ayudan a entender algunos conceptos de matemáticas.					
2 (10)	CDC2	Al resolver problemas de cinemática, los estudiantes deben también construir las gráficas cinemáticas de las variables.					
3 (1)	CDC1	El tema de interpretación de gráficas cinemáticas contribuye a la conformación del perfil de egreso de los estudiantes.					
4 (18)	CDC3	Los estudiantes pueden describir cómo es la trayectoria de un objeto a partir de su gráfica de velocidad contra tiempo.					
5 (15)	CDC3	Los estudiantes suelen creer que si la gráfica de posición contra tiempo es una recta con pendiente diferente de cero, el objeto se mueve en un plano inclinado con la misma pendiente que la gráfica.					
6 (8)	CDC2	Para interpretar gráficas cinemáticas los estudiantes deben entender los conceptos de física que se involucran.					
7 (19)	CDC4	Necesito utilizar recursos didácticos diferentes a los que habitualmente uso para explicar la interpretación de gráficas cinemáticas.					
8 (26)	CDC5	Incluyo preguntas sobre interpretación de gráficas cinemáticas en las evaluaciones de temas de cinemática.					
9 (30)	CDC5	Solicito en los reportes de actividades prácticas, que los estudiantes incluyan gráficas de variables cinemáticas.					
10 (22)	CDC4	Busco recursos didácticos en la red para explicar el tema de interpretación de gráficas cinemáticas.					
11 (3)	CDC1	Considero que mis estudiantes deben aprender a interpretar gráficas cinemáticas.					
12 (9)	CDC2	Uso conceptos de cálculo para explicar a mis estudiantes la interpretación de gráficas cinemáticas.					
13 (13)	CDC3	Los estudiantes tienen dificultades para diferenciar entre la gráfica de una pelota lanzada hacia arriba, con la de una pelota en caída libre.					
14 (27)	CDC5	Promuevo el uso de <i>software</i> de videoanálisis para la interpretación de gráficas cinemáticas.					

Continúa

Continuación

15 (6)	CDC1	Las gráficas de variables cinemáticas ayudan a entender algunos conceptos de ingeniería.					
16 (17)	CDC3	Los estudiantes entienden por qué son diferentes las gráficas de posición contra tiempo y de velocidad contra tiempo de un mismo objeto.					
17 (25)	CDC5	Para evaluar a los estudiantes en interpretación de gráficas cinemáticas, les pido que dibujen gráficas a partir de información cinemática del objeto.					
18 (12)	CDC2	Suelo explicar la construcción de las gráficas de posición, velocidad y aceleración para el mismo objeto.					
19 (20)	CDC4	Reflexiono sobre la forma en que debo explicar a mis alumnos la interpretación de gráficas cinemáticas.					
20 (23)	CDC4	Utilizo en clase videos de objetos en movimiento, para tratarlos de relacionar con sus gráficas cinemáticas.					
21 (7)	CDC2	Hay temas de geometría analítica y de cálculo que resultan indispensables para que los estudiantes interpreten gráficas cinemáticas.					
22 (4)	CDC1	La interpretación de gráficas cinemáticas es necesaria para avanzar en temas posteriores del programa de estudios de física.					
23 (16)	CDC3	Los estudiantes suelen pensar que si las gráficas de posición y velocidad contra tiempo tienen la misma forma, entonces ambas representan el mismo objeto en movimiento.					
24 (28)	CDC5	Promuevo el uso de <i>software</i> de geometría dinámica para la interpretación de gráficas cinemáticas.					
25 (11)	CDC2	Suelo explicar a los estudiantes la relación entre la pendiente de la recta tangente a una gráfica de posición, con la velocidad.					
26 (2)	CDC1	Interpretar gráficas cinemáticas ayuda a los estudiantes a entender otros temas de física.					
27 (14)	CDC3	Los estudiantes suelen creer que si la gráfica de posición contra tiempo es una parábola, entonces la trayectoria del objeto es una parábola.					
28 (24)	CDC4	Utilizo “applets” interactivos de internet para explicar la interpretación de gráficas cinemáticas.					
29 (29)	CDC5	Desde mi experiencia, las actividades prácticas permiten evaluar la interpretación de gráficas cinemáticas.					
30 (21)	CDC4	Utilizo <i>software</i> para apoyar mis explicaciones sobre la interpretación de gráficas cinemáticas.					



AUTOMEDICAÇÃO COMO TEMA DE SITUAÇÃO DE ESTUDO

SELF-MEDICATION AS A TOPIC OF STUDY SITUATION

AUTOMEDICACIÓN COMO TEMA DE UNA SITUACIÓN DE ESTUDIO

Roberta Conceição Bomfim^{*}, Elisa Prestes Massena^{}**

Cómo citar este artículo: Bomfim, R. C. y Massena, E. P. (2019). Automedicação como tema de situação de estudo. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 360-375. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13519>

Resumo

A interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos são sugeridas pela Situação de Estudo que busca a reconfiguração curricular. Este trabalho propõe uma Situação de Estudo cujo tema foi automedicação para ensinar centralmente conteúdos de Química, fruto de uma pesquisa cujo objetivo foi investigar os processos de ensino e aprendizagem possibilitados por meio desta estratégia. O trabalho foi constituído por atividades que foram divididas em quatro momentos e desenvolvidas em oito aulas em uma escola pública, localizada no interior da Bahia, Brasil. As produções dos estudantes foram analisadas pela Análise Textual Discursiva com a utilização de três categorias, sendo uma emergente e duas *a priori*. Neste trabalho, abordamos duas delas “Compreensões sobre solubilidade” e “Considerações sobre a Situação de Estudo”. Com os resultados, foi possível perceber que os estudantes demonstraram uma evolução conceitual, pois, no início das atividades, muitos traziam uma compreensão do senso comum acerca das questões que envolviam os medicamentos e, no decorrer das atividades desenvolvidas, foi possível observar que os estudantes construíram um novo sistema de conceitos.

Palavras chaves: medicamentos, contextualização, interdisciplinaridade, ensino de ciências.

Recibido: 24 de junio de 2018; aprobado: 11 de abril de 2019

* Professora licenciada em Química. Mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, BA – Brasil. Correio eletrônico: roberta.bomfim02@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-2182>

** Professora e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, BA – Brasil. Professora Adjunto do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da mesma instituição. Correio eletrônico: elisapmassena@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7670-0201>

Abstract

Interdisciplinary and contextualization of the contents by Study Situations is a way to curricular reconfiguration. In this sense, this work proposed a Study Situation whose subject was self-medication mainly to teach Chemistry, the result of research whose objective was to investigate the teaching and learning processes made possible through this strategy. This proposal contains activities developed in four moments during eight classes in a public school, located in a small town in Bahia, Brazil. One category of analysis emerged from data collected, and two were a priori, those as a result of Discursive Textual Analysis applied on student's production. In this work, we discuss two of them "Understandings about solubility" and "Considerations about the Study Situation. By the results, it was possible to perceive that the students demonstrated a re-signification of the scientific concept. Since the beginning, many had a misunderstanding about the questions involving the medicines. At the beginning, many students offer answers from their common sense, over questions involving medicines, however as the activities developed, it was possible to observe they constructed a new system of concepts.

Keywords: medicines, contextualization, interdisciplinary, science teaching.

Resumen

La interdisciplinaridad y la contextualización de los contenidos son sugeridas por la *situación de estudio*, la cual busca reconfiguraciones curriculares. Este trabajo propone una situación de estudio cuyo tema fue la automedicación para enseñar focalmente algunos contenidos de Química, fruto de una investigación cuyo objetivo fue investigar los procesos de enseñanza y aprendizaje posibilitados por dicha estrategia. El trabajo se desarrolló por medio de actividades que fueron divididas en cuatro momentos y desarrolladas en ocho clases en una escuela pública, localizada en el interior del estado de Bahía, Brasil. Las producciones de los estudiantes fueron analizadas por medio del *análisis textual discursivo* usando tres categorías: una emergente y dos *a priori*. En este trabajo abordamos dos de ellas: *comprensiones sobre solubilidad* y *consideraciones sobre situación de estudio*. Con los resultados fue posible percibir que los estudiantes demostraron una evolución conceptual, pues al inicio de las actividades, muchos ofrecían respuestas a partir del sentido común, sobre las preguntas relacionadas con los medicamentos; sin embargo, en el transcurso de las actividades, evidenciamos que los estudiantes construyeron un nuevo sistema de conceptos.

Palabras clave: medicamentos, contextualización, interdisciplinariedad, enseñanza de las ciencias.



Introdução

A automedicação tem sido uma prática cada vez mais comum na sociedade. Em busca de melhora ou cura para alguma doença, as pessoas se arriscam a fazer uso de medicamentos de maneira indiscriminada sem prescrição médica ou por indicação de pessoas não qualificadas para tal recomendação. Essa prática está presente em todas as classes sociais, no entanto, atinge com mais frequência as pessoas com baixa escolaridade (LUCENA, 2007).

Portanto, em países pouco desenvolvidos, o número de medicamentos de venda livre tem crescido nos últimos tempos, o que ocasiona um consumo exacerbado sem prescrição médica. O uso indiscriminado de medicamentos é feito principalmente por pessoas leigas, que são instruídas por amigos/vizinhos e, até mesmo, por atendentes de farmácias. Além do mais, a fiscalização realizada pelas agências reguladoras não consegue controlar completamente esse problema (SOUSA, ANDRADE, 2013).

Nesse contexto, vale ressaltar que fatores econômicos, políticos e culturais contribuem para a difusão da automedicação. Além do mais, a disponibilidade desses produtos no mercado proporciona mais condições de consumo, pois, a cada dia, aumenta-se o número de farmácias e drogarias, além das propagandas realizadas por estes estabelecimentos, que tendem a ressaltar os benefícios e a omitir ou minimizar os riscos e possíveis efeitos adversos, estimulando o uso inadequado dos produtos (LUCENA, 2007; SILVA, PINHEIRO, 2013).

Em nosso país, a extensão da automedicação não é conhecida com precisão, mas, de acordo com o Instituto de Ciência, Tecnologia e Qualidade (BRASIL, 2014), que entrevistou 1.480 pessoas em 12 capitais brasileiras, cerca de 76,4% dos brasileiros que participaram da pesquisa praticam a automedicação. Entre os que adotam essa prática, 32% costumam aumentar a dose do medicamento prescrito pelo médico com o objetivo de potencializar o efeito do remédio. Vale ressaltar que a capital brasileira que registra o maior índice de automedicação é Salvador

(na Bahia), em que 96,2% dos habitantes adotam tal prática. Já a capital em que o hábito é menos frequente é Belo Horizonte (em Minas Gerais), em que 35% se automedicam.

Nesse cenário, surge a necessidade de amenizar a problemática acerca da automedicação, o que implica na formação de pessoas com capacidade crítica, que estejam conscientes a respeito da influência da cultura, da mídia e dos problemas da saúde pública sobre a prática da automedicação, tanto em relação aos aspectos positivos quanto aos negativos. A formação dessas pessoas pode ocorrer na escola, uma vez que a sua principal função é colaborar para o exercício da cidadania e para a formação dos alunos (SANTOS, SCHNETZLER, 2003; SOUSA, ANDRADE, 2013). Nesse sentido, o ensino de Química pode ser um facilitador nesse processo, e trabalhos como dos autores LAUTHARTTE, FRANCISCO JUNIOR (2011); SALDANHA, SILVA NETA, WEBER (2012); PAZZINATO et al. (2012); FARY et al. (2012); SILVA, PINHEIRO (2013); SOUSA, ANDRADE (2013); RICHETTI, ALVES FILHO (2014) revelam essa possibilidade.

No entanto, ainda é possível perceber que o ensino de Química, muitas vezes, ocorre de forma mecânica. O método de transmissão-recepção, em que o professor - dito detentor do saber - transmite os conteúdos aos seus alunos, preocupa-se com a universalização do conhecimento, a memorização, o treino, a repetição, tornando os conteúdos verdades absolutas e inquestionáveis (MALDANER et al., 2007). Além disso, na maior parte dos casos, as aulas são meramente expositivas. Muitas vezes, os alunos que aprendem por meio desse método não conseguem perceber que sua realidade social e cotidiana tem relação com a Química.

Nesse contexto, prevalece a concepção de que o currículo é um conjunto de orientações oriundas das diretrizes curriculares produzidas em âmbito nacional, nas secretarias de Educação dos Estados e/ou Municípios e na própria escola, com base nos documentos oficiais, nas propostas pedagógicas e nos regimentos escolares. Todavia, a organização interdisciplinar do currículo rompe com a linearidade do

conhecimento escolar, possibilitando uma relação entre os saberes científicos e o contexto cotidiano, o que poderá proporcionar um aprendizado mais significativo e uma formação socialmente relevante (MALDANER et al., 2007).

Diante desse cenário, BOFF (2016) pensa na escola não apenas como uma instituição social que busca o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos, articulados aos problemas sociais, culturais e de saúde. Enfatiza, também, que a escola precisa promover, desenvolver, avaliar e julgar o desempenho escolar dos estudantes, numa perspectiva crítica emancipatória. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (PCN) (BRASIL, 1997), documento em que a SE se baseia, a escola tem a função de formar cidadãos capazes de atuar com competência e dignidade na sociedade e, para isso, é necessário que a instituição escolar garanta um conjunto de práticas planejadas com o propósito de contribuir para que os alunos se apropriem dos conteúdos de maneira crítica e construtiva. É importante ressaltar que neste texto não mencionamos e discutimos aspectos relacionados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), porque a SE é uma proposta balizada nos pressupostos de contextualização e interdisciplinaridade discutidos pelos PCN.

Um ponto relevante se refere à importância da organização do trabalho pedagógico da escola, que, segundo MESSEDER NETO (2016), é fundamental para que o aluno se aproprie da herança histórico-cultural da humanidade. Nessa perspectiva, MALDANER et al. (2007) e FRISON et al. (2007) designam à escola o papel institucional e social de constituir sujeitos nas formas culturais que o momento histórico determina. Para isso, é necessário que a escola produza aprendizado e desenvolvimento mental a fim de permitir que o estudante tenha acesso ao conhecimento científico ao mesmo modo que desenvolva sua capacidade mental para o meio social.

Nessa perspectiva, a SE vem sendo desenvolvida no âmbito do Grupo de Pesquisa em Currículo e Formação de Professores em Ensino de Ciências

(GPeCFEC), na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), universidade pública do nordeste do Brasil, visando processos de ensino e aprendizagem e a formação inicial e continuada de professores, tendo como exemplo atividades realizadas por AMARAL et al. (2013) que desenvolveu uma SE com o objetivo de discutir o conteúdo “Concentração” em uma turma de curso técnico em Biotecnologia de uma escola pública. A SE denominada “Alisantes – uma forma de ensinar concentração” segundo os autores, apresentou resultados positivos, no que se refere a construção de conhecimentos e a articulação entre as disciplinas que compõem o currículo escolar. Além do mais, os estudantes apresentaram condições para lidar com instrumentos culturais (aparatos tecnológicos, tabelas e metodologias).

PINTO et al. (2013) desenvolveu uma SE em turma de curso técnico em Enfermagem intitulada “Automedicação: ¿Um mal necessário?” com o objetivo de contextualizar o conteúdo de química “Concentração e Diluição de soluções” no exercício do profissional de Enfermagem, a fim de auxiliar na construção do conhecimento científico. Os autores concluíram que a implementação da SE possibilitou o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes quanto às consequências da automedicação, além de facilitar a compreensão do conteúdo.

REIS (2015) em seu trabalho de conclusão de curso descreveu a elaboração de uma SE intitulada “Eu, a Química e o Lixo: Tudo a ver” com o intuito de possibilitar que o currículo e o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) fossem repensados. A autora analisou as contribuições da SE, que ocorreu em doze momentos e apresentou como instrumentos de pesquisa, a análise do currículo da escola, da própria SE, entrevista com o professor de Química da turma e o diário de campo da autora. A autora ressaltou a participação efetiva dos estudantes e uma melhor compreensão dos conteúdos de Química abordados na SE.

PIMENTA (2016) abordou a temática cabelos cacheados por meio de uma SE, que foi implementada

em curso técnico em Biocombustíveis. A temática emergiu da necessidade de discutir as questões étnico-raciais em torno dos tipos de cabelos.

ALMEIDA (2017) considerou a SE como um espaço formativo para professores de uma escola do campo. Em seu trabalho o autor construiu um processo formativo considerando as etapas da SE, para que os participantes, além de conhecerem a proposta também pudessem vivenciá-la.

O trabalho de GUIMARÃES (2017) consistiu na implementação de uma SE numa escola de tempo de integral e de currículo integrado. Nesse trabalho, o autor evidenciou a temática chocolate e o cacau, possibilitando que os estudantes tivessem contato com obras da literatura local do autor Jorge Amado, bem como também evidenciassem os conceitos científicos que permeavam a temática.

SAMPAIO (2017) desenvolveu um processo formativo para professores que atuam na EJA na mesma escola que REIS (2015), no entanto, esse trabalho teve como foco a formação dos professores na perspectiva da SE.

O trabalho de FREIRE (2017) teve como temática o uso da água do Rio Almada, que é um rio localizado no entorno da escola em que a pesquisa foi realizada. Nesse trabalho a autora evidenciou os cuidados com a água e com o solo, enfatizando o mau uso desses recursos e descarte indevido do lixo. Além dessas produções do grupo de pesquisa, evidenciamos também trabalhos de outros autores, como, por exemplo, BOFF, PINO (2013); CRUZ, GEHLEN (2016), e TAHA et al. (2017).

Este artigo apresenta a produção, o desenvolvimento e a execução da SE, que teve como tema a automedicação, com o objetivo de investigar os processos de ensino e aprendizagem que se deram por meio do desenvolvimento da SE.

1. Com quem dialogamos?

A SE se caracteriza como uma proposta de reconfiguração curricular que evidencia a relação entre a experiência cotidiana do aluno e o saber científico (MALDANER et al., 2007). É uma proposta

de reconfiguração curricular pautada na abordagem temática, que prioriza a contextualização e a interdisciplinaridade de conteúdos de ciências (HALMENSFLAGER; SOUZA, 2012). A escolha e a organização dos conteúdos abordados por meio da proposta têm uma relação com uma situação real presente no cotidiano dos alunos. Considerando-se esses aspectos, MALDANER, ZANON (2006) afirmam que a SE é,

[...] conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos estudantes fora e dentro da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e, no contexto da qual, eles sejam capazes de produzir novos saberes expressando significados e defendendo seus pontos de vista. (MALDANER, ZANON, 2006 p. 53)

A referida proposta é norteadada pela abordagem histórico-cultural, principalmente nas concepções de Vygotsky, que, cada vez mais, integra a pesquisa em ensino de ciências (MALDANER et al., 2007). Vale ressaltar que, na SE, não há aprofundamento, de forma dinâmica, do processo pedagógico em torno do seu desenvolvimento em sala de aula, pois parece privilegiar mais a questão da significação conceitual, indicando preocupação mais cognitiva do que pedagógica (GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012). Sendo assim, MALDANER, ZANON (2006) afirmam que as tendências pedagógicas como a SE estão direcionadas para a compreensão do processo de formação de ideias e de constituição da mente das pessoas em seu meio social mais amplo ou na escola. Dessa forma, os significados são produzidos na interação social, e corroboram com a abordagem histórico-cultural, proposta por Vygotsky, que propõe que o desenvolvimento dos seres humanos está baseado na sociedade e na cultura. Assim sendo, pode-se afirmar que as interações sociais são determinantes para a aprendizagem e para a reconstrução cultural (MALDANER, ZANON, 2006; MALDANER et al., 2007).

Considerando-se que a proposta é norteadada pela abordagem histórico-cultural, principalmente nas concepções de Vygotsky, GEHLEN, MALDANER,

DELIZOICOV (2012) afirmam que na SE não há aprofundamento do processo pedagógico em torno do seu desenvolvimento em sala de aula, uma vez que se prioriza mais a questão da significação conceitual, demonstrando preocupação mais cognitiva do que pedagógica. Nesse sentido, a SE direcionada pelas ideias vygotskianas, segundo GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV (2012), apresenta sintonia com a Abordagem Temática Freiriana, no entanto, na SE não se explicita o processo de obtenção dos temas a serem abordados no contexto escolar.

Ainda que não fique explícito o processo para obtenção dos temas, é importante ressaltar que trabalhos como dos autores AMARAL et al. (2013); PINTO et al. (2013); REIS (2015); PIMENTA (2016); ALMEIDA (2017), GUIMARÃES (2017), SAMPAIO (2017) e FREIRE (2017) já apresentam indícios de que para a definição dos temas da SE é necessário que haja alguns critérios, principalmente porque a SE é uma proposta que possibilita que elementos do cotidiano sejam inseridos na abordagem de conceitos científicos com maior significado para os alunos. A produção e o desenvolvimento dessa proposta fortalecem a tríade – Professor da escola, Professor formador e Professor em formação – por meio da construção de saberes (ZANON, 2003; FRISON, et al. 2007). Além disso, ocasiona um profundo envolvimento dos sujeitos envolvidos e um comprometimento com o cotidiano escolar (BOFF, 2016). Nessa perspectiva, compreende-se que a utilização de situações de estudo como alternativa para a reconfiguração curricular da disciplina Química poderá contribuir para uma aprendizagem significativa para os alunos.

2. Percorso metodológico

A pesquisa foi realizada em uma escola pública localizada em um município da Bahia, Brasil, que atende a cerca de 475 alunos, do 6º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, distribuídos nos turnos matutino, vespertino e noturno. As atividades deste trabalho foram realizadas em turma de 3º ano do Ensino Médio com 40 estudantes matriculados, no entanto, frequentavam as aulas em

média 25 alunos. Essa turma foi escolhida, porque se tratava de uma turma em que a autora do trabalho realizava o Estágio Supervisionado. A escola foi fundada em 2005, sendo de grande valia para o bairro, uma vez que inicialmente só havia uma escola que atendia apenas ao Ensino Fundamental. O bairro em que a escola se encontra é caracterizado por muitos problemas sociais, como, por exemplo, violência, tráfico de drogas e pobreza. Nesse sentido, a escola busca envolver a comunidade em suas ações na tentativa de contribuir para o desenvolvimento social e o exercício da cidadania.

Em consonância com o objetivo da escola, um grupo de pesquisa constituído por professores formadores e alunos de pós-graduação e de graduação, em parceria com os professores da Educação Básica, tem estreitado os laços na interface universidade-escola, de modo a fortalecer o trabalho colaborativo. Nessa perspectiva, tem-se construído, no contexto do grupo, Situações de Estudo que são implementadas em escolas públicas, afim de proporcionar um ensino contextualizado, significativo e dialógico entre as ciências. As atividades foram direcionadas por um dos autores deste trabalho e foram divididas em quatro etapas distribuídas em 8 aulas de 50 minutos, que estão resumidas e sistematizadas no Quadro 1. As aulas tiveram por base o diário de campo da pesquisadora, questionários e relatos dos estudantes, que foram os instrumentos de construção de dados da pesquisa. Vale ressaltar que as atividades foram baseadas e adaptadas de SILVA, PINHEIRO (2013).

A pesquisa realizada foi de cunho qualitativo (LUDKÉ, ANDRÉ, 1986) e teve como objetivo não só avaliar o espaço escolar, mas, também, investigar os processos de ensino e aprendizagem por meio da SE cujo tema foi a automedicação. No contexto do grupo de pesquisa, a SE é construída considerando-se as três etapas apresentadas por Auth (2002) e discutidas por GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV (2012), sendo que a primeira etapa da dinâmica de sala de aula é a problematização, que busca apontar os primeiros entendimentos dos alunos sobre a temática abordada.

Considerando que a SE é balizada nos pressupostos vygotksyanos, a primeira etapa da SE se fundamenta no que, VYGOTSKY, LURIA, LEONTIEV (2010) mencionam quando distinguem os conceitos em espontâneos e científicos, sendo o primeiro construído a partir do convívio cotidiano, na interação social, e o segundo têm sua origem nos processos de ensino através da intermediação do professor e da realização de atividades estruturadas. Dessa forma, “nessa etapa, problematiza-se o conceito espontâneo do estudante mediante a introdução do conceito científico para abordar um problema que está vinculado a uma situação real do contexto do estudante [...]” (GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012 p. 6).

Ainda segundo VYGOTSKY, LURIA, LEONTIEV (2010), o movimento do conceito espontâneo em direção à abstração possibilita o movimento do conceito científico em direção ao concreto, o que caracteriza, dessa forma, a evolução conceitual a qual está relacionada aos novos significados dos conceitos, tanto científicos quanto cotidianos. Vale ressaltar que a evolução conceitual não representa mudança conceitual, ou seja, não há substituição do conceito espontâneo pelo científico, mas é construído um novo sistema de conceitos (HALMENSCHLAGER, SOUZA, 2012).

Com isso, na problematização, o aluno tem o primeiro contato com a palavra representativa dos conceitos que serão estudados. No entanto, as ideias iniciais dos estudantes precisam ser consideradas para a construção dos conceitos científicos a partir de uma situação real que possibilite a compreensão em níveis mais complexos. A fim de possibilitar esse diálogo entre as vivências dos estudantes e o conhecimento sistematizado oferecido pela escola, a formação dos professores deve ser constante uma vez que estes sujeitos necessitam estar atentos às diferentes manifestações dos alunos para problematizar e proporcionar a construção dos conhecimentos científicos (FRISON et al., 2007). É nesse momento, que se refere a primeira etapa da SE, que o professor apresenta algumas palavras que mostram outras possibilidades de se compreender a situação em estudo, conforme é apresentado no 1º momento da SE.

a. 1º Momento: Os alunos e a automedicação (Aulas 1 e 2)

Nesse primeiro momento, um questionário contendo cinco (5) perguntas abertas foi respondido individualmente pelos alunos. Esse instrumento buscou investigar a compreensão dos alunos acerca do tema automedicação, como, por exemplo, os riscos, as consequências, a importância da leitura das bulas e da orientação médica. Após a resposta ao questionário, foi proposta uma discussão acerca das questões que foram abordadas no questionário, apresentando aspectos legais que permeiam o assunto, enfatizando as propostas do Ministério da Saúde e da Organização Mundial da Saúde para solucionar o problema da automedicação. Além disso, foi solicitado que os alunos levassem bulas de medicamentos utilizados por eles e/ou familiares para a atividade posterior.

A segunda etapa da SE é caracterizada como primeira elaboração, o que remete para atividades que buscam o aprofundamento sobre as circunstâncias que foram apresentadas na primeira etapa e que, segundo FRISON et al. (2007), estabelecem relações entre os conhecimentos cotidianos e científicos, considerando questões sociais, culturais e econômicas. Então, “é por meio dessas atividades que os estudantes vão ter o primeiro contato com conhecimentos científicos para além da palavra representativa de um determinado conceito” (GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012 p. 10). Destarte a primeira elaboração no contexto da SE é o primeiro contato do estudante com questões em que estão sendo usadas não apenas palavras representativas de um determinado conceito, mas também lhe são agregados outros significados que possibilitam uma compreensão mais complexa da temática, como bem descritos nos 2º e 3º momentos, que consistem na segunda etapa da SE.

b. 2º Momento: A História dos medicamentos e a importância da leitura das bulas (Aulas 3 e 4)

No segundo momento, foi apresentado um vídeo “Mundos Invisíveis O surgimento dos Remédios

– Episódio 3¹ que relata a história do surgimento dos remédios, mais especificamente dos antibióticos. A partir da discussão com a turma sobre o vídeo, foram apresentados os tipos de medicamentos de acordo com a função no corpo humano. Posteriormente, foi dado início a uma discussão com os estudantes sobre a importância da leitura das bulas. Foram listados no quadro os nomes dos medicamentos indicados pelos estudantes. Logo após, a sala foi dividida em 6 grupos de três componentes para a leitura das bulas e a realização de uma atividade que será discutida, posteriormente, neste artigo.

c. 3º Momento: Ação dos medicamentos, saúde e autocuidado (Aulas 5 e 6)

Nesse terceiro momento, foi apresentado outro vídeo denominado “Trabalho sobre automedicação”² que aborda os motivos que levam as pessoas a se automedicarem e os riscos dessa prática. Com isso, os alunos foram alertados sobre os medicamentos que são vendidos sem receita médica, sobre a importância da leitura das bulas e da orientação de um profissional de saúde. A palavra princípio ativo foi introduzida por meio de uma discussão sobre a ação dos medicamentos naturais e industrializados, ressaltando-se as especificidades dos medicamentos de referência, genéricos e similares.

É importante esclarecer que, no Brasil, os medicamentos de referência são os medicamentos registrados como inovação junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) cuja eficácia, segurança e qualidade foram comprovadas cientificamente perante o Órgão Federal competente, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por ocasião do registro. Quando um medicamento de referência é produzido, a indústria que o desenvolveu faz uma proteção patentária. Após a expiração da proteção patentária ou de

outros direitos de exclusividade, os medicamentos genéricos são produzidos, para tanto, devem comprovar eficácia, segurança e qualidade, além de apresentar biodisponibilidade igual à do medicamento de referência ou inovador. Os medicamentos genéricos agem em nosso organismo da mesma forma que os medicamentos de referência agiriam, e, por isso, são os únicos que podem substituir o medicamento de referência. Já os similares são aqueles que contêm o mesmo ou os mesmos princípios ativos, apresentam a mesma concentração, forma farmacêutica, via de administração, posologia e indicação terapêutica, e que são equivalentes aos medicamentos registrados no órgão federal responsável pela vigilância sanitária, podendo diferir em características relativas ao prazo de validade, embalagem, rotulagem, excipientes e veículos, devendo sempre ser identificados por nome comercial ou marca (BRASIL, 2014).

A terceira etapa da SE é caracterizada como função da elaboração e compreensão conceitual, “momento relacionado ao nível conceitual atribuído a cada ciclo de estudos ou série, e a volta ao problema em foco” (GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012 p. 13). Nesse momento, são exploradas situações que apresentam explicações de cunho científico e o aluno começa a relacionar as palavras representativas dos conceitos científicos com o contexto no qual as mesmas são empregadas. Essa etapa está descrita no 4º momento, que se refere a terceira etapa da SE.

Nessa perspectiva, vale ressaltar que VYGOTSKY (2007) sugere, pelo menos, dois níveis de desenvolvimento, sendo o primeiro nível o de desenvolvimento real, que, segundo ele, é “o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados” (2007 pp. 95-96), ou seja, segundo MESSEDER NETO (2016), refere-se àquilo que a criança consegue fazer sozinha, sem ajuda. Já o segundo nível é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que, segundo VYGOTSKY (2007), é determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou

1. Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=3JvBk5TdKA0>

2. Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=lj8md3GuBEc>

em colaboração com companheiros mais capazes. Segundo MESSEDER NETO (2016), corresponde ao que a criança consegue fazer em colaboração, ou seja, por imitação; de modo que, “aquilo que hoje ela faz em colaboração com o mais capaz, amanhã conseguirá fazer sozinha” (2016 p. 120).

VYGOTSKY (2007 p. 98) caracteriza a ZDP como “aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário”. Além disso, não se trata de uma área física, como afirma MESSEDER NETO (2016), mas se refere a um conceito que indica que a criança faz mais coisas acompanhadas de um ser mais capaz que sozinha. Vale ressaltar que, na escola, o par mais capaz se refere ao professor, que deve promover, de maneira voluntária e específica, o máximo de desenvolvimento e tem a função de “emprestar” suas funções psíquicas aos estudantes, de modo que as funções deles amadureçam.

d. 4º Momento: Conhecendo a química dos medicamentos (Aulas 7 e 8)

No quarto momento, foram exploradas as fórmulas estruturais dos princípios ativos dos medicamentos pesquisados pelos alunos, os quais, em grupo, construíram cartazes com a fórmula estrutural planar dessas moléculas. Vale ressaltar que os alunos já haviam tido aula de ligações químicas, hidrocarbonetos e funções orgânicas. Após a construção dos cartazes, nesse 4º momento, os alunos responderam a lista de exercícios que apresentava questões referentes às moléculas desenhadas no cartaz, evidenciando as questões trabalhadas durante a SE. A lista de exercícios continha questões que investigavam os conhecimentos dos alunos acerca dos conteúdos curriculares abordados durante as atividades da SE, como, por exemplo, a classificação dos carbonos de uma molécula, solubilidade das moléculas orgânicas e identificação das funções orgânicas.

Nesse momento, também, foi solicitado que os alunos escrevessem um relato individual sobre as atividades realizadas durante a SE, evidenciando de que

maneira as atividades influenciaram no processo de ensino e aprendizagem deles, o que, foi utilizado como informação obtida, analisada e apresentada neste texto.

A análise das informações de toda a produção gerada nos quatro momentos foi feita utilizando-se a Análise Textual Discursiva (ATD). Segundo MORAES, GALIAZZI (2006), na ATD, as informações analisadas, neste caso, toda a produção dos momentos necessita ser transformada em documentos escritos para, então, ser submetida à análise. A análise textual envolve identificar e isolar enunciados dos materiais gerados, categorizar esses enunciados e produzir metatextos, integrando neles descrição e interpretação, e utilizando como base de sua elaboração o sistema de categorias construídas (MORAES, GALIAZZI, 2006). Dessa forma, foram consideradas três categorias, sendo duas, *a priori*, denominadas: a) “Compreensões sobre automedicação” e b) “Compreensões sobre solubilidade” e uma emergente denominada c) “Considerações sobre a SE”. É válido salientar que, neste artigo, são discutidas apenas duas categorias: a b) e c).

3. Compreensões sobre solubilidade

Apropriar-se do conhecimento é pensar sobre situações do mundo para entendê-las. No caso da Química, trata-se de ser capaz de pensar sobre o mundo material, utilizando os conhecimentos químicos (OLIVEIRA, GOUVEIA, QUADROS, 2009). Sendo assim, a fim de facilitar a compreensão dos alunos acerca de muitas situações vinculadas ao seu dia-a-dia e conceitos científicos trabalhados em sala de aula, é importante que o professor tenha conhecimento das concepções prévias dos estudantes (AZZOLIN et al., 2013).

A aprendizagem deve ser tratada em termos de domínio e apropriação. O conhecimento memorizado é de domínio dos alunos, uma vez que “sabem usar o instrumento cultural”, ainda que por pouco tempo, todavia não se apropriam desse conhecimento, ou seja, não utilizam esse conhecimento em outras situações de suas vidas (WERTSCH, 1998 apud OLIVEIRA, GOUVEIA, QUADROS, 2009).

Quadro 1. Síntese dos momentos.

Etapa da SE	Momento	Desenvolvimento
1	1	Aplicação de um questionário sobre alguns aspectos que envolvem a automedicação, afim de promover a problematização; Discussão sobre as possíveis lacunas que surgirem com a problematização; Solicitar que os alunos levem para a aula bulas de medicamentos utilizados por eles e familiares.
2	2	Apresentação do vídeo "Mundos Invisíveis O surgimento dos Remédios – Episódio 3" < https://www.youtube.com/watch?v=iHazhGrbFLw > Discussão sobre os conceitos do vídeo e ideias pessoais de cada aluno sobre a história da alquimia; Aula expositiva-dialogada sobre os tipos de medicamentos, para que os alunos identifiquem a aplicabilidade dos diferentes medicamentos e reconheçam a importância das bulas; Preenchimento de uma tabela com as informações contidas nas bulas trazidas (Nome do medicamento, Classificação, Precisa de receita?, Indicações, Efeitos colaterais e Princípio ativo).
	3	Apresentação do vídeo "Trabalho sobre automedicação" < https://www.youtube.com/watch?v=Ij8md3GuBEc > Questionamento sobre os motivos que levam as pessoas a se automedicarem, além de discutir os riscos e os benefícios dessa prática que são apresentados no vídeo. Discussão sobre os medicamentos naturais e genéricos.
3	4	Construção em grupos de cartazes com desenhos, planos das moléculas dos medicamentos. Resolução de exercícios individualmente com questões sobre as moléculas construídas pelos grupos.

Fonte: Dados de pesquisa, 2016.

Dessa forma, os instrumentos de construção de dados, como foi o caso dos questionários, do relato e da atividade do último momento, buscaram identificar como os estudantes se apropriaram dos conhecimentos sobre solubilidade, observando a estrutura molecular, relacionando-a com a polaridade e as interações intermoleculares. Sendo assim, vale ressaltar que a solubilidade de uma substância orgânica está diretamente relacionada com a estrutura molecular, sobretudo com a polaridade das ligações e da espécie química como um todo. Geralmente, os compostos apolares ou fracamente polares são solúveis em solventes apolares ou de baixa polaridade, enquanto que compostos de alta polaridade são solúveis em solventes também polares (MARTINS, LOPES, ANDRADE, 2013).

A Figura 1 mostra um cartaz produzido pelos alunos, no qual desenharam moléculas dos princípios ativos dos medicamentos mais comentados durante as atividades.

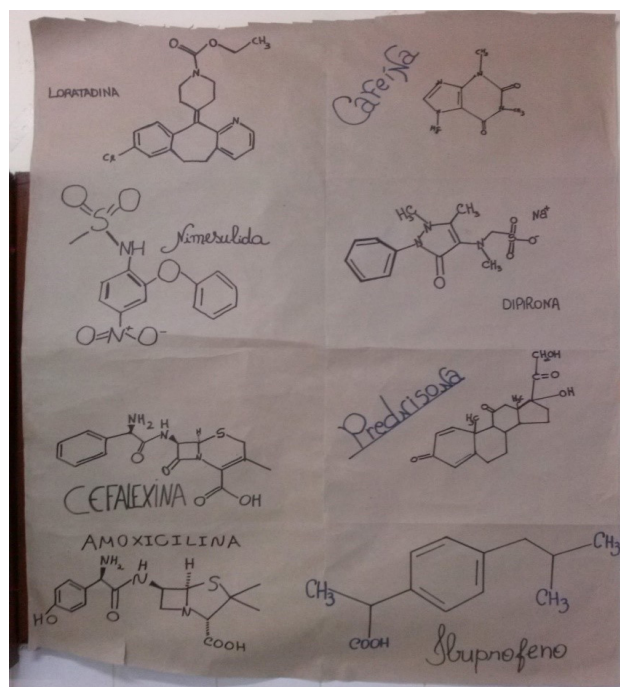


Figura 1. Cartaz construído no 4º momento pelos alunos.

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Os fragmentos de falas extraídas do 3º momento, a seguir, demonstram como os alunos se apropriaram do conceito de solubilidade,

“A Loratadina possui essas características, pois trata-se de uma substância apolar. Já a Dipirona é solúvel em água por ser polar”. (ALUNO A)

“Loratadina contém uma cadeia extensa por isso é uma substância apolar e é insolúvel em água, dipirona é um sal, solúvel e polar”. (ALUNO B)

“Porque a Loratadina tem uma cadeia extensa e, portanto, é apolar (...)”. (ALUNO E)

“A Loratadina não tem hidroxila para fazer ligação de hidrogênio com água tornando-a uma molécula pouco polar. Por outro lado, a Dipirona é solúvel devido ao fato de que ela apresenta em sua estrutura íons”. (ALUNO G)

Ficou evidente que os alunos têm uma certa apropriação acerca do conceito de solubilidade, mas algumas respostas apresentam termos comuns do cotidiano, ou seja, é empregada a linguagem do senso comum, conforme se observa a seguir na fala extraída do 3º momento:

*“A Loratadina é apolar porque ela não se **desmancha** dentro da água e a Dipirona é polar porque ela **desmancha** na água”.* (ALUNO J, grifo nosso)

Essa observação corrobora com Oliveira, Gouveia e Quadros (2009), uma vez que esses autores afirmam que questões cotidianas e sociais dos estudantes deveriam ser canalizadas para efetivar a assimilação, a apropriação e a construção de conceitos científicos. SALDANHA, SILVA NETA, WEBER (2012) afirmam que abordar temas sociais, como automedicação, promove a apropriação da linguagem científica e fornece habilidades de argumentação e de pensamento crítico, além de favorecer o processo de ensino e aprendizagem, contribuindo, dessa maneira, para a formação de cidadãos conscientes e capazes de tomar decisões.

Apesar de perceber uma apropriação acerca do conceito de solubilidade pelos alunos, vale ressaltar

que foram percebidas muitas cópias entre os estudantes, o que dificultou uma maior discussão sobre a apropriação desses conhecimentos.

4. Considerações sobre a Situação de Estudo

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1997), que fundamentam os princípios da SE, o aluno já tem conhecimentos adquiridos por consequência de suas vivências pessoais, e que aqueles são carregados de afetos e valores. Assim, as interações estabelecidas na sala de aula com o contexto do aluno são fatores determinantes para a aprendizagem, sendo que a contextualização pode configurar um recurso para promover um processo de ensino e aprendizagem significativo (HALMENSCHLAGER, SOUZA, 2012).

Vale ressaltar que contextualizar não significa apenas abordar qualquer situação pertinente no cotidiano do aluno, apesar de ser esta a compreensão de contextualização mais presente no âmbito do ensino de Ciências (HALMENSCHLAGER, SOUZA, 2012). RICARDO (2015) afirma que a contextualização não pode ser caracterizada pelo ato de “falar de coisas” que os alunos conhecem e enfatiza que há uma necessidade de ter clareza sobre as definições apresentadas para os alunos e a compreensão das contribuições da abordagem para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências, a fim de promover um novo entendimento das situações estudadas a partir dos conceitos científicos adquiridos. Confirmando a potencialidade da contextualização, conforme a fala extraída do 4º momento, o Aluno A expressa que,

(...) “consegui compreender vários conteúdos relacionados a “Automedicação”, por meio de atividades (sic) de explicações e conversas sobre o assunto (...) Aprendemos a ler bulas quimicamente falando e associamos automedicação com funções orgânicas”.

(ALUNO A)

Esse fragmento aponta que a automedicação como tema de SE além de ser interessante para os

alunos permite que questões sociais presentes no cotidiano deles sejam relacionadas com os conteúdos curriculares. Assim, percebemos, como bem salientam SILVA, PINHEIRO (2013), que os alunos consideram pertinente falar da automedicação no contexto das aulas de Química.

A SE, em sua origem, considerou a interdisciplinaridade definida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Contudo, a concepção que integra essa reconstrução curricular pode ser diferente, pois diversos autores apresentam compreensões distintas para esse termo (HALMENSCHLAGER, SOUZA, 2012). RICARDO (2015 p. 68), em seu trabalho, compreende interdisciplinaridade de acordo com documentos oficiais, o qual a considera como “uma necessidade em razão da contextualização do que se pretende ensinar em situações reais, ou próximas do real vivido pelo aluno”. Além disso, vale ressaltar que, ainda segundo esse autor, a interdisciplinaridade proposta nas orientações desses documentos oficiais tem caráter instrumental, uma vez que não permite a fragmentação da situação estudada. Considerando esses aspectos, entendemos e reconhecemos a limitação deste trabalho no que se refere a interdisciplinaridade, tendo em vista que as atividades foram realizadas apenas com o professor de Química.

MALDANER et al. (2007) afirmam que os estudos mostram que as disciplinas dialogam quando os professores dos diferentes componentes curriculares consideram determinado contexto ou situação concreta como o objeto de estudo coletivo. Nesse sentido, no processo de escolha da temática, que deve possibilitar a abordagem de conteúdos curriculares de forma articulada, é considerado o potencial desta para a realização de um trabalho interdisciplinar. De acordo com HALMENSCHLAGER, SOUZA (2012), isso aponta que a compreensão de interdisciplinaridade presente na SE tem relação com a metodologia de ensino que está direcionada a um determinado assunto ou tema que pode ser abordado pelas diferentes disciplinas que constituem uma SE.

Nessa perspectiva, compete ao professor entender a aprendizagem como um processo, que

ocorre por sucessivas aproximações do conteúdo científico, de forma que a cada nova aproximação novos elementos devem ser adicionados, a fim de proporcionar a aprendizagem, que de fato promoverá o desenvolvimento do educando (MESSEDER NETO, 2016). Dessa forma, “o ensino precisa ser uma atividade consciente por parte do professor, de modo que todas as suas ações confluem para o objetivo central da escola: ensinar os conceitos clássicos e socialmente relevantes” (2016 pp. 122-123).

Neste trabalho, buscamos atender algumas características de uma proposta interdisciplinar e entendemos que foi possível cumprir grande parte do planejamento apresentado na Figura 2, que mostra os possíveis temas e conteúdos que podem ser abordados a partir da temática automedicação.

Os fragmentos a seguir extraídos do 4º momento afirmam que houve uma discussão acerca da ação dos medicamentos no organismo:

Na parte teórica foram abordados (sic) exemplos e funções que os remédios e medicamentos desempenham no organismo humano”. (ALUNO A)

“Durante o projeto foi destacado os riscos da automedicação, mostrou que cada medicação tem uma ação diferente no nosso organismo”. (ALUNO F)

É possível perceber, então, que as discussões acerca de ações químicas e biológicas dos medicamentos no organismo caracterizaram a interdisciplinaridade proposta pela SE. Além do mais, a questão “por que os medicamentos líquidos agem mais rápido que os comprimidos?” surgiu durante as atividades do 3º momento e rapidamente foram discutidos conceitos relacionados à superfície de contato, o que demonstra que a temática também exige conhecimentos físicos.

Vale ressaltar que, além das discussões acerca do conteúdo das Ciências, houve também uma discussão histórica bastante proveitosa sobre o surgimento dos medicamentos, pois permitiu que fossem debatidos paradigmas relacionados com o progresso das ciências, principalmente a Química.

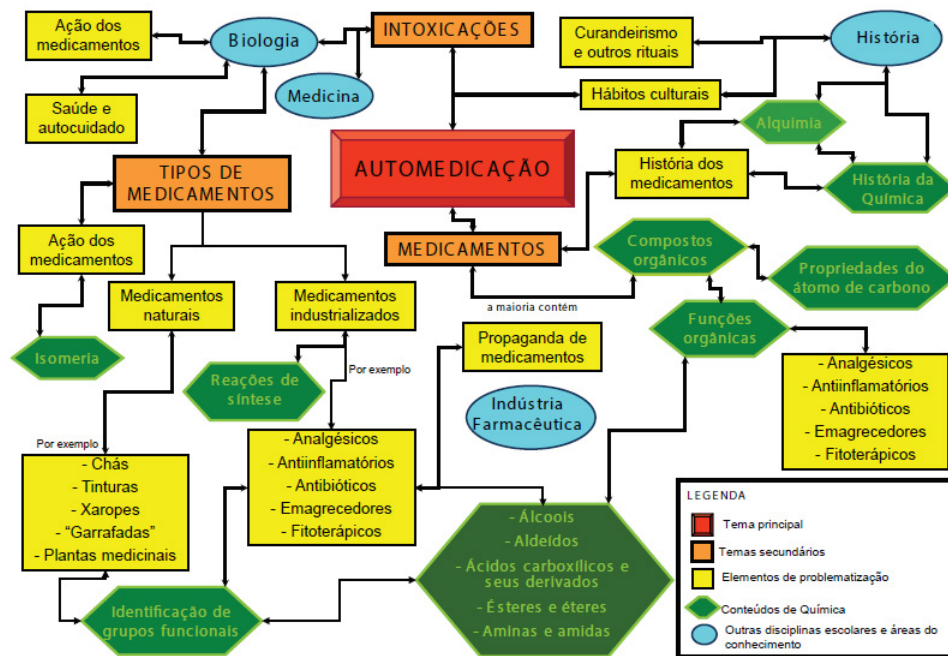


Figura 2. Planejamento dos temas e conteúdos para o 3º ano do Ensino Médio por meio da temática Automedicação.

Fonte: Richetti; Alves Filho, 2014.

5. Algumas considerações

A busca por uma aprendizagem significativa necessita de um olhar interdisciplinar e contextualizado que conduza a uma maior interação entre as questões socioculturais e os conteúdos curriculares. Nessa perspectiva, a SE se mostrou uma proposta de inovação curricular interessante de ser usada na escola, uma vez que a SE prioriza uma abordagem temática no ensino de Ciências que tem como primazia a contextualização e a interdisciplinaridade. Nesta SE, apesar de ter sido pensada considerando muito mais aspectos da componente curricular química, foi possível fazer articulações com outras componentes, como a biologia, história e a física ainda que o trabalho tenha sido realizado apenas pelo professor de Química. Além disso, possibilitou discussões concernentes a área da saúde.

A SE em questão também possibilitou uma evolução conceitual sobre o tema abordado, uma vez que, no discurso dos alunos, vários conceitos que inicialmente eram carregados de informalidade

começaram a emergir de maneira mais científica. Sendo assim, pode-se afirmar que com a proposta curricular houve o desenvolvimento de habilidades sociais, a capacidade de se comunicar efetiva e coerentemente, a qualidade da apresentação escrita das ideias, permitindo a autonomia e a criatividade, o diálogo, a interação e a comunicação.

A cada experiência identificamos lacunas trazidas pela SE, dentre elas podemos enfatizar a contextualização e a interdisciplinaridade, que são premissas dessa proposta, mas que são difíceis de serem alcançadas em sua totalidade. Em relação à esse aspecto, o grupo de pesquisa tem se aprofundado em teóricos que discutem a interdisciplinaridade na tentativa de ressignificar a SE e possibilitar novas compreensões.

Foi possível confirmar que a automedicação é uma prática muito comum na realidade local. A análise dos dados da pesquisa aponta que as pessoas compreendem o conceito de Automedicação e conhecem os riscos e as consequências da prática, mas fica evidente também que inúmeros são os

motivos que levam as pessoas a se automedicarem, dentre eles está a indicação de medicamentos por pessoas não habilitadas (família, amigos e vizinhos), a autoconfiança e a falta de acesso aos serviços de saúde pública. Com o trabalho, os alunos demonstraram que ficaram mais conscientes dos riscos da automedicação. A participação efetiva, os textos produzidos por eles, também foram indicativos da receptividade da temática nas aulas.

6. Agradecimentos

Aos estudantes e a professora da escola, à agência de fomento CAPES.

7. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, C.L. dos S. **Situação de estudo na formação de professores em escolas do campo de Coaraci/BA**. 119f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2017.
- AMARAL, G. da S. et al. PIBID/ Química UESC - Ensinando concentração através de uma Situação de Estudo no curso técnico de Biotecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10. 2013. Águas de Lindoia. Atas... Águas de Lindoia: São Paulo, 2013.
- AUTH, M.A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. Tese Doutorado. Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE). Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.
- AZZOLIN, K.A.S., et al. Solubilidade: concepções prévias de estudantes do ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**. Rio de Janeiro: Brasil, v. 4, n. 2, pp. 95-105. 2013.
- BOFF, E.T. de O.; PINO, J.C. del. Currículo escolar en el contexto de la situación de estudio: drogas – efectos y consecuencias en el ser humano. **Educación Química**, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán: México, v. 24, n. 3, pp. 351-357. 2013.
- BOFF, E.T. de O. Situação de Estudo em Escola de Educação Básica: um espaço interativo de produção de conhecimento. In: MASSENA, E.P. (Org.). **Situação de Estudo Processo de Significação pela Pesquisa em Grupos Interinstitucionais**. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2016. pp. 39-59.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília. 1997.
- BRASIL. Instituto de Ciência, Tecnologia e Qualidade (ICTQ). **Automedicação no Brasil**. 2014. Disponível em <<http://www.ictq.com.br/pesquisa-do-ictq/353-indicacao-de-amigo-reforca-a-pratica-da-automedicacao>> Acessado em 18 fev. 2017.
- CRUZ, A.B.; GEHLEN, S.T. A mecânica do corpo humano: uma Situação de Estudo elaborada na formação inicial de professores de Física da UESC. In: MASSENA, E.P (Org.). **Situação de Estudo Processo de Significação pela Pesquisa em Grupos Interinstitucionais**. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2016. pp. 84-109.
- FARY, B.A. et al. Química dos Medicamentos: Ensino de Funções Orgânicas aliado à conscientização social. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 3. 2012 Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: Paraná, 2012. 11p.
- FREIRE, U.K.S. **Rio Almada: uma Situação de Estudo como proposta para o ensino de Química**. Monografia. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia. 2017. 51f.
- FRISON, M.D. et al. **Conhecendo o Câncer, um caminho para a vida**: uma Situação de Estudo como possibilidade de mudança no fazer cotidiano escolar. In: GALIAZZI, M.C.; AUTH, M.; MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). Construção curricular em rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2007. pp. 337-355.
- GEHLEN, S.T.; MALDANER, O.A.; DELIZOICOV, D. Momentos Pedagógicos e as etapas da Situação de Estudo: Complementaridades e Contribuições

- para a Educação em Ciências. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 18, n. 1, pp. 1-22, 2012.
- GUIMARÃES, T.S. **O uso da literatura de Jorge Amado no ensino de Ciências: uma possibilidade a partir de uma Situação de Estudo**. Monografia. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia. 2017. 59f.
- HALMENSCHLAGER, K.R.; SOUZA, C.A. Abordagem Temática: Uma análise dos aspectos que orientam a escolha de temas na Situação de Estudo. **Investigação no Ensino de Ciências**, Porto Alegre: Brasil, v. 17, n. 2, pp. 367-384. 2012.
- LAUTHARTTE, L.C.; FRANCISCO JUNIOR, W.E. Bulas de Medicamentos, Vídeo Educativo e Biopirataria: Uma Experiência Didática em Uma Escola Pública de Porto Velho – RO. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 3, pp. 178-184. 2011.
- LUCENA, A.L.M. de. **Análise da prática da automedicação, no município de Brejo Santo, nas áreas assistidas pela Estratégia de Saúde da Família – ESF**. Monografia. Especialização em Assistência Farmacêutica. Escola de Saúde Pública do Ceará. Crato, Ceará. 2007.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Ensino de Ciências: Abordagens qualitativas**. Editora Pedagógica e Universitária LTDA. São Paulo: Brasil. 1986.
- MALDANER, O.A.; ZANON, L.B. Situação de Estudo: Uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências, 2001. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). **Educação em Ciências: Produção de currículos e formação de professores**. 2ª. ed. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2006. pp. 43-64.
- MALDANER, O.A. et al. Currículo contextualizado na área de ciências da natureza e suas tecnologias: a situação de estudo. In: ZANON, L.B.; MALDANER, O.A. (Org.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2007, pp. 109-138.
- MARTINS, C.R.; LOPES, W.A.; ANDRADE, J.B. de. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, São Paulo. v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.
- MESSEDER NETO, H. da S. **O lúdico no ensino de Química na perspectiva histórico cultural: além do espetáculo, além da aparência**. 1a. ed. Editora Prismas. Curitiba: Brasil. 2016.
- MORAES, M.; GALIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. Unijuí. Ijuí: Brasil. 2006.
- OLIVEIRA, S.R.; GOUVEIA, V. de P.; QUADROS, A.L. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de Solubilidade/Miscibilidade em situações cotidianas: Concepções dos estudantes. **Química Nova na Escola**, São Paulo. v. 31, n. 1, pp. 23-30. 2009.
- PAZZINATO, M.S. et al. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, São Paulo. v. 34, n. 1, pp. 21-25, 2012.
- PIMENTA, S.S. **A química dos cabelos cacheados: uma Situação de Estudo no curso técnico**. Monografia. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia. 2016.
- PINTO, J.G.R. et al. Automedicação: ¿Um mal necessário? Uma Situação de Estudo realizada pelo PIBID/Química – UESC. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10. 2013. Águas de Lindoia. Atas... Águas de Lindoia: São Paulo, 2013.
- REIS, C.M.R. **Educação de Jovens e Adultos: A Situação de Estudo como possibilidade de repensar o currículo**. Monografia. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia. 2015.
- RICARDO, E.C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**. Tese de Doutorado. PPGECT. Florianópolis: UFSC. 2015.
- RICHETTI, G.P.; ALVES FILHO, J. de P. Automedicação no Ensino de Química: uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Educación Química**, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán: México, v. 25, n, E1. pp. 203-209, 2014.

- SALDANHA, T.C.B.; SILVA NETA, M.S. da; WEBER, K.C. A abordagem dos medicamentos e automedicação em aulas de química no ensino médio In: ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA, 16. 2012. Salvador: Bahia, 2012.
- SAMPAIO, T.S. **Educação de Jovens e Adultos: atividades de formação continuada baseados nos pressupostos da Situação de Estudo**. Monografia. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia. 2017.
- SANTOS, W.; SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ed. Unijuí. Ijuí: Brasil. 2003.
- SILVA, M.L.M. da; PINHEIRO, P.C. A educação Química e o problema da Automedicação: Relato de Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo. v. 35, n. 2, pp. 92-99, 2013.
- SOUSA, M. H. de.; ANDRADE, R. de M. Automedicação como ferramenta para o ensino de Química no Ensino Médio. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, Brasil, v. 9, n. 17, pp. 3001-3015, 2013.
- TAHA, M.S. et al. Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de ciências. **Góndola, Enseñ. Aprend. Cienc.** Bogotá, v. 12, n. 2, pp. 131-141, 2017. DOI: 10.14483/23464712.11442.
- VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Martins Fontes. São Paulo: Brasil. 2007.
- VYGOTSKY, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **A Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 11ª. ed. Ícone. São Paulo: Brasil. 2010.
- ZANON, L.B. **Interações de licenciandos, formadores e professores na elaboração conceitual de prática docente: módulos triádicos na licenciatura de Química**. Tese (Doutorado). Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP. Faculdade de Ciências Humanas: Piracicaba, 2003.



OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS SOBRE A ÁGUA EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DO SEXTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL, NO PNLD 2017 DO BRASIL

EPISTEMOLOGICAL OBSTACLES ON WATER IN DIDACTIC SCIENCE BOOKS OF SIXTH GRADE OF BASIC EDUCATION, IN THE PNLD 2017 OF BRAZIL

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS SOBRE EL AGUA EN LIBROS DIDÁCTICOS DE CIENCIAS PARA GRADO SEXTO, EN EL PNLD 2017 DE BRASIL

Natiely Quevedo dos Santos*, Eduarda Maria Schneider**, Lourdes Aparecida Della Justina***

Cómo citar este artículo: Santos, N. Q., Schneider, E. M., y Justina, L. A. D. (2019). Obstáculos epistemológicos sobre a água em livros didáticos de Ciências do sexto ano do ensino fundamental, no PNLD 2017 do Brasil. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 376-391. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13855>

Resumo

O presente artigo aborda um estudo epistemológico do conteúdo sobre a água presente em sete livros didáticos da disciplina de Ciências que foram aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2017 no Brasil, do sexto ano do ensino fundamental. Ressaltamos a importância da análise de livros quanto aos obstáculos epistemológicos, tendo em vista que, podem representar um entrave à construção do conhecimento, dificultando o processo de ensino-aprendizagem, no entanto, quando estes são identificados, podem colaborar para mudança na postura tanto do professor quanto do aluno em relação ao conteúdo estudado, e contribuir para melhorar o ensino de Ciências. Nosso objetivo foi o de evidenciar se existe a presença ou não de obstáculos epistemológicos sobre o tema da água nos livros didáticos, tendo em vista que estes são um dos recursos mais utilizados em sala de aula para nortear o ensino nas escolas. A pesquisa teve caráter qualitativo, baseando-se na análise de conteúdo, na qual, evidenciou a presença do obstáculo do conhecimento quantitativo nos sete livros analisados e que apresentam também, os demais obstáculos propostos por Bachelard, sendo o obstáculo substancialista, evidenciado em seis dos sete livros analisados, já o obstáculo do conhecimento geral foi encontrado em

Recibido: 18 de septiembre de 2018; aprobado: 23 de abril de 2019

* Mestranda em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel – Paraná. Correio eletrônico: natielyquevedo@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1104-4132>

** Doutora em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Santa Helena – Paraná. Correio eletrônico: emschneider@utfpr.edu.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5142-6608>

*** Doutora em Educação para a Ciência, Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel – Paraná. Correio eletrônico: lourdesjustina@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6013-7234>

quatro obras analisadas, o obstáculo verbal pode ser observado em três e tanto os obstáculos de experiência primeira, unitário e pragmático, realista e animista foram evidenciados em uma obra dentre as sete analisadas. Estudos relacionados aos obstáculos epistemológicos devem ser encarados como uma maneira de permitir avanços na formação de alunos e professores alertando para uma maior preocupação com o processo de ensino-aprendizagem e com recursos utilizados em sala de aula, como o livro didático, possibilitando a reflexão quanto a sua escolha e maneira de utilização.

Palavras chaves: ciências da educação, epistemologia, aprendizagem, Bachelard, livros escolares.

Abstract

This article deals with an epistemological study of the content about water, present in seven didactic books of science for sixth grade, approved by the National Program of the Didactic Book 2017, in Brazil. The importance of book analysis based on epistemological obstacles is highlighted, bearing in mind that they can represent an impediment to the construction of knowledge, which hinders the teaching-learning process. However, when identifying obstacles, they allow changes in the perspective of both the teacher and the student regarding the content studied, and contribute to the improvement of science education. Our objective was to study if exist or not epistemological obstacles about water contents on didactic books, taking into account that it is an important resource in the classroom to guide teaching processes. The research had qualitative character, based on content analysis, where we showed the presence of the obstacle of quantitative knowledge in the seven books studied, which also present other obstacles proposed by Bachelard. The substantial obstacle appears in six into seven books analyzed, while the obstacle by general knowledge is shown in six books. The verbal obstacle in three books, but the obstacles about the first experience, pragmatic, realist and animist, are presented each one on a paper. Investigations about epistemological obstacles facilitate advances in students and teacher's education, and in turn, highlight the concern about resources commonly used in the teaching-learning process. Particularly, this kind of research stimulates reflections about how and why to choose didactic books to improve classes developing.

Keywords: education science, epistemology, learning, Bachelard, school books.

Resumen

El presente artículo aborda un estudio epistemológico del contenido sobre el agua, presente en siete libros didácticos de ciencias para sexto grado, que fueron aprobados por el Programa Nacional del Libro Didáctico 2017 en Brasil. Se resalta la importancia del análisis de libros a partir de los obstáculos epistemológicos, teniendo en cuenta que pueden representar un impedimento para la construcción del conocimiento, lo

cual dificulta el proceso de enseñanza/aprendizaje. Sin embargo, cuando estos son identificados, posibilitan cambios en la perspectiva tanto del profesor como del estudiante respecto al contenido estudiado, y contribuye al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias. Nuestro objetivo fue evidenciar si existe o no obstáculos epistemológicos sobre el tema del agua en los libros didáticos, teniendo en cuenta que es uno de los recursos más utilizados en el aula para orientar la enseñanza en las escuelas. La investigación tuvo carácter cualitativo, basándose en el análisis de contenido, en donde evidenciamos la presencia del obstáculo del conocimiento cuantitativo en los siete libros estudiados, que también presentan los demás obstáculos propuestos por Bachelard. El obstáculo sustancialista se encontró en seis de siete libros analizados, mientras el obstáculo por conocimiento general fue encontrado en cuatro obras; el obstáculo verbal se observó en tres, y los obstáculos de experiencia primera, unitaria y pragmática, realista y animista fueron evidenciados en una obra cada uno. Los estudios relacionados con los obstáculos epistemológicos deben considerarse un camino que facilita avances en la formación de alumnos y profesores, y a su vez resaltan la preocupación sobre los recursos utilizados en el proceso de enseñanza/aprendizaje, específicamente la reflexión sobre los criterios de elección y uso del libro didáctico, posibilitando la reflexión en cuanto a su elección y forma de utilización.

Palabras clave: ciencias de la educación, epistemología, aprendizaje, Bachelard, libro de escolaridad.



Introdução

A organização didática do ensino brasileiro é orientada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB 9.394/96), ela estabelece a finalidade da educação no Brasil e como deve estar organizada, visando proporcionar a todos uma educação inicial para o exercício da cidadania. Mesmo sendo muitas as mudanças ocorridas nas leis que regem o ensino no Brasil, a educação básica, de qualidade deve ser garantida pelas esferas federais, estaduais e municipais em que, cada um, com suas responsabilidades, devem proporcionar todo apoio e incentivo necessário à promoção da educação para todos.

A formação básica oferecida nas escolas deve ter o intuito de capacitar os cidadãos para aprender o domínio da leitura, da escrita, do cálculo, da compreensão do meio natural, social, político, tecnológico, cultural e de valores (KRASILCHIK, 2000). A educação nos anos iniciais e finais do ensino fundamental possui papel importante na vida dos educandos, onde estes aprendem valores, a viver em sociedade, a adquirir habilidades, conhecimentos e a enxergar possibilidades e condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

No que tange o ensino de Ciências, sua meta é preparar o cidadão para pensar sobre questões que exigem um posicionamento e, portanto, despertar seu senso crítico, instigando-o a buscar conhecimento, a desenvolver competências e responsabilidades e refletir sobre suas ações (SANTOS et al. 2011; TRIVELATO, SILVA, 2011). Esta meta não é fácil de ser alcançada, exigindo um trabalho coletivo visando novas técnicas e metodologias de ensino para alcançar bons resultados.

Para que ocorram mudanças no ensino de Ciências, uma necessidade emergencial está na postura epistemológica do professor, sendo este, um mediador e construtor de conhecimentos, estabelecendo relações e reflexões que visam contribuir para uma aprendizagem significativa dos educandos (SCHEIFFELE et al. 2014). É de fundamental importância a

participação ativa do aluno, questionando, argumentando e construindo seu conhecimento frente a um novo conceito ou informação.

São muitas as estratégias utilizadas pelo professor para tornar o ensino mais atrativo e tentar facilitar a compreensão do conteúdo desenvolvido em sala de aula. Diante dessas estratégias, estão as analogias e metáforas, que são meios comparativos para explicar algo mais complexo e que muitas vezes, podem ser utilizadas de forma equivocada, ocorrendo a falta de compreensão do fenômeno por parte do educando (GOMES, OLIVEIRA, 2007).

Analogias e metáforas são na maioria das vezes, utilizadas com a intenção de facilitar a compreensão de um determinado assunto ou conteúdo, no entanto, é preciso utilizá-las de maneira organizada e sistematizada para que não ocorra a assimilação de noções inadequadas, ou fora de contexto por parte dos educandos, sendo que desta maneira, podem resultar na constituição de obstáculos epistemológicos que dificultam a construção do conhecimento científico (BACHELARD, 1996).

Entre os epistemólogos das ciências, Gaston Bachelard em seu livro “A formação do espírito científico”, faz um alerta para os perigos da má utilização de analogias e metáforas como recurso ou método de ensino de Ciências e estabeleceu a noção de obstáculo epistemológico para a formação do conhecimento científico, sendo esses obstáculos relacionados com a concepção de ruptura entre o conhecimento sensível ou do senso comum e o conhecimento científico.

Tendo em vista que no contexto educacional brasileiro, professores de ciências e de diversas outras disciplinas utilizam em sala de aula o livro didático como um recurso essencial para promover o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, ANDRADE, ZYLBERSZTAJN, FERRARI (2000) alertam que é preciso ter cuidado com as analogias, metáforas, imagens e modelos que se encontram presentes nestes livros.

Nesse contexto em que articulamos a questão metodológica, o livro didático e seus usos, bem como a epistemologia subjacente aos conteúdos,

torna-se relevante uma análise dos obstáculos epistemológicos avaliando se encontram presentes ou não nos livros, tendo em vista que estes são um dos recursos mais utilizados em sala de aula e que devemos levar em consideração que uma distorção dos conteúdos neles apresentados pode ocasionar problemas de aprendizagem e assimilação de conceitos importantes.

Dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula no ensino de Ciências selecionamos o tema água, que nos livros didáticos é trabalhado com mais frequência nas séries finais do Ensino Fundamental, especificamente no sexto ano. E é diante da importância deste recurso fundamental para a existência da vida, que se torna necessário compreender como é apresentada nos livros, qual a visão retratada, os conceitos e conhecimento abordados, as habilidades a serem desenvolvidas pelos educandos, se há presença ou não de obstáculos epistemológicos que podem distorcer alguns conceitos e dificultar a construção do conhecimento científico dos alunos.

Sendo assim, apresentamos na sequência uma análise geral sobre o ensino de ciências destacando alguns de seus objetivos e perspectivas, e sobre o tema água as competências a serem alcançadas e qual o conhecimento que se deve ter a respeito deste tema, sempre destacando sua importância.

1. O ensino de Ciências e o tema água

Segundo KRASILCHIK (2000), o atual modelo curricular presente na maioria dos cursos de graduação e também dos cursos de ensino fundamental e médio, ainda são baseados na mera reprodução dos conhecimentos e apesar dos debates e pesquisas o currículo tradicional ainda permanece nas escolas brasileiras. Nesse modelo, o ensino de Ciências ainda é caracterizado pela transmissão e memorização das informações no qual o professor apresenta o conteúdo escolar de forma expositiva, considerando o aluno um sujeito passivo e receptivo, realizando tarefas sem que haja questionamentos a respeito do que lhe foi ensinado.

Para SANTOS et al. (2011), o ensino de Ciências necessita permitir ao aluno responsabilizar-se pelo seu próprio desenvolvimento intelectual, tornando-se capaz de fazer questionamentos, reflexões e raciocinar sobre o mundo, formando assim um indivíduo que saiba buscar, analisar e discutir o conhecimento que está sendo construído.

Nessa perspectiva, o ensino de Ciências deve ter como objetivo, estabelecer as condições para que o aluno possa identificar problemas por meio de observações de um fato e conseguir levantar hipóteses ou suposições sobre ele, trabalhando de forma a tirar suas próprias conclusões de maneira crítica e responsável (BRASIL, 1998).

SILVA, TRIVELATO, em 1999, já ressaltavam que no ensino de Ciências o livro didático era um material de apoio bastante utilizado nas práticas pedagógicas, em muitos casos, usado de maneira exclusiva. Muitas vezes, o livro é o único veículo estruturado de acesso aos conhecimentos científicos disponíveis aos alunos e que acaba nortando o ensino em salas de aula, mesmo que, por muitas vezes, não corresponda aos anseios pedagógicos dos professores.

Como aponta MEGID NETO, FRACALANZA (2003) muitos professores deixaram de usar o livro didático como um manual, utilizando-o ainda como material para desenvolvimento de atividades em sala de aula ou como apoio bibliográfico complementar na prática escolar, para desenvolvimento e planejamento de aulas, para leitura dos alunos e do próprio professor, notando-se assim certa mudança na forma de utilização do livro didático.

Os livros didáticos são ainda muito utilizados em sala de aula como principal material de apoio e pensando nisso, SANTANA, SOUZA, SHUVARTZ (2012) destacam que o livro didático é apenas um recurso que auxilia no desenvolvimento da aula, o autor resalta que o professor como mediador do conhecimento tem o papel de avaliar e escolher os livros, bem como, utilizá-los da melhor maneira possível, de preferência como um material de apoio em conjunto com outros recursos didáticos.

Segundo GOMES, SILVA (2014), o livro didático se constitui de uma ferramenta importante para o ensino, devido a sua fácil acessibilidade e disponibilidade, além de ser um material de pesquisa e amparo ao professor na preparação e desenvolvimento das aulas, sendo também utilizado como uma fonte de estudo para os alunos.

Por outro lado, SILVA, TRIVELATO (1999) afirmam que o livro detém um conhecimento simplificado e resumido ao nível do aluno, trazendo informações, conforme relata o autor, “prontas” para o consumo. Neste sentido, não permite que o educando consiga por si só refletir e questionar informações necessárias à construção do seu conhecimento, muito embora, o livro didático possa facilitar a prática dos professores quanto ao conteúdo a ser desenvolvido em sala de aula, ele requer uma maior atenção no sentido de como ele está contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

MEGID NETO, FRACALANZA (2003) argumentam que os conteúdos apresentados nos livros didáticos muitas vezes apresentam o conhecimento científico como sendo uma verdade absoluta e desvinculada do contexto histórico, social e cultural dos educandos e que apesar das várias mudanças ocorridas ao longo do tempo, não modificou o tratamento dado aos conteúdos presentes nele e que remetem a um conhecimento científico apresentado como uma verdade, que uma vez determinada, sempre será verdade, sustentando assim a visão positivista de ciência.

Para BRASIL (2016), os livros didáticos estão a todo momento passando por reformulações e atualizações frente as temáticas emergenciais, no que tange sobre as questões sociais, de saúde e meio ambiente despertando novas maneiras de ensinar e aprender, sendo que, devem aparecer como instrumentos de apoio, de problematização, estruturação de conceitos, uma fonte de pesquisa para estudantes e professores.

Existem atualmente três programas governamentais que são voltados ao livro didático, sendo eles: o Programa Nacional do Livro Didático para o ensino fundamental (PNLD), o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e o Programa

Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA). Uma vez inscritos no PNLD e aprovados em avaliações pedagógicas os materiais são distribuídos pelo MEC às escolas públicas da educação básica. As coleções didáticas aprovadas passam a integrar o Guia de Livros Didáticos que trazem uma descrição dos requisitos para avaliação e uma resenha da obra, sendo assim um instrumento que auxilia na definição do livro, que é disponibilizado tanto para às escolas como para toda sociedade no site do MEC, contudo a escolha acaba sendo feita apenas pelos professores, coordenadores e diretores das escolas (OTALARA, 2008).

Diante da importância que os livros didáticos possuem no contexto da prática docente em sala de aula e que por muitas vezes acaba sendo o único material de apoio ao qual professores e alunos têm acesso, este artigo tem como objetivo realizar uma análise dos obstáculos epistemológicos do conteúdo água nos livros didáticos do PNLD 2017, buscando saber quais os conhecimentos sobre o tema estão sendo apresentados em livros didáticos de Ciências da Natureza voltadas para o sexto ano do ensino fundamental, e aprovadas na última edição do Programa Nacional do Livro Didático-PNLD 2017.

Dentre temas trabalhados em sala de aula no ensino de Ciências no 6º ano do Ensino Fundamental, destacamos a água, por ser uma temática que está presente no cotidiano dos alunos, tendo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que trata-se de um documento com caráter normativo, que será referência obrigatória para orientar na elaboração dos currículos da educação básica, indicando os conhecimentos e competências que se espera que os estudantes desenvolvam ao longo das etapas e modalidades da educação (BRASIL, 2016).

Com relação à temática água, conforme BRASIL (2016), as competências a serem alcançadas são sobre reconhecer a importância da água para a manutenção da vida no planeta, a presença e ausência de água, os estados físicos, ciclo hidrológico, usos da água na agricultura, geração de energia, equilíbrio dos ecossistemas, problemas decorrentes do uso da água, qualidade e potabilidade da água, entre outros.

Tendo em vista os avanços proporcionados por meio do conhecimento científico e tecnológico, torna-se importante refletir sobre construção da Ciência e suas implicações nos aspectos econômicos, políticos e sociais para compreender de que maneira esta tem contribuído para a formação do cidadão (CEDRAN et al. 2017). Quando se trata de temas relacionados ao cotidiano dos alunos, estes permitem maiores discussões e apontamentos que contribuem para o processo de ensino.

2. Epistemologia bachelardiana e obstáculos epistemológicos

Um dos eixos norteadores da obra de Gaston Bachelard, em “A formação do espírito científico”, são os conceitos de obstáculos epistemológicos que estão relacionados com a quebra entre o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum e que “pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação” (BACHELARD, 1996, p. 21). Além do conceito de obstáculos epistemológicos, Bachelard também ressalta o conceito de ruptura, sendo este uma descontinuidade entre o conhecimento comum e conhecimento científico (JUSTINA, 2011).

Os obstáculos epistemológicos, entendidos como barreiras à apropriação do conhecimento científico, estão fundamentados na experiência primeira, no obstáculo verbal, no conhecimento geral, unitário e pragmático, no obstáculo substancialista, realista, animista, no uso abusivo de imagens usuais e no conhecimento quantitativo (ANDRADE, ZYLBERSTAJN, FERRARI, 2000).

Experiência primeira: segundo BACHELARD (1996, p. 29), “na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira”, onde esta é “colocada antes e acima da crítica”. Para STADLER et al. (2012), quando se faz uma releitura do conceito para o estudante, este é um obstáculo relacionado com conhecimento já adquirido pelo aluno sobre os temas estudados, ou seja, como suas ideias e explicações baseadas no senso comum entendem os fenômenos.

Conhecimento geral: para BACHELARD (1996, p. 69), “Nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do geral, que dominou de Aristóteles a Bacon, inclusive, e que continua sendo, para muitos, uma doutrina fundamental do saber”. O conhecimento geral fornece mesma resposta a todas as questões, são respostas vagas, seguras e gerais seja a qualquer questionamento (SANTOS, 1998). Falar sobre um tema específico, como no caso da água, apenas abordando que esta passa por transformações sem explicar de fato como estas ocorrem na natureza, não exemplificando o fenômeno em questão, caracteriza-se como um conhecimento vago sobre o assunto, fazendo com que o aluno saiba que a água passa por transformações, no entanto, não compreendendo como isso ocorre e quais transformações seriam estas, que neste caso envolvem transformações físico-químicas e que envolvem o ciclo contínuo da água.

Obstáculo verbal: Para BACHELARD (1996, p. 27) o obstáculo verbal é tido como “a falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa” onde, conforme o autor é atribuído a algumas palavras um poder mágico de explicação. Segundo SANTOS (1998), são utilizados em algumas situações pedagógicas termos do senso comum, para tentar facilitar a compreensão do fenômeno científico, estabelecendo-se como barreira ao ensino formal das Ciências. Ao tentar facilitar a compreensão do fenômeno por parte do aluno, alguns termos como água pura são utilizados em referência para uma água potável, por exemplo, não se atentando a estabelecer que a água é uma mistura de vários elementos.

Conhecimento unitário e pragmático: explana-se na procura do caráter utilitário de um fenômeno como princípio de uma explicação única e direta, sem fazer relação com outros contextos (SANTOS, 1998). Geralmente a água é vista por seu aspecto utilitário, destacando seus usos em diferentes segmentos como indústria, comércio, agricultura e utilidades domésticas, se atentando a vê-la apenas diante de sua importância econômica e necessidade perante seu consumo.

Substancialista: o substancialismo se alterna do interior para o exterior, buscando no profundo justificativas do evidente. “É constituído por intuições muito dispersas e até opostas” (BACHELARD, 1996, p. 121). Quando tenta-se explicar um fenômeno de forma simplificada, em que os objetos são conhecidos por meio da função que desempenham e de suas qualidades superficiais e evidentes (LOPES, 1993). É comum ao abordar o tema água, atribuir a ela características como doce ou salgada, não explicitando que trata-se de uma mistura de vários elementos.

Realismo: é caracterizado por manter preso o pensamento na observação ou no dado primeiro, bloqueando assim as informações que podem contribuir para a formação do conhecimento científico (SCHEIFELE et al. 2014). Ao se ter a visão de que a água é apenas um recurso de uso pessoal, não evidenciando sua importância para a manutenção da vida não só humana, mas de todos os seres existentes no planeta.

Animismo: este obstáculo explica-se numa tendência de modo ingênuo para animar, atribuir vida e muitas vezes características humanas para objetos inanimados. No ensino de Ciências, o obstáculo animista compõe-se como uma dificuldade à apropriação dos conceitos científicos (SANTOS, 1998). Ao conceder vida a água, como por exemplo dizer que a água viva que corre pelos rios, acaba por ofuscar a compreensão deste elemento ao supervalorizar a vida, não se atentando a explicar que ela é fundamental para a vida como componente essencial para diversas reações metabólicas que os seres vivos realizam, mas que esta, por si só não possui vida.

Conhecimento quantitativo: BACHELARD (1996, p. 259) afirma: “A grandeza não é automaticamente objetiva, e basta dar as costas aos objetos usuais para que se admitam as determinações geométricas mais esquisitas, as determinações quantitativas mais fantasiosas”. Há maior preocupação com a mensuração do que com a realidade que permeia o objeto.

Sendo assim, conforme LOPES (1993) torna-se necessário a análise dos obstáculos epistemológicos no campo da Educação de forma a contribuir

para a superação dos obstáculos epistemológicos que podem ser vistos como entraves que acabam impedindo construção do conhecimento científico por parte do educando.

Nesse sentido, faz-se pertinente estender a análise dos obstáculos epistemológicos a recursos como os livros didáticos, tendo em vista que são bastante utilizados em sala de aula e buscando entender como alguns temas relacionados ao cotidiano dos alunos, como por exemplo, o tema água, encontra-se presente nos livros didáticos. O conhecimento destes obstáculos evidenciados anteriormente podem auxiliar no entendimento de como ocorrem à construção de um determinado conceito e apontar as razões pelas quais encontramos dificuldades em desenvolver um modelo adequado para explicar fenômenos da ciência, neste caso tratando-se do tema água, como este deve ser apresentado para que proporcione ao aluno uma aprendizagem e compreensão dos fenômenos que a permeiam. Diante disto, na sequência apresentamos algumas considerações sobre o ensino do tema água na disciplina de Ciências.

3. Ensino do tema água

Vista como um elemento vital para a humanidade, a água já foi objeto de veneração e temor em que se criavam mitos e símbolos para explicar as forças da natureza. Assim, as civilizações antigas, por meio de experiências se organizavam em torno das bacias hidrográficas e costas marítimas (PITERMAN, GRECO, 2005). Foi possível escrever a história ao longo do tempo, criar culturas e hábitos mediante a presença ou ausência de água (BACCI, PATACA, 2008).

A água tem importância básica para a manutenção da vida no planeta, sendo assim, ao nos referirmos a ela estamos ao mesmo tempo nos referindo a nossa sobrevivência bem como a conservação e equilíbrio da biodiversidade (BACCI, PATACA, 2008). Segundo OLIVEIRA (2008), a água é um recurso natural essencial a todas as atividades humanas e demais organismos vivos, sendo um fator de equilíbrio dos ecossistemas.

Estando a água tão presente em nosso dia-a-dia, destaca-se a necessidade de se realizar discussões que visam proporcionar a conscientização em relação à preservação deste recurso tão importante para a manutenção da vida.

Espera-se também que os alunos possam reconhecer a importância, por exemplo, da água, em seus diferentes estados, para a agricultura, o clima, a preservação do solo, a geração de energia elétrica, a qualidade do ar atmosférico e o equilíbrio dos ecossistemas (BRASIL, 2016, p. 277).

O conhecimento sobre o tema água deve estar pautado desde o reconhecimento da porcentagem de água presente nos seres vivos, onde conforme TUNDISI, TUNDISI (2011) dentre as necessidades humanas com relação à água, temos em primeiro lugar a demanda fisiológica, onde cerca de 60% a 70% de nosso peso corporal é constituído por moléculas de água que atua como solvente e contribui para o desenvolvimento de nossas funções metabólicas.

Outro conhecimento sobre o tema bastante presente em livros didáticos é o de que a água é uma substância constituída por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio e que pode ser encontrada na natureza em três estados físicos: líquido, sólido e gasoso e é por meio desses diferentes estados físicos que ela forma um ciclo o qual é conhecido como ciclo hidrológico (OTALARA, 2008).

Para MICELI, FREIRE (2014), ao ser trabalhada a temática água na sala de aula, esta pode apresentar várias interfaces, exigindo assim uma interdisciplinaridade entre diferentes áreas do conhecimento, pois ao envolver a gestão das águas, por exemplo, o tema deixa de ser somente um conteúdo de Ciências e passa a relacionar-se com questões como a química da água, o ciclo hidrológico, a porcentagem de água nos seres vivos entre outros, como também assume uma dimensão política e social.

A água é um recurso natural essencial à existência e manutenção da vida, ao bem estar social e ao desenvolvimento socioeconômico. No Brasil, a promoção de seu uso sustentável vem sendo pautada por discussões nos âmbitos local, regional e

nacional, na perspectiva de se estabelecerem ações articuladas e integradas que garantam a manutenção de sua disponibilidade em condições adequadas para as futuras gerações (BRASIL, 2006).

Diante dos diversos usos da água e da utilização cada vez maior dos recursos hídricos, cresce as preocupações relacionadas não apenas com sua quantidade, mas principalmente com sua qualidade. Vale ressaltar que inicialmente sua utilização era restrita ao consumo doméstico e a criação de animais e que atualmente, devido ao seu uso diversificado, ela torna-se cada vez mais disputada (POLETO, GONÇALVES, 2012).

Para analisar como este tema se apresenta nos livros didáticos e se os conhecimentos sobre ele podem ou não configurar-se de obstáculos epistemológicos para o ensino e aprendizagem dos alunos, apresentamos na sequência os procedimentos metodológicos norteadores desta pesquisa.

4. Procedimentos metodológicos

O presente artigo consiste em uma pesquisa bibliográfica e de reflexões epistemológicas sobre o tema água. O pressuposto metodológico fundamenta-se na pesquisa de caráter qualitativo. FLICK (2009 p. 20) aponta a pesquisa qualitativa como sendo “de particular relevância ao estudo das relações sociais devido à pluralização das esferas da vida”.

Para FLICK (2009), os aspectos fundamentais de uma pesquisa qualitativa consistem na escolha apropriada de teorias e métodos; identificação e análise de perspectivas diferentes; reflexões a respeito da pesquisa por parte dos pesquisadores como sendo parte do processo de produção do conhecimento; e na diversidade de métodos e abordagens.

Sob esse pressuposto, foram selecionados sete livros didáticos dentre os treze aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2017) de Ciências do 6º ano do Ensino Fundamental no qual a temática água é abordada. A descrição de todos os livros aprovados pelo PNLD/2017 é apresentada no Apêndice 1.

Para escolha dos livros analisados, seguimos os seguintes critérios: ano de edição que deve ser referente ao ano de 2015 e editoras diferentes, no caso de livros da mesma editora foi selecionado apenas um deles, a critério dos autores. A Tabela 1 apresenta os livros selecionados para análise.

A partir da escolha dos livros, as unidades referentes ao tema água foram submetidas à análise de conteúdo, em que foram realizadas leituras preliminares (análise flutuante) das unidades/capítulos e/ou partes que abordam o tema água.

A análise de conteúdo, conforme BARDIN (1977) é um método que envolve um conjunto de técnicas de análise das comunicações entre os seres

humanos, dentre elas, a da linguagem escrita, por que estas são mais estáveis e constituem um material objetivo, sendo aperfeiçoado constantemente o qual podemos consultar quantas vezes forem necessárias.

Para facilitar a discussão dos resultados, identificamos os livros conforme apresentado na Tabela 1, com códigos, sendo Obra 01 referente ao livro 01, Obra 02, referente ao livro 02 [...] até a Obra 07 referente ao sétimo livro analisado.

5. Resultados e discussões

A interpretação dos dados envolveu o aprofundamento da análise buscando desvelar a presença de

Tabela 1. Lista dos livros selecionados para análise.

Código*	Obra	Autor	Editora	Edição
Obra 01	Ciências naturais - Aprendendo com o cotidiano	Eduardo Leito do Canto	Moderna	5ª Edição – 2015
Obra 02	Projeto Apoema – Ciências	Ana Maria Pereira Ana Paula Bemfeito Carlos Eduardo Margarida Santana Mônica Waldhelm	Editora do Brasil	2ª Edição – 2015
Obra 03	Ciências Novo Pensar	Demétrio Gowdak Eduardo Martins	FTD	2ª Edição – 2015
Obra 04	Companhia das Ciências	Eduardo Schechtmann Herick Martin Velloso José Manoel Luiz Carlos Ferrer USBERCO	Saraiva Educação	4ª Edição - 2015
Obra 05	Para viver juntos Ciências da natureza	Ana Luiza Petillo Nery André Catani Fernando Tapajós Roselino Gustavo Isaac Killner João Batista Aguilar Lia Monguilhott Bezerra Paula Signorini	SM	4ª Edição - 2015
Obra 06	Ciências	Carlos Kantor José Trivellato Júlio Foschini Lisboa Marcelo Motokane Sílvia Trivellato	Quinteto	1ª Edição - 2015
Obra 07	Ciências	Carlos Barros Wilson Paulino	Editora Ática	6ª Edição 2015

*Serão utilizadas para a referência aos livros durante o texto.

Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

obstáculos epistemológicos nos fragmentos selecionados na etapa anterior para análise, com base na Tabela 2 apresentada na sequência.

Na Tabela 2, estão os resultados da pesquisa bibliográfica e de reflexões epistemológicas sobre o tema água realizadas nos sete livros didáticos com o intuito de indicar alguns dos possíveis obstáculos epistemológicos presentes nas obras.

Na Obra 01 de Eduardo Canto, Ciências naturais - Aprendendo com o cotidiano, o tema água é abordado na Unidade C: Água e sua importância, em dois capítulos, sendo o Capítulo 7. A água: bem precioso e Capítulo 8. Contaminação da água. Os dois capítulos apresentam o conteúdo na visão antropocêntrica, direcionado para a água como recurso que atende as atividades humanas. Essa característica desencadeia uma série de obstáculos à aprendizagem do aluno, como, por exemplo, o próprio título do Capítulo 7 – “Água: bem precioso” (p. 91), já representa um obstáculo realista ao representá-la como um recurso da sociedade e não do meio, este obstáculo pode dificultar a construção do

conhecimento científico já que conforme STADLER et al. (2012) o aluno se contenta com a explicação concreta bloqueando informações que são importantes para sua formação, como neste caso, o fato da água estar presente em todos os organismos vivos e participando de reações metabólicas essenciais, tanto humanas, como em vegetais auxiliando no seu crescimento e desenvolvimento.

O primeiro capítulo deste livro inicia com o uso da água que só se refere à utilidade humana, como por exemplo, usos domésticos, industriais, agrícolas e na geração de energia. Sendo este um conhecimento a ser desenvolvido com os alunos, este pode desencadear um obstáculo pragmático, levando-o a interpretar a água apenas sob o ponto de vista utilitarista, e ainda apenas em relação às atividades humanas e não em todas as relações entre meio e biodiversidade onde segundo ANDRADE, ZYLBERSZTAJN, FERRARI (2000) não se relacionam outros contextos e se refere apenas aos seus aspectos utilitários como princípio de uma explicação sobre o fenômeno.

Tabela 2. Obstáculos epistemológicos e exemplo relacionado ao tema água.

Obstáculo epistemológico	Descrição com o exemplo da água	Presença de obstáculo
Experiência primeira	Abordar demasiadamente a ideia de medo de falta da água sem adentrar nas razões e formas de sua conservação/preservação	Obra: 07
Conhecimento geral	Usar uma mesma explicação para descrever fenômenos diversos relacionados à água ou até mesmo a falta de explicação de alguns conceitos.	Obra: 01; 03; 04 e 07
Verbal	A palavra água funciona como uma imagem e pode ocupar o lugar de uma explicação. Utiliza analogias para explicar os fatos.	Obra: 03; 04 e 05
Conhecimento unitário e pragmático	A água é abordada em seu caráter utilitário como princípio de explicação e não traz explicações mais completas sobre o tema.	Obra: 01
Substancialista	São atribuídas qualidades à água: doce, flexível, suave, entre outras.	Obra: 02; 03; 04; 05; 06; 07
Realismo	A água é vista como um bem pessoal.	Obra: 01
Animismo	São atribuídas características humanas ou dar vida à água para explicar os fenômenos que envolvem a mesma.	Obra: 05
Conhecimento quantitativo	Priorizar a abordagem quantitativa da água em detrimento aos processos que a envolvem.	Obra: 01; 02; 03; 04; 05; 06 e 07

Fonte: Dados de pesquisa, 2017.

O segundo capítulo referente ao tema, enfoca apenas a poluição da água e sua consequente geração de doenças também relacionadas aos seres humanos. O livro não aborda os conteúdos: ciclo hidrológico e estados físicos, que conforme BRASIL (2016) são conteúdos importantes e que devem ser trabalhados com os alunos para que os mesmos desenvolvam habilidades referentes a aplicação dos conhecimentos sobre as mudanças de estado físico da água para explicar o ciclo hidrológico e analisar suas implicações na agricultura, no clima, na geração de energia, no provimento de água potável e no equilíbrio dos ecossistemas regionais (ou locais).

Ainda com relação à Obra 01, ela aborda questões relacionadas aos usos da água, sua poluição, captação e distribuição, citando questões relacionadas à como a água chega até nossas residências, abordando a importância da economia da água e dizendo que a água “[...] pode se esgotar nas épocas sem chuvas” (p. 102) não se atentando a explicar sobre o ciclo hidrológico e os estados físicos da água, sem uma explicação científica para esses fenômenos, podendo levar a um obstáculo no pensamento do professor ou do aluno, não evidenciando o movimento contínuo que a água realiza e seu processo de transformação na natureza. Esta falta de explicação de como os fenômenos ocorrem é caracterizado conforme BACHELARD (1996) como obstáculo do conhecimento geral, um conhecimento vago, sem explicações científicas de como acontecem os fenômenos.

A Obra 02 traz o tema em sua Unidade 2: Água: substância vital. Abordando os conteúdos em três capítulos: 1. A água no ambiente e nos seres vivos; 2. Água uma substância fundamental; 3. A importância da água para a saúde humana. Este livro, diferente da Obra 01, aborda a água no ambiente e nos seres vivos englobando plantas, animais, não se reportando somente ao ser humano. Descreve os estados físicos e ciclo da água, sua importância e utilidades. No primeiro capítulo o livro atribui qualidade a água “[...] água salgada dos oceanos e mares” (p. 56) evidenciando um obstáculo substancialista ao elencar qualidades a água, nos quais

a água salgada seria referente a grande quantidade de sais dissolvidos nesta e água tida como doce na realidade seria aquela que possui menor concentração destes sais. Pela quantidade e aprofundamento do tema nesta obra não evidenciamos a presença de outros fatores que podem caracterizar a constituição de obstáculos epistemológicos.

Na Obra 03, intitulada Ciências Novo Pensar, o tema água encontra-se na Unidade 4: A água, estando dividida em cinco capítulos, Capítulo 11. Existência e composição da água; Capítulo 12. A água na natureza; Capítulo 13. Propriedades da água; Capítulo 14. Água potável e saneamento básico; Capítulo 15. Água e saúde. O referido livro didático não apresenta maiores considerações sobre a importância da água no equilíbrio dos ecossistemas. Atribui características a água “água salgada” (p. 190) e “água doce” (p. 190), assim como a Obra 02. Quanto aos usos da água na agricultura, não detalha como estes ocorrem, apenas apresenta um texto intitulado “Falta de água ameaça segurança alimentar dos brasileiros” (p. 219) ressaltando a diminuição da produção agrícola em decorrência da falta de chuvas em algumas regiões, mas não detalha a importância que a água tem para o desenvolvimento das plantas, apresentando no início da unidade a informação de que “Numa planta a água geralmente representa 80% do organismo” (p. 167), caracterizando um obstáculo do conhecimento geral, não abordando que é por meio de suas raízes que a planta consegue absorver grandes quantidades de água dentre outros elementos que são essenciais ao seu desenvolvimento e manutenção de suas atividades metabólicas.

Este livro também apresenta o termo “água virtual” (p. 173), que foi empregado para denominar a água utilizada para fabricação de diversos produtos, sendo então aquela que de certa maneira não é contabilizada ou percebida por não ser diretamente consumida como, por exemplo, a água utilizada para consumo nas residências. O termo pode caracterizar-se como obstáculo verbal, já que faz uso de analogias para exemplificar os fatos, o que para Bachelard (1996) ocorre com a finalidade de facilitar

a compreensão de uma estrutura, mecanismo ou determinado fenômeno natural, mas que pode levar a formação de ideias confusas ou errôneas acerca de um conhecimento.

Na Obra 04, Companhia das Ciências, a temática está na Unidade 4: A água na natureza, compreendendo oito capítulos. Capítulo 15. A água nos seus estados físicos; Capítulo 16. O ciclo da água; Capítulo 17. Água: solvente universal; Capítulo 18. Pressão da água; Capítulo 19. A água nos seres vivos; Capítulo 20. Poluição da água; Capítulo 21. Saneamento básico; Capítulo 22. As doenças e a água. Neste livro, assim como na Obra 03, o termo “Água virtual” (p. 159) é utilizado, o que representa um obstáculo verbal, em que conforme LOPES (1996), a não atenção para com o novo sentido de um termo pode se constituir como um obstáculo à compreensão do conhecimento científico. O livro também atribui características a água classificando ela como “água salgada” (p. 174) e “água doce” (p. 174), assim como a Obra 02 e 03, evidenciando um possível obstáculo substancialista. O livro ainda aborda o tema “Água: solvente universal” (p. 170), não é explicitado que ela não é o único solvente existente, ocorrendo assim uma falta de informação de parte do conhecimento científico representando um obstáculo do conhecimento geral, onde conforme CARVALHO FILHO (2006) esse obstáculo não permite que o sujeito tenha a noção exata do fenômeno em estudo, neste caso o livro ressalta que “Dada a importância de dissolver um grande número de substâncias, a água é chamada de solvente universal” (p. 171), porém não aponta exemplos de outros elementos que também conseguem dissolver substâncias.

A Obra 05, Para viver juntos - Ciências da natureza, o tema encontra-se em 3 capítulos: Capítulo 1. Água: estados físicos e propriedades; Capítulo 2. Água e os seres vivos; Capítulo 3. A água na natureza. O Capítulo 1 inicia abordando os estados físicos da água e suas propriedades e apresenta um obstáculo substancialista ao atribuir qualidade à água, no texto apresenta-se como “substância tão conhecida e valiosa” (p. 20). Ao decorrer do livro

o autor aborda o termo “Água virtual: ela está em tudo que você consome” (p. 76) como evidenciado também nas Obras 03 e 04 e o termo “O planeta tem sede” (p. 66), caracterizando um obstáculo verbal, que para BACHELARD (1996) é visto como uma explicação falsa alcançada com auxílio de uma palavra explicativa, neste caso o planeta não tem sede, sendo esta uma característica fisiológica dos seres vivos que nele habitam, sendo também caracterizado como um obstáculo animista, assim como em outro trecho deste mesmo livro em que aborda o ciclo da água e ao final, utiliza a frase “A água superficial alimenta as nascentes dos rios [...]” (p. 26), ofuscando a compreensão deste elemento ao supervalorizar a vida, não se atentando a explicar que ela é fundamental para a vida como componente essencial para diversas reações metabólicas que os seres vivos realizam, mas que, por si só não possui vida.

A Obra 06, Ciências, aborda o tema em duas unidades, Unidade 1. Água no ambiente, contando com o Capítulo 1. A água na Terra; Capítulo 2. Ciclo e propriedades da água. Unidade 2. Água – Tratamento e saúde, trazendo o Capítulo 1. Qualidade da água; Capítulo 2. Usos da água. Ao abordar o tema qualidade de água, o autor refere-se à água potável como “água límpida” (p. 38), o qual conforme LOPES (1993) indica um obstáculo substancialista, em que os objetos são caracterizados conforme a função que desempenham e também de acordo com suas qualidades sejam elas superficiais ou evidentes. O livro aborda as propriedades da água e apresenta qualidade a ela empregando o termo “água pura” (p. 24), porém, ele explica em uma nota de rodapé que a água pura se refere a “água que não apresenta sais minerais, outras substâncias ou partículas misturadas” (p. 24).

Na Obra 07 o tema encontra-se na Unidade 3: A água no ambiente, sendo dividido em três capítulos: Capítulo 12. A água e a vida; Capítulo 13. A água e seus estados físicos; Capítulo 14. Tratamento de água e de esgoto para todos. No livro o autor retrata que “a água é invisível” (p. 154), o que pode gerar um obstáculo substancialista. MELZER et al.

(2009) ressaltam que o obstáculo substancialista apresenta-se nos livros didáticos quando aspectos da aparência são enfatizados o que causa a abstração do aluno em relação a determinado fenômeno, no caso da água, dando a entender que trata-se de algo oculto, despercebido ou imperceptível.

Ao final da unidade, este livro, apresenta um capítulo falando sobre a importância do tratamento da água e de esgoto, porém não aborda as doenças que podem estar relacionadas a esta questão, podendo assim representar um obstáculo do conhecimento geral, em que conforme SANTOS (1998), seria um conhecimento vago que não traz informações mais completas sobre o assunto em questão. Ao decorrer do livro, o autor apresenta um texto com o título “A crise da água” (p. 180), sendo assim um obstáculo de experiência primeira, onde faz surgir a ideia de medo da falta de água sem explicar os motivos ou razões para tal fato, STADLER et al. (2012), aponta que este conhecimento está apoiado no senso comum, aquele já adquirido pelo aluno e não apresenta reflexões sobre o fenômeno permanecendo assim apenas as impressões primeiras sobre ele.

Todos os livros analisados apresentam o obstáculo do conhecimento quantitativo, em que, sentem a necessidade de apresentar a representação da quantidade de água disponível por meio de um gráfico de setores, no qual constam as porcentagens relacionadas a quantidade total de água disponível no mundo e a quantidade que está disponível para consumo. Buscam com essas representações e números, uma forma de enfatizar que a água disponível para o consumo é pequena quando comparada ao total de água que se encontra disponível no mundo e que, no entanto, não serve para consumo humano e que assim, essa necessidade de quantificação e representação, pode gerar um impacto logo que se recebe esta informação, trazendo reflexões, angústias e medo perante uma possível falta de água, por esta se encontrar em quantidade tão baixa.

Diante da noção dos obstáculos epistemológicos propostos por Gaston Bachelard, sendo estes o alicerce para a interpretação dos resultados discutidos anteriormente e frente a presença deles nas sete

obras analisadas, enfatizamos que o processo para a construção do conhecimento científico deve ser objeto de reflexão, inclusive no que diz respeito às práticas e recursos utilizados em sala de aula que merecem devida atenção. Sendo assim, na sequência apresentamos as considerações finais alcançadas por meio desta pesquisa.

6. Considerações finais

Tendo em vista a importância que a água possui para a manutenção do planeta e da vida existente nele, discussões em torno dessa temática devem estar presentes no contexto educacional fazendo parte do cotidiano dos alunos e para isso a escola tem um papel fundamental nas questões relacionadas à água e recursos hídricos.

Sabendo que o livro didático é um recurso muito utilizado nas salas de aulas e que com o presente trabalho pode-se observar a presença de obstáculos epistemológicos nos livros se fazem necessárias pesquisas relacionadas ao seu uso e a maneira como os conteúdos estão nele abordado.

O obstáculo do conhecimento quantitativo foi encontrado em todos os livros didáticos analisados nesta pesquisa, em que, foi possível perceber, a importância dada à mensuração da quantidade de água disponível no mundo mais do que a própria realidade que permeia o objeto, não deixando claro de quanto se trata, por exemplo, em litros, essa porcentagem apresentada, distanciando-se da vida dos estudantes, dificultando um maior entendimento do assunto, remetendo à falsa impressão de que a água disponível para consumo, por estar em quantidade pequena se comparada com o total disponível no mundo, pode assim, acabar a qualquer momento.

A maioria dos livros, também apresentam os obstáculos substancialistas, nos quais atribuem qualidades a água, como doce, salgada, pura, límpida, em alguns pode ser constatado a presença de obstáculos verbais, em que abordam o termo “água virtual” como forma de se referir a quantidade de água utiliza direta ou indiretamente em alguns produtos que consumimos.

O obstáculo de conhecimento geral pode ser observado em alguns livros, ao evidenciar a água como único solvente universal ou relatando que a água passa por transformações, embora não explica os processos que envolvem estes fenômenos, apresentando somente informações mais superficiais sobre ela.

Com o exposto temos que, é importante a análise de livros quanto aos obstáculos epistemológicos presentes que podem ser um entrave à construção do conhecimento dificultando o trabalho em sala de aula, conforme afirma Bachelard (1996), no entanto quando estes são identificados podem colaborar para uma mudança na postura tanto do professor quanto do aluno em relação ao tema discutido em sala e contribuir para a melhoria do ensino de Ciências.

Estudos de obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard devem ser encarados como um modo de permitir avanços na formação de alunos e professores alertando para a maior preocupação com o processo de ensino-aprendizagem, possibilitando reflexões a fim de promover a construção de conceitos e aquisição de conhecimentos necessários à sua formação enquanto cidadão. Para tal, se faz necessário maiores discussões a respeito da escolha dos livros didáticos nas escolas, trocas de experiências entre professores relacionadas à prática docente, incentivo a pesquisas leituras e discussões relacionadas aos obstáculos epistemológicos.

7. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, pp. 182-192. 2000.
- BACCI, D. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, São Paulo- SP, v. 22, n. 63, pp. 211-226. 2008.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Contraponto. Rio de Janeiro: Brasil. 1996. 316 p.
- Tradução de: La formation de l'esprit scientifique: contribution a une psychanalyse de la connaissance. Paris/FRA: Librairie Philosophique J. Vrin, 1938.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70 Ltda. Lisboa: Portugal. 1977.
- BRASIL, LDB. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** – LDB Lei nº 9394/96. 1996.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília. 1998. 138 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretária de Recursos Hídricos. **Caderno setorial de recursos hídricos: indústria e turismo**. Brasília. DF: MMA. 2006. 80 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2017: ciências - Ensino fundamental anos finais**. Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF. 2016. 115 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Proposta preliminar**. Segunda versão revista. Brasília: MEC, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2017.
- CARVALHO FILHO, J. E. C. Educação científica na perspectiva bachelardiana: Ensino enquanto Formação. **Revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte- MG, v. 08, n. 01, 2006.
- CEDRAN, D. P. et al. (2017). A natureza da Ciência e o erro: reflexões sobre o conto “Ótima é a Água” por alunos de Ensino Médio. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá D.C., v. 12, n. 1, pp. 43-56. 2017. DOI: 10.14483/udistrital.jour.gdla.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução Joice Elias Costa. 3.ed. Artemed. Porto Alegre: Brasil. 2009.
- GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro- RJ, v. 12, pp. 96-109. 2007.

- GOMES, M. F.; SILVA, L. A. Análise do conteúdo ecologia no livro didático considerando os estatutos do conhecimento biológico. V Enebio e II Erebio Regional. **Revista da SBEnBio**, São Paulo- SP, n. 7, pp. 5799-5805. 2014.
- JUSTINA, L. A. D. Investigação sobre um grupo de pesquisa como espaço coletivo de formação inicial de professores e pesquisadores de biologia. 238 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, 2011.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000.
- LOPES, A. R. C. Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e Substancialistas* ao Aprendizado da Ciência. **R. Bras. Est. Pedag.**, Brasília, v. 74, n. 177, pp. 309-334. 1993.
- LOPES, A. R. C. Potencial de Redução e Eletronegatividade: Obstáculo verbal. **Química Nova na Escola**, São Paulo- SP, n. 4, pp. 21-23. 1996.
- MEGID, J. N.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru- SP, v. 9, n. 2, pp. 147-157. 2003.
- MELZER, E. E. M. et al. Modelos Atômicos nos Livros Didáticos de Química: Obstáculos à aprendizagem? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Florianópolis - SC. 2009.
- MICELI, B.; FREIRE, L. Água e sociedade: o que abordam os livros didáticos do ensino fundamental? In: IV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE. Niterói - RJ. 2014. 12 p.
- OLIVEIRA, V. M. B. O papel da Educação Ambiental na gestão dos recursos hídricos: Caso da Bacia do Lago Descoberto/DF. 141 f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Geografia, Universidade de Brasília. UnB-GEA. Brasília, 2008.
- OTALARA, A. P. O Tema Água em Livros Didáticos de Ciências de primeira a quarta séries do Ensino Fundamental. 130 f. Dissertação (Mestrado) Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista - UNESP. Rio Claro, 2008.
- PITERMAN, A.; GRECO, R. M. A água seus caminhos e descaminhos entre os povos. **Revista APS**, Juiz de Fora- MG, v. 8, n. 2, pp. 151-164. 2005.
- POLETO, C.; GONÇALVES, J. C. I. **Recursos hídricos**. v. 2. Editora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba: Brasil. 2012. 112 p.
- SANTANA, A. N. V.; SOUZA, L. N.; SHUVARTZ, M. Análise do tema água em livros didáticos de ciências do ensino fundamental. In: XVI ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO. UNICAMP, Campinas - SP. 2012.
- SANTOS, A. C. et al. A importância do ensino de ciências na percepção de alunos de escolas da rede pública municipal de Criciúma – SC. **Revista Univap**, São José dos Campos-SP, v. 17, n. 30, pp. 68-80. 2011.
- SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico**. Horizonte. Lisboa: Portugal. 1998.
- SCHEIFELE, A. et al. A presença de obstáculos epistemológicos no desenvolvimento do conteúdo de fotossíntese para alunos do ensino fundamental. In: POLINARSKI, C. A.; LIMA, B. G. T.; CARNIATTO, I. (Org.) **Reflexões e Experiências no Contexto do Ensino por Investigação: PIBID/Biologia – UNIOESTE**. Evangraf/ UNIOESTE. Porto Alegre: Brasil. pp. 105-128. 2014.
- SILVA, R. M., TRIVELATO, S. L. F. Os Livros Didáticos de Biologia do Século XX. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Bauru, v. 2, 1999.
- STADLER, J. P. et al. Análise de obstáculos epistemológicos em livros didáticos de química do ensino médio do PNLD 2012. **HOLOS**, Natal-RN, ano 28, v. 2, pp. 234-243. 2012.
- TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L.F. **Ensino de Ciências**. 1. ed. Cengage Learning. São Paulo: Brasil. 2011. 135 p.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no século XXI**. Oficina de Textos. São Paulo. 2011. 328 p.



TÍTULO: LA TEORÍA ANTROPOLÓGICA DE LO DIDÁCTICO EN EL AULA DE MATEMÁTICA

Gloria Patricia Ramírez López*

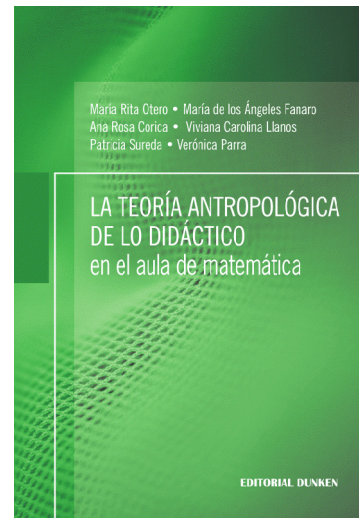
Autores: María Rita Otero, María de los Ángeles Fanaro, Ana Rosa Corica, Viviana Carolina Lanos, Patricia Sureda, Verónica Parra¹

Editorial: Dunken.

Ciudad: Buenos Aires.

Idioma: español.

Número de páginas: 112.



Contextualización

Este libro está formado por siete capítulos que fundamentan el proyecto desarrollado por el núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. El primer capítulo presenta el referente teórico, fundamentado en la propuesta de los *recorridos de estudio e investigación* (REI) del investigador francés Yves Chevallard². Toma como

punto de partida la(s) pregunta(s), y las posibles respuestas a esta(s) como ejes de la construcción del saber matemático.

Chevallard lo denomina *pedagogía de la investigación y del cuestionamiento del mundo*, señalando un cambio en la distribución de las responsabilidades en el aula de clase tanto del maestro como del estudiante (*topogénesis*), los tiempos de desarrollo en las instituciones (*cronogénesis*) y el cambio en lo didáctico, es decir, el

* Magíster en Ciencias de la Educación. Docente de Matemáticas en el Colegio Grancolombiano-Bosa. Correo electrónico: paty6133mce@gmail.com

1. Miembros del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conitec). Integrantes de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Unicen).
2. Licenciado en Matemáticas e investigador de la Université d'Aix-Marseille II. Es también miembro del consejo de administración del IUFM d'Aix-Marseille; del consejo de I+D así como de la comisión de regulación de las formaciones del IUFM d'Aix-Marseille y del consejo de laboratorio del UMR, ADEF (Apprentissages, didactiques, évaluation, formation), que reúne investigadores del INRP, de la Université de Provence et del IUFM d'Aix-Marseille siendo responsable del eje Anthropologie et didactique des savoirs scolaires.

medio por el cual se desarrolla la clase, el cual incluye las construcciones de los estudiantes a las preguntas generatrices (*mesogénesis*); cada uno de estos factores está relacionado dentro de esta propuesta.

Del capítulo 2 al 6, las investigadoras sintetizan la puesta en escena de diferentes REI, en contextos como: la escuela secundaria en Argentina en los tres últimos cursos, la Universidad Nacional de la Plata en la Facultad de Ingeniería en el curso de cálculo y cálculo vectorial. En el capítulo 7 se sintetizan los resultados y las proyecciones de esta investigación desde la *teoría antropológica de lo didáctico*.

Referente teórico

La *teoría antropológica de lo didáctico* (TAD) propone la noción de praxeología, que permite describir cualquier actividad humana; aquí, el saber se organiza en dos niveles: la *praxis*, entendida como el saber hacer desde unos tipos de tareas, problemas y técnicas, y el *logos*, o saber que describe y organiza la matemática y la didáctica.

Inicialmente la noción de REI (*recorrido de estudio e investigación*) facilita los *trabajos personales encuadrados* (TPE), en esta propuesta los estudiantes (X) abordan e investigan una pregunta generatriz (Q), con la dirección de un equipo de maestros (Y) para así construir una respuesta R, que bajo ciertas restricciones y condiciones funciona como respuesta a Q, esto condicionado a que no existe una respuesta única y universal. Esta línea de trabajo está orientada desde un sistema didáctico S que contiene ciertos instrumentos y recursos, que se entrelazan en un medio didáctico M para producir R, todo esto se sintetiza en:

$$[S(X; Y; Q) \rightharpoonup M] \Leftrightarrow R \quad (\text{esquema herbartiano})^3$$

Esta dinámica de organización permite que un sistema didáctico construya y organice (\rightharpoonup) el medio M, que contiene las preguntas generatrices Q, que son aceptadas en la cultura escolar, que llevará a producir (\Leftrightarrow) una respuesta R. Este proceso de modelización contribuye a: observar, analizar, evaluar las respuestas, pero también a desarrollar una nueva respuesta y a defenderla.

Para desarrollar un REI es fundamental la construcción de *gestos didácticos* y *de la investigación*, estos son denominados *dialécticas*. Entre las que se encuentran:

- La dialéctica del estudio y de la investigación: es entendida como el estudio profundo que se realiza a partir de la pregunta generatriz.
- La dialéctica del individuo y del conjunto: consiste en el actuar de manera individual y colectiva para llegar a la construcción de la respuesta.
- La dialéctica del análisis y la síntesis, praxeológica y didáctica: nos lleva al análisis del componente epistemológico, que lleva a cuestionarse sobre las modificaciones del saber.
- La dialéctica de entrar y salir del tema: posibilita la flexibilidad de poder entrar y salir del estudio.
- La dialéctica del paracaidista y de las trufas: corresponde a la metáfora que recuerda a los participantes del REI, cómo en algunas ocasiones el estudio evidencia un gran terreno de conocimiento que de a poco requiere acercarse, centrarse y focalizarse en lo que se desea saber.
- La dialéctica de las cajas negras y cajas claras: proceso en el cual se establece qué conocimientos son pertinentes para desarrollar el estudio.
- La dialéctica medio-media: se entiende como el producto de un REI, es decir, la respuesta elaborada. La media se refiere a la manera como será comunicada la respuesta.
- La dialéctica de la lectura y de la escritura: evita las transcripciones en las respuestas, potencializa

3. Para Chevallard, un REI se formaliza en un esquema herbartiano, en homenaje al pedagogo Johann Friedrich Herbart (1776-1841), quien nos recuerda que "el interés debe hacer nacer otro interés; lo aprendido se disipará, pero el interés persistirá para toda la vida".

la selección de información relevante en el estudio y la dialéctica de la producción y la recepción, entendida como la capacidad de argumentar y defender la respuesta construida por la comunidad.

Esta construcción dialéctica permite gestos dialécticos interrelacionados que son:

- La actitud de problematización: consiste en reconocer la pregunta generatriz como punto de partida en el estudio.
- La actitud herbartiana: es la disposición a aceptar preguntas, requiere de disciplina, interés y autonomía.
- La actitud procognitiva: se requiere para mirar al futuro, es decir, avanzar y profundizar en la búsqueda de la respuesta a la pregunta generatriz.
- La actitud exotérica: es aceptar que el conocimiento se conquista, permite estudiar un problema o pregunta que requiere conocimientos que no se poseen.
- La actitud de enciclopedista ordinario se refiere a alguien que sabe “poco” de muchos asuntos, pero que está dispuesto a aprender y a buscar.

Puesta en escena

Continuando con los planteamientos expuestos, el REI monodisciplinar se desarrolla en clases de Matemáticas en la Escuela Secundaria en Argentina con estudiantes que tienen edades entre los 14 y 17 años que cursaron cuarto y quinto año. El estudio inició en cuarto y continúa en quinto con el mismo grupo de estudiantes. En este curso se estudian todas las funciones algebraicas que son generadas a partir de operaciones de curvas ya conocidas, la pregunta generatriz Q es: ¿Cómo operar con cualquier curva si solo se conoce su representación gráfica y la unidad de los ejes?

Con respecto al REI bidisciplinar, se trabajó en un curso de matemáticas de último nivel de secundaria, denominado así porque articula el estudio de la matemática y la microeconomía, y tiene como

objeto de estudio las funciones de oferta y demanda. Aquí las preguntas generatrices son: ¿Cómo hallar el punto de equilibrio?, y ¿cómo y cuánto varía el punto de equilibrio? Al final del estudio surgen interrogantes relacionados con el actuar del maestro y los estudiantes, entre ellas: ¿Cómo gestionar el impacto social que se percibe en los estudiantes con relación a la incertidumbre que generan las nuevas responsabilidades en un REI? ¿Cómo desarrollar la autonomía de los estudiantes? ¿Qué preparación requieren los profesores para desarrollar una enseñanza por REI?

Los anteriores REI se realizaron en una sola institución, pero surge el siguiente cuestionamiento: ¿Qué sucedería si estos se pusieran en contextos escolares diferentes? Así, se propone la pregunta generatriz: ¿Cuál es el mejor plan de ahorro para generar la mayor cantidad de ingresos con bajo riesgo? Este cuestionamiento contribuye al estudio de funciones, números y propiedades, sucesiones y series, y posibilita un análisis en tres praxeologías de matemática financiera.

Se pone en marcha esta pregunta generatriz en tres instituciones diferentes, una de ellas fue una escuela secundaria pública de gestión privada con participación de 58 estudiantes de quinto año de secundaria; la segunda fue una escuela privada con 25 estudiantes de quinto año, allí los estudiantes tenían acceso a tabletas, y la tercera institución era una escuela pública para adultos con la participación de 18 alumnos entre los 16 y 60 años con diferentes oficios.

Como conclusión, en la primera escuela algunos alumnos lograron actitudes de problematización, esquemas herbartianos, procesos procognitivos y exotéricos, debido a que la escuela llevaba dos años con experiencia en la *pedagogía de investigación y cuestionamiento del mundo* (PICM), logrando trabajar el REI a partir de la pregunta generatriz, evidenciando cómo estos estudiantes desarrollan de manera crítica esta pregunta, lo que lleva a que se interesen en la matemática que contribuye a la resolución de la pregunta y la interioricen en un contexto real.

Para la segunda escuela, los estudiantes muestran su inconformidad en la propuesta de trabajo del maestro. Él propone una nueva pregunta que está orientada a capitalizar un dinero hasta obtener un millón de pesos argentinos, lo que lleva a que se generen otras preguntas, como: ¿Qué es *poner dinero a interés* y qué es un *plazo fijo*? Los estudiantes recurren a internet para encontrar la respuesta, asociando la *capitalización simple* a una función lineal y la *capitalización compuesta* a una función cuadrática.

El maestro solicita que los estudiantes argumenten su respuesta y ellos lo hacen desde la geometría encontrada en internet que no entendían y solo transcribieron. Este procedimiento se conoce como una actitud retrocognitiva, así que el maestro tuvo que intervenir para que los estudiantes descubrieran que la gráfica de la capitalización compuesta no era una función cuadrática. Esto permitió a los estudiantes indagar nuevamente en internet lo encontrando, que corresponde a una función exponencial; de esta manera el REI en esta institución no tuvo los resultados esperados y el acceso a internet no presentó mayor incidencia.

En la tercera escuela, el maestro sugiere un cambio en la pregunta generatriz: ¿Cuál es el mejor plan de ahorro para generar un millón de pesos con bajo riesgo? Además, se solicita a los estudiantes que propongan otras preguntas entre las cuales surgieron: ¿A mayor cantidad de dinero, el interés es más alto? ¿Los intereses son variables? ¿Cuánto tiempo depositarlo, 30, 60, 90 días? ¿Qué es un interés? Estas preguntas son cerradas y de poca profundidad. Otros grupos plantearon problemas de contexto que eran solucionados con una regla de tres simple. La poca profundidad en las preguntas de matemáticas hace que el maestro solicite a los estudiantes si conocen cómo aumenta un capital puesto a interés.

Así permite que los estudiantes estudien la capitalización simple y compuesta. Nuevamente vinculan la capitalización simple como una función lineal y la compuesta como una función exponencial, esta última se estudia a partir de un texto dado por el maestro. En esta escuela se encontró que los estudiantes no muestran una motivación genuina para

aprender, ya que asisten a la escuela para obtener un título, pero no porque vean que lo que aprenden en la escuela sea útil para la vida, así, el REI en esta institución se hizo inviable.

Para las investigadoras, analizar estas tres instituciones donde se presentan contextos escolares, pedagogías diferentes y actitudes de los estudiantes les permitió evaluar los REI. Encontraron que en la escuela donde ya se había trabajado un modelo a partir del REI, fue más fácil para los estudiantes implementar actitudes diferentes con respecto a las preguntas generatrices, alcanzando un mejor desarrollo del curso. A diferencia de las instituciones que tienen una pedagogía tradicional, ya que para este grupo de estudiantes no es fácil cambiar las dinámicas de clase. Ahora bien, el hecho de que los estudiantes tengan acceso a internet no implica que ellos mejoren su análisis de información, en lugar de esto persisten en mantener la posición de que el maestro dirija la enseñanza en el aula.

El REI codisciplinar es una estrategia que se implementó en la Facultad de Ingeniería en el curso de cálculo vectorial. En este espacio de formación se requiere la modelización de fenómenos físicos en el campo de la termodinámica, la mecánica de los fluidos, la hidrodinámica, electricidad y magnetismo, todos ellos se articulan para dar respuesta a necesidades o respuestas de la sociedad de manera que la matemática y la física se complementan.

Aquí la pregunta generatriz Q es: ¿Cómo construir edificaciones sustentables? Se implementa esta modalidad durante el segundo semestre del año 2012 con una participación de 48 estudiantes de Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Nacional de la Plata, se destaca que este tipo de implementación es pionera a nivel universitario, permitiendo a los estudiantes cuestionarse o crear otras preguntas que enriquecen el saber del estudio, así como la organización de la matemática y de la didáctica.

Por último, se implementa un REI en un curso de cálculo, en la Universidad Nacional de la Plata, donde se pone en escena un modelo praxeológico de referencia (MPR), en el cual enseñar y aprender matemáticas se constituye en un eje de investigación.

Las preguntas generatrices son: ¿Cómo estudiar la existencia de límite de funciones?, y ¿para qué estudiar la existencia de límite de funciones? Este modelo permite construir diferentes tareas, como demostrar, calcular, analizar funciones y representar gráficamente funciones. Esto ofrece un estudio completo de los teoremas de cálculo y construye una organización de la matemática a partir de los componentes teóricos y prácticos de las definiciones, teoremas y preposiciones de cálculo.

Esta propuesta facilita una trasposición didáctica, es decir, cómo un saber disciplinar puede ser transformado en un saber escolar; en ese sentido, la escuela se convierte en un escenario de preguntas en lugar de respuestas, donde el maestro abandona su papel de *transmisor* de un conocimiento acabado, definitivo, y asume un rol de *dinamizador* en el aprendizaje. Esto también posibilita que el estudiante cambie su desempeño en el aula; así, se vuelve un agente capaz de profundizar e indagar sobre el conocimiento que se está desarrollando, lo cual facilita la formación de ciudadanos capaces de cuestionarse por el mundo,

críticos, democráticos, donde la pregunta sea más importante que la respuesta.

Con todo lo anterior, desde mi perspectiva, la pedagogía de la investigación y del cuestionamiento del mundo propuesta por Chevallard dentro del TAD, materializada en los *recorridos del estudio de investigación* (REI), necesita de la construcción de un modelo praxeológico de referencia. También los REI codisciplinarios requieren de una generalización de trasposición entre disciplinas y comunidades, pues de esta forma se puede vincular o invitar a los estudiantes a buscar un sentido diferente de las matemáticas en la escuela, sin olvidar que estas nuevas formas de aplicar las disciplinas facilitan la educación de ciudadanos democráticos, críticos desde la capacidad de preguntar, de interrogarse sobre los procesos que han hecho posible llegar a determinada respuesta, de afrontar cualquier pregunta; así, se abre el camino del cuestionamiento desde lo individual para lo colectivo. Para finalizar, la propuesta y conclusiones de esta investigación invitan a seguir reflexionando en el quehacer pedagógico.



GÚIA PARA AUTORES Y DECLARACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola, Ens Aprend Cienc) 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 (física, química, biología, astronomía) y las matemáticas.

La revista busca consolidarse como un escenario de fortalecimiento de la comunidad académica de profesores de ciencias naturales tanto en formación como en ejercicio profesional en los diferentes niveles educativos.

Góndola, Ens Aprend Cienc publica semestralmente durante los meses de enero y julio, abarcando el primer y segundo semestre del año respectivamente.

Alcance geográfico: nacional e internacional

Puede ser referenciada como: *Góndola, Ens Apr Cien*.

Indexación

La revista se encuentra indexada en: ESCI (Emerging Source Citation Index - Web of Science), Actualidad Iberoamericana, Google Scholar, Open Academic Journal Index (OAJI), ERIHPLUS, MIAR, EBSCOhost (fuente académica plus), IRESIE, REDIB, Journal Tocs, DIALNET, Latindex, Capes Qualis, DOAJ y Sherpa Romeo.

Política de acceso abierto

Góndola, Ens Aprend Cienc. es una publicación de acceso abierto, sin cargos económicos para autores

ni lectores. La publicación, consulta o descarga de los contenidos de la revista no genera costo alguno para los autores ni los lectores, toda vez que la Universidad Distrital Francisco José de Caldas asume los gastos relacionados con edición, gestión y publicación. Los pares evaluadores no reciben retribución económica alguna por su valiosa contribución. Se entiende el trabajo de todos los actores mencionados anteriormente como un aporte al fortalecimiento y crecimiento de la comunidad investigadora en el campo de la Enseñanza de las Ciencias.

Desde el 01 de diciembre de 2018 los contenidos de la revista se publican bajo los términos de la [Licencia Creative Commons Atribución – No comercial – Compartir igual \(CC-BY-NC-SA 2.5 CO\)](#), bajo la cual otros podrán distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

Los titulares de los derechos de autor son los autores y la revista *Góndola, Ens Aprend Cienc*. Los titulares conservan todos los derechos sin restricciones, respetando los términos de la licencia en cuanto a la consulta, descarga y distribución del material.

Cuando la obra o alguno de sus elementos se hallen en el dominio público según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia. Así mismo, incentivamos a los autores a depositar sus contribuciones en otros repositorios institucionales y temáticos, con la certeza de que la cultura y el conocimiento es un bien de todos y para todos.



Guía para autores

Condiciones generales

La revista ***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola, Ens Aprend Cienc.)*** publica trabajos en español, portugués e inglés. El proceso de envío de artículos es totalmente online a través de nuestra página web (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Los trabajos deben cumplir los siguientes requisitos:

- La extensión máxima del documento debe ser de 9000 palabras incluidas las referencias.
- Con el fin de garantizar el anonimato del autor en el momento de la revisión por pares, se debe reemplazar en el artículo enviado el nombre del autor por la palabra **autor₁** y/o **autor₂**, etc. Este cambio deberá ser realizado tanto en el encabezado del artículo como dentro del texto, en las auto-citaciones y auto-referencias.
- El documento debe contener título en español, portugués e inglés; este no debe superar las 20 palabras.
- El resumen debe contener los objetivos del estudio, la metodología utilizada, los principales resultados y su correspondiente discusión o conclusiones. Este debe ser redactado en un solo párrafo de máximo 300 palabras, sin citas ni abreviaturas y debe estar traducido en español, portugués e inglés.
- Ha incluido máximo 7 palabras clave en español, portugués e inglés.
- La bibliografía, las tablas y figuras deben ser ajustadas según el documento modelo de la revista (https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#).

Los trabajos no deben tener derechos de autor otorgados a terceros en el momento del envío, y los conceptos y opiniones que se dan en ellos son responsabilidad exclusiva de los autores. Del mismo modo, el (los) autor(es) estarán de acuerdo en que

el trabajo presentado es original, que no ha sido publicado o está siendo considerado para publicación en otro lugar. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc.* puede utilizar el trabajo o parte del mismo para fines de divulgación y difusión de la actividad científica, lo cual no significa que se afecte la propiedad intelectual de los autores.

Por política editorial cada autor podrá postular solamente un artículo por año.

Proceso de evaluación por pares

Los trabajos sometidos para publicación serán analizados previamente por el editor y, si responde al ámbito de aplicación de la revista, serán enviados a revisión por pares (*peer review*), dos evaluadores por artículo, mediante el proceso de revisión ciega para garantizar el anonimato de ambas partes. Los evaluadores analizarán el documento de acuerdo a los criterios establecidos en el formato de evaluación diseñado por el editor y el comité editorial. El artículo será devuelto a el o los autor(es) en caso de que los evaluadores sugieran cambios y/o correcciones. En caso de divergencia en los dictámenes de los evaluadores, el texto será enviado a un tercer evaluador. Finalmente, serán publicados los artículos que obtengan el concepto de aprobado o aprobado con modificaciones por dos de los pares evaluadores. En caso de que los autores deban hacer modificaciones tendrán hasta 30 días calendario para devolver la versión final, la cual será revisada por el editor.

La publicación del trabajo implica ceder los derechos de autor de manera no exclusiva a *Góndola, Enseñ Aprend Cienc.* La reproducción parcial o total de artículos y materiales publicados puede realizarse de acuerdo a la licencia del material. Los contenidos desarrollados en los textos son de responsabilidad de los autores, es decir que no coinciden necesariamente con el punto de vista del editor o del comité editorial de la revista. A criterio del comité editorial,

se podrán aceptar artículos de crítica, defensas y/o comentarios sobre artículos publicados en la revista. Es responsabilidad del autor indicar si la investigación es financiada, si fue aprobada por el comité de ética del área y si tiene conflictos de intereses, en los casos en que sea necesario. La revisión por el editor puede tomar de dos a tres semanas y la revisión por pares académicos puede tomar de seis a 12 semanas.

Declaración de ética

La revista manifiesta su compromiso por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados. Por lo anterior, el plagio está estrictamente prohibido. Los textos que se identifiquen como plagio o su contenido sea fraudulento serán eliminados de la revista si ya se hubieran publicado o no se publicarán. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad posible. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por la revista, los autores garantizarán que el artículo y los materiales asociados a él son originales y no infringen los derechos de autor. Los autores también deben probar, en caso de una autoría compartida, que hubo consenso pleno de todos los autores del texto y, a la vez, que este no está siendo presentado a otras revistas ni ha sido publicado con anterioridad en otro medio de difusión físico o digital. Así mismo la revista está comprometida con garantizar una justa y objetiva revisión de los manuscritos para lo cual utiliza el sistema de evaluación ciega de pares (*peer review*).

Declaración de buenas prácticas editoriales

Este documento ha sido adaptado del documento para procedimientos y estándares éticos elaborado por *Cambridge University Press*, siguiendo las directrices para un buen comportamiento ético en publicaciones científicas seriadas del *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* y *World Association of Medical Editors (WAME)*.

Responsabilidades de los editores

Actuar de manera balanceada, objetiva y justa sin ningún tipo de discriminación sexual, religiosa, política, de origen o ética con los autores, haciendo uso apropiado de las directrices emitidas en la Constitución Política de Colombia respecto a la ética editorial.

Considerar, editar y publicar las contribuciones académicas únicamente por sus méritos académicos sin tomar en cuenta ningún tipo de influencia comercial o conflicto de interés.

Acoger y seguir los procedimientos adecuados para resolver posibles quejas o malentendidos de carácter ético o de conflicto de interés. El editor y el comité editorial actúan en concordancia con los reglamentos, políticas y procedimientos establecidos por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y, particularmente, por el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la política editorial de la Universidad.

Otorgar a los autores la oportunidad de responder ante posibles conflictos de interés, en cuyo caso cualquier tipo de queja debe ser sustentada con documentación y soportes que comprueben la conducta a ser estudiada.

Responsabilidades de los revisores

Contribuir de manera objetiva al proceso de evaluación de los manuscritos sometidos a consideración en la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, colaborando en forma oportuna con la mejora en la calidad científica de estos productos originales.

Mantener la confidencialidad de los datos suministrados por el editor, el comité editorial o los autores, haciendo un uso correcto de dicha información por los medios que le sean provistos. No obstante, es su decisión conservar o copiar el manuscrito durante el proceso de evaluación.

Informar al editor y al comité editorial, de manera oportuna, cuando el contenido de una contribución académica presente elementos de plagio o se asemeje sustancialmente a otros productos de investigación publicados o en proceso de publicación.

Informar cualquier posible conflicto de intereses con el autor de una contribución académica, por ejemplo, por relaciones financieras, institucionales, de colaboración o de otro tipo. En tal caso, y si es necesario, retirar sus servicios en la evaluación del manuscrito.

Responsabilidades de los autores

Mantener soportes y registros precisos de los datos y análisis de datos relacionados con el manuscrito presentado a consideración de la revista. Cuando el editor o el comité editorial de la revista, por motivos razonables, requieran esta información, los autores deberán suministrar o facilitar el acceso a esta. En el momento de ser requeridos, los datos originales entrarán en una cadena de custodia que asegure la confidencialidad y protección de la información por parte de la revista.

Confirmar mediante una carta de originalidad (formato preestablecido por la revista) que la contribución académica sometida a evaluación no está siendo considerada o ha sido sometida y/o aceptada en otra publicación. Cuando parte del contenido de esta contribución ha sido publicado o presentado en otro medio de difusión, los autores deberán reconocer y citar las respectivas fuentes y créditos académicos. Además, deberán presentar copia al editor y al comité editorial de cualquier publicación que pueda tener contenido superpuesto o estrechamente relacionado con la contribución sometida a consideración. Adicionalmente, el autor debe reconocer los respectivos créditos del material reproducido de otras fuentes. Aquellos elementos como tablas, figuras o patentes que requieren un permiso especial para ser reproducidas, deberán estar acompañados por una carta de aceptación

de reproducción firmada por los poseedores de los derechos de autor del elemento utilizado.

En aquellas investigaciones donde se experimente con animales se deben mantener y asegurar las prácticas adecuadas establecidas en las normas que regulan estas actividades.

Declarar cualquier posible conflicto de interés que pueda ejercer una influencia indebida en cualquier momento del proceso de publicación.

Revisar cuidadosamente las artes finales de la contribución, previamente a la publicación en la revista, informando sobre los errores que se puedan presentar y deban ser corregidos. En caso de encontrar errores significativos, una vez publicada la contribución académica, los autores deberán notificar oportunamente al editor y al comité editorial, cooperando posteriormente con la revista en la publicación de una fe de erratas, apéndice, aviso, corrección o, en los casos donde se considere necesario, retirar el manuscrito del número publicado.

Responsabilidad de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en cuyo nombre se publica la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, y siguiendo lo estipulado en el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la Política editorial de la Universidad, se asegurará que las normas éticas y las buenas prácticas se cumplan a cabalidad.

Procedimientos para tratar un comportamiento no ético

Identificación de los comportamientos no éticos

La información acerca de un comportamiento no ético debe suministrarse, en primera instancia, al editor de la revista *Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de*

las Ciencias., o, en su defecto, al comité editorial y, como último recurso, al comité de publicaciones de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital. En caso de que los dos primeros actores no den respuesta oportuna, deberá informarse a las instituciones involucradas y entes competentes.

El comportamiento no ético incluye lo estipulado en la declaración de buenas prácticas y normas éticas de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, la reglamentación de la Facultad de Ciencias y Educación, las normas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en esta materia y lo establecido en la Constitución Política de Colombia respectivamente.

La notificación sobre un comportamiento no ético debe hacerse por escrito y estar acompañada con pruebas tangibles, fiables y suficientes para iniciar un proceso de investigación. Todas las denuncias deberán ser consideradas y tratadas de la misma manera, hasta que se adopte una decisión o conclusión.

Proceso de indagación e investigación

La primera decisión debe ser tomada por el editor, quien debe consultar o buscar el asesoramiento del comité editorial y el comité de publicaciones, según sea el caso. Las evidencias de la investigación serán mantenidas en confidencialidad.

Un comportamiento no ético que el Editor considere menor puede ser tratado entre él y los autores sin necesidad de consultas adicionales. En todo caso, los autores deben tener oportunidad de responder a las denuncias realizadas por comportamiento no ético.

Un comportamiento no ético de carácter grave se debe notificar a las entidades de filiación institucional de los autores o a aquellas que respaldan la investigación. El editor, en acuerdo con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, debe tomar la decisión de si debe o no involucrar a los patrocinadores, ya sea mediante el examen de la

evidencia disponible o mediante nuevas consultas con un número limitado de expertos.

Resultados (en orden creciente de gravedad, podrán aplicarse por separado o en combinación)

Informar a los autores o revisores donde parece haber un malentendido o mala práctica de las normas éticas.

Enviar una comunicación oficial dirigida a los autores o revisores que indique la falta de conducta ética y sirva como precedente para promover buenas prácticas en el futuro.

Hacer una notificación pública formal en la que se detalle la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Hacer una página de editorial que denuncie de manera detallada la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Enviar una carta formal dirigida a las entidades de filiación institucional de los autores, es decir, a aquellas que respaldan o financian el proceso de investigación.

Realizar correcciones, modificaciones o, de ser necesario, retirar el artículo de la publicación de la revista, clausurando los servicios de indexación y el número de lectores de la publicación e informando a la institución de filiación de los autores y a los revisores esta decisión.

Realizar un embargo oficial de cinco años al autor, período en el cual no podrá volver a publicar en la revista.

Denunciar el caso y el resultado de la investigación ante las autoridades competentes, especialmente, en caso de que el buen nombre de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se vea comprometido.

AUTHORS' GUIDE AND STATEMENT OF GOOD PRACTICE

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola, Ens Aprend Cienc) publishes original articles resulting from: research results, documented reflection and chronicle of experiences. This material must be related to educational and research fields in the teaching and learning of the natural sciences (physics, chemistry, biology, astronomy) and mathematics.

This journal seeks to consolidate itself as a scenario of strengthening the academic community of natural science teachers both in training and in professional practice at different educational levels.

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola, Ens Aprend Cienc), is published every semester during the months of January and July, covering the first and second semester of the year respectively.

Geographical scope: national and international

It can be referenced as *Gondola, Ens Apr Cien*.

Index

The magazine is indexed in: ESCI (Emerging Source Citation Index - Web of Science), Actualidad Iberoamericana, Google Scholar, Open Academic Journal Index (OAJI), ERIHPLUS, MIAR, EBSCOhost (academic source plus), IRESIE, REDIB, Journal Tocs, DIALNET, Latindex, Capes Qualis, DOAJ and Sherpa Romeo.

Open Access Policy

Gondola, Ens Aprend Cienc. is an open-access publication, free of charge for authors and readers.

The publication, consultation or download of the contents of the magazine does not generate any cost for the authors or the readers, since the Francisco José de Caldas District University assumes the expenses related to edition, management and publication. The peer evaluators do not receive any economic retribution for their valuable contribution. The work of all the actors mentioned above is understood as a contribution to the strengthening and growth of the research community in the field of Science Education.

As of December 1, 2018 the contents of the journal are published under the terms of the [Creative Commons Attribution - Noncommercial - Share Equal \(CC-BY-NC-SA 2.5 CO\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5-co/), under which others may distribute, remix, retouch, and create from the work in a non-commercial way, give credit and license their new creations under the same conditions.

The copyright holders are the authors and the journal *Gondola, Ens Aprend Cienc*. The holders retain all rights without restrictions, respecting the terms of the license in terms of consultation, downloading and distribution of the material.

When the work or any of its elements is in the public domain according to the applicable law in force, this situation will not be affected by the license.

Likewise, we encourage authors to deposit their contributions in other institutional and thematic repositories, with the certainty that culture and knowledge is a good of all and for all.



Guide for Authors

General terms and conditions

The journal *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* (*Góndola, Ens. Aprend. Cienc.*) publishes works in Spanish, Portuguese and English. The process of submitting articles is entirely online through our website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Papers must meet the following requirements:

- The maximum length of the document must be 9000 words including references.
- In order to guarantee the anonymity of the author at the time of the peer review, the name of the author should be replaced in the submitted article by the word author1 and/or author2, etc. This change should be made both in the headline of the article and within the text, in the auto-citations and auto-references.
- The document should contain a title in Spanish, Portuguese and English; it should not exceed 20 words.
- The abstract should contain the objectives of the study, the methodology used, the main results and the corresponding discussion or conclusions. It should be written in a single paragraph of maximum 300 words, without quotations or abbreviations and should be translated into Spanish, Portuguese and English.
- It has included a maximum of 7 keywords in Spanish, Portuguese and English.
- The bibliography, tables and figures should be adjusted according to the model document of the journal (https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#).

Papers must have not copyright granted to third parties at the time of sending, and the concepts and opinions given in them are the sole responsibility of authors. Similarly, author (s) agrees that the work submitted is original, which has not been

published or is being considered for publication elsewhere. *Góndola, Ens. Apr. Cien.* can use the paper or part thereof for purposes of disclosure and dissemination of scientific activity, that's no mean that intellectual property of the authors is affected.

Due to editorial policy, each author can postulate just one article per year.

Peer Review Process

Papers submitted for publication will be reviewed in advance by the editor, if it respond to the journal's scope, will be sent for review by Editorial Board, with a minimum of two referees by blind review system of academic peers (peer review), who analyse it according to defined criteria. The item will be returned to authors, if evaluators suggest changes and /or corrections. In case of divergence of views, the text will be sent to a third reviewer for arbitration. Finally, papers with concept of approved or approved with modifications by two of the evaluating peers will be published. In case authors must make modifications, they will have up to 30 calendar days to return the final version, which will be reviewed by the publisher.

Paper publication involves give non-exclusively copyright to *Góndola, Ens. Apr. Cien.* Total or partial reproduction of articles and published materials can be made according to the material license. Content developed in papers is authors responsibility, it means that not necessarily coincide with the Editor or Editorial Board point of view. It is discretion to the Editorial Board accept items of critical defence and/or comments on papers published in this journal. It is authors' responsibility; indicate whether research is funded, if ethics committee of the field approved it and, if it has interest conflicts, where necessary. The Review by Editor can take two to three weeks, and academic peer review can take from 6 to 12 weeks.

Ethics statement

The journal ***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*** is committed to the academic and practitioner communities in ensuring the ethics and integrity in the publication and quality of articles appearing in this journal, in fact, any form of plagiarism is strictly prohibited. Papers identified as plagiarism or with fraudulent content will be removed or not published. By accepting the terms and agreements expressed by the journal, authors will guarantee that article and materials linked to it, are original and do not infringe copyright. Authors must provide a letter, expressing consensus for this publication in case of a shared authorship and, at the same time, confirming that the article is not being presented to other journals or has been previously published in other physical or digital medium. Also, the journal is committed to ensuring a fair and objective review of manuscripts; reason for which it uses the system of peer review.

Declaration of best publishing practices

This document has been adapted from the document for ethical procedures and standards developed by Cambridge University Press, following the guidelines for good ethical behavior in scientific publications of the *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* and *World Association of Medical Editors (WAME)*

Publisher Responsibilities

Acting in a balanced, objective and fair manner without any sexual, religious, political, origin or ethical discrimination with authors, adopting regulations issued in The Political Constitution of Colombia regarding editorial ethics.

Considering, editing and publishing academic contributions only on the basis of academic merits without regard to any commercial influence or conflict of interest.

The editor and editorial committee act in accordance with regulations, policies, and procedures established by Universidad Distrital Francisco José de Caldas and in particular by the Agreement 023 of June 19, 2012, of the Academic Council, which regulates editorial policy to this University. In consequence, editor accepts and follows proper procedures to resolve potential complaints or ethical misunderstandings or conflict of interest.

Reviewer responsibilities

To contribute objectively to the evaluation process of manuscripts submitted to the journal *Góndola, Teaching and Learning Sciences*, collaborating opportunely with the improvement in the scientific quality of these original products.

Maintaining confidentiality of data provided by the publisher, editorial committee or authors, making correct use of such information by the means provided. However, it is reviewer decision to keep or copy the manuscript in the evaluation process.

Inform the publisher and the editorial committee, in a timely manner, when the content of an academic contribution include elements of plagiarism or resemble substantially other research products published or in the process of being published.

Report any potential conflict of interest with the author of an academic contribution, for example, by financial, institutional, collaborative, or other relationships. In such a case, and if necessary, withdraw their services in the evaluation of the manuscript.

Author responsibilities

Maintain accurate records and supports of data and analysis data related to the manuscript submitted. When the editor or editorial committee, for reasonable reasons, require this information, authors

must provide or facilitate access to it. At the time of being required, original data will enter a chain of custody that ensures confidentiality and protection of this information by the journal.

Confirm by a letter of originality (format pre-established by the journal) that academic contribution submitted for evaluation is not being considered or has been submitted and/or accepted for another publication. When part of the content of this contribution has been published or presented in another medium, authors must recognize and cite the respective academic sources and credits. In addition, they must submit a copy to the editor and to the editorial committee of any publication that may have content superimposed or closely related to the contribution submitted for consideration. Also, the author must recognize the respective credits of material reproduced from other sources. Items such as tables, figures or patents, which require special permission to be reproduced, must be accompanied by a letter of acceptance of reproduction signed by the holders of the respective copyright.

In research involving animals, authors must to maintain and ensure good regulatory practices and appropriate research processes.

Declare any potential conflict of interest that may exert undue influence at any point in the publication process.

Carefully review final arts of the contribution, prior to publication in the journal, reporting on any mistakes that may occur and must be corrected. In case of finding significant errors, once the academic contribution has been published, authors should notify the publisher and the editorial committee opportunely, cooperating subsequently with the journal in the publication of a statement of errata, appendix, notice, correction or, in the cases where it is considered necessary, remove the manuscript from the published number.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas' responsibility

The Universidad Distrital Francisco José de Caldas, in whose name is published the journal *Góndola, Ens Aprend Cien*, and according to the stipulation in Agreement 023 of June 19, 2012, of Academic Council, by means of which it regulates the editorial policy of the University, will ensure that ethical standards and good practices are fully complied with.

Procedures for dealing with unethical behavior

Unethical behavior identification

Information on unethical behavior should be provided in the first instance to the editor of *Góndola, Enseñ Aprend Cienc* journal, or failing that, to the editorial committee and, as a last resort, to the publications committee of Sciences and Education Faculty of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas. In the case of these actors do not give a timely response, external involved institutions and competent entities should be informed.

Unethical behavior includes what is stipulated in the declaration of the *Góndola, Enseñ Aprend Cienc* journal about good practices and ethical standards, regulations of Science and Education Faculty, rules of District University Francisco José de Caldas in this subject and, regulations established in the Political Constitution of Colombia.

Notification of unethical behavior must be in writing and be accompanied by tangible, reliable and enough evidence to initiate a research process. All complaints will be considered and treated in the same manner until a decision or conclusion is made.

Investigation and preliminary inquiry process

Editor, who should consult or seek the advice of editorial committee and the publications committee, as the case may be, must take the first decision.

Evidence of the investigation will be kept confidential.

Unethical behavior that Editor deems to be minor can be treated between himself and the authors without the need for additional inquiries. In any case, authors should have the opportunity to respond to complaints made for unethical behavior.

Unethical behavior of a serious nature should be notified to the entities of institutional affiliation of the authors or to those who support the investigation. The publisher, in agreement of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas, must make a decision as to whether or not to involve the sponsors, either by reviewing available evidence or by re-consulting with a limited number of experts.

Outcomes

(In increasing order of severity; may be applied separately or in conjunction).

Informing or educating the author or reviewer where there appears to be a misunderstanding or misapplication of acceptable standards.

A more strongly worded letter to the author or reviewer covering the misconduct and as a warning to future behavior.

Publication of a formal notice detailing the misconduct.

Publication of an editorial detailing the misconduct.

A formal letter to the head of the author's or reviewer's department or funding agency.

Formal retraction or withdrawal of a publication from the journal, in conjunction with informing the head of the author or reviewer's department, Abstracting & Indexing services and the readership of the publication.

Imposition of a formal embargo on contributions from an individual for a defined period.

Reporting the case and outcome to a professional organization or higher authority for further investigation and action.

GUIA DO AUTOR E DECLARAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola, Ens Aprend Cienc) publica artigos originais resultantes de: resultados de pesquisa, reflexão documentada e crônica de experiências. Este material deve estar relacionado com campos educacionais e de pesquisa no ensino e aprendizagem das ciências naturais (física, química, biologia, astronomia, astronomia) e matemática.

A revista busca consolidar-se como um cenário de fortalecimento da comunidade acadêmica de professores de ciências naturais, tanto na formação quanto na prática profissional em diferentes níveis de ensino.

Gondola, Ens Aprend Aprend Cienc publica semestralmente durante os meses de janeiro e julho, abrangendo o primeiro e segundo semestre do ano, respectivamente.

Âmbito geográfico: nacional e internacional

Pode ser referenciado como: Gondola, Ens Apr Cien.

Indexação

O periódico tem visibilidade em bases de dados como: ESCI (Emerging Source Citation Index - Web of Science), Actualidad Iberoamericana, Google Scholar, Open Academic Journal Index (OAJI), ERIHPLUS, MIAR, EBSCOhost (fuente académica plus), IRESIE, REDIB, Journal Tocs, DIALNET, Latindex, Capes Qualis, DOAJ y Sherpa Romeo.

Política de Acesso Livre

Góndola, Ens Aprend Cienc. é uma publicação de acesso aberto, sem encargos econômicos para autores ou leitores. A publicação, consulta ou download do conteúdo da revista não gera

nenhum custo para autores ou leitores, uma vez que a Universidade do Distrito Francisco José de Caldas assume os custos relacionados à edição, gerenciamento e publicação. Os pares avaliadores não recebem nenhuma compensação econômica por sua valiosa contribuição. O trabalho de todos os autores mencionados acima é entendido como uma contribuição para o fortalecimento e crescimento da comunidade de pesquisa no campo do Ensino de Ciências.

A partir de 1º de dezembro de 2018 o conteúdo da revista são publicados sob os termos da [Licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Compartilhamento pela mesma \(CC-BY-NC-SA 2.5 CO\)](#), sob a qual outros podem distribuir, remix, tweak , e criar a partir do trabalho de forma não comercial, desde que eles dêem crédito e licenciam suas novas criações sob as mesmas condições.

Os detentores dos direitos autorais são os autores e a revista *Góndola, Ens Aprend Cienc.* Os proprietários mantêm todos os direitos sem restrições, respeitando os termos da licença relativa à consulta, download e distribuição do material.

Quando o trabalho ou qualquer um dos seus elementos estiver no domínio público de acordo com a lei aplicável, esta situação não será afetada pela licença.

Da mesma forma, incentivamos os autores a depositar suas contribuições em outros repositórios institucionais e temáticos, com a certeza de que cultura e conhecimento são bons para todos e para todos.



Guia para Autores

Termos e condições gerais

A revista *Góndola*, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (*Góndola*, *Ens. Apr. Cien.*) publica trabalhos em espanhol, português e inglês. O processo de submissão de artigos é totalmente online através do nosso website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Os papéis devem cumprir os seguintes requisitos:

- Comprimento máximo do documento deve ser de 9000 palavras incluindo referências.
- Para garantir o anonimato do autor no momento da revisão por pares, o nome do autor deve ser substituído no artigo submetido pela palavra autor1e/ou autor2, etc. Esta alteração deve ser feita tanto no título do artigo como no texto, nas autocitações e auto-referências.
- Documento deve conter um título em espanhol, português e inglês; não deve exceder 20 palavras.
- resumo deve conter os objetivos do estudo, a metodologia utilizada, os principais resultados e a discussão ou conclusões correspondentes. Deve ser escrito em um único parágrafo de no máximo 300 palavras, sem citações ou abreviaturas e deve ser traduzido para espanhol, português e inglês.
- Incluiu no máximo 7 palavras-chave em espanhol, português e inglês.
- A bibliografia, tabelas e figuras devem ser ajustadas de acordo com o modelo de documento da revista (<https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2I3HDhHF2NTrI3V3t511hg/edit#>).

Os trabalhos apresentados para publicação não devem ter “Direitos de Autor” outorgados a terceiros na data de envio do artigo, e os conceitos e opiniões que contem são de exclusiva responsabilidade dos autores. Também, o autor aceita que o trabalho enviado é do tipo

original, que não tem sido publicado nem está sendo considerado para publicação em outro periódico. *Góndola*, *Ens. Apr. Cien.*, pode utilizar o artigo, ou parte dele, com fins de divulgação e difusão da atividade científica e tecnológica, sem que isto signifique que se afete a propriedade intelectual dos autores.

Por política editorial, cada autor só pode candidatar-se a um artigo por ano.

Processo de Avaliação por pares

Os trabalhos submetidos para publicação serão analisados previamente pelo editor e, se responder ao âmbito do periódico, serão enviados para ser revisados pelo Conselho Editorial, com um mínimo de dois avaliadores por meio do sistema de revisão cega de pares acadêmicos (*peer review*), quem analisará em acordo com os critérios definidos. O artigo será devolvido para o autor, ou autores, em caso de que os avaliadores sugiram mudanças e/ou correções. Em caso de divergência de opiniões, o texto será enviado a um terceiro avaliador, para arbitragem.

A publicação do trabalho implica ceder dos direitos de autor não-exclusiva a *Góndola*, *Ens. Apr. Cien.*. A reprodução total ou parcial de artigos e matérias publicadas podem ser feitas de acordo com a licença sob a qual o material é publicado. Os conteúdos desenvolvidos nos textos são de responsabilidade dos autores, significa, que não coincidem necessariamente com o ponto de vista do Editor, ou do Conselho Editorial do periódico. A critério do Conselho Editorial, poderão ser aceites artigos de crítica, defesa e/ou comentários sobre artigos publicados no periódico. É de responsabilidade do autor indicar se a pesquisa é financiada, se foi aprovada pelo comitê de Ética da área e se tem conflitos de interesse, nos casos em que seja necessário. A revisão pelo editor pode levar de duas a três semanas, e a revisão pelos pares acadêmicos pode levar de seis a 12 semanas.

Declaração de ética

O periódico *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* tem compromisso com altos níveis de ética, para o qual põe em prática todas as ações possíveis a fim de evitar o fraude e o plágio. Todos os autores devem submeter manuscritos originais, inéditos e de sua autoria declarando tais características no momento de submeter seus trabalhos para consideração do comitê editorial. Do mesmo jeito, o periódico se compromete com garantir uma revisão justa e objetiva dos manuscritos para o qual utiliza o sistema de avaliação cega de pares (*peer review*).

Declaração de boas práticas editoriais e normas técnicas

Este documento tem sido adaptado do documento para procedimentos e standares éticos elaborado por Cambridge University Press, seguindo as diretrizes para o bom comportamento ético em publicações científicas seriadas do *Committee on Publication Ethics* (COPE), *International Committe of Medical Journal Editors* (ICJME) e *World Association of Medical Editors* (WAME).

Responsabilidade dos editores

Atuar de maneira equilibrada, objetiva e justa sem algum tipo de preconceito ou discriminação sexual, religiosa, politica, de origem, ou ética dos autores, fazendo um correto uso das diretrizes mencionadas na legislação colombiana neste aspecto.

Considerar, editar e publicar as contribuições acadêmicas somente por méritos acadêmicos sem levar em conta algum tipo de influencia comercial ou conflito de interesses.

Acolher e seguir os procedimentos apropriados para resolver possíveis queixas ou dificuldades de caráter ético ou de conflito de interesses. O editor e o comitê editorial atuarão em acordo com as regulamentações, politicas e procedimentos

estabelecidos pela Universidade Distrital Francisco José de Caldas e particularmente sob o acordo 023 de 19 de junho de 2012 do Conselho Acadêmico, mediante o qual se regulamenta a politica editorial da Universidade e a normatividade vigente neste tema em Colômbia. Em qualquer caso se oferecerá aos autores a oportunidade de responder frente a possíveis conflitos de interesse. Qualquer tipo de reclamação deve ser suportada com a documentação que comprove a conduta inadequada.

Responsabilidades dos avaliadores

Contribuir de maneira objetiva no processo de avaliação dos manuscritos submetidos a consideração do periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" contribuindo, em forma oportuna, com a melhora da qualidade científica deste produtos originais de pesquisa.

Manter a confidencialidade dos dados ministrados pelo editor, o comitê editorial e os autores, fazendo uso correto de tal informação pelos médios que lhe sejam outorgados. Não obstante, é sua decisão conservar ou copiar o manuscrito no processo de avaliação.

Informar ao editor e ao comitê editorial, de maneira oportuna, quando o conteúdo de uma contribuição acadêmica presente elementos de plágio ou seja semelhante substancialmente a outros resultados de pesquisa publicados ou em processo de publicação.

Informar qualquer possível conflito de interesses com uma contribuição acadêmica por causa de relações financeiras, institucionais, de colaboração ou de outro tipo entre o revisor e os autores. Para tal caso, e se for necessário, retirar seus serviços na avaliação do manuscrito.

Responsabilidades dos autores

Manter suportes e registros dos dados e análises de dados relacionados com o manuscrito submetido

a consideração do periódico. Quando o editor e o comitê editorial do periódico precisarem desta informação (por motivos razoáveis) os autores deverão ministrar ou facilitar o acesso a tal informação. No momento de ser requeridos, os dados originais ficarão em uma cadeia de custódia que garanta a confidencialidade e proteção da informação por parte do periódico.

Confirmar mediante carta de originalidade (formato previamente estabelecido pelo periódico) que a contribuição acadêmica submetida a avaliação não esta sendo considerada ou não tem sido submetida e/ou aceita em outra publicação. Quando parte do conteúdo desta contribuição tem sido publicado ou apresentado em outro meio de difusão, os autores deverão reconhecer e citar as respectivas fontes e créditos acadêmicos. Além disso, deverão apresentar copia ao editor e ao comitê editorial de qualquer publicação que possa ter conteúdo superposto ou estreitamente relacionado com a contribuição submetida a consideração. Adicionalmente, o autor deve reconhecer os respectivos créditos do material reproduzido de outras fontes. Aqueles elementos como tabelas, figuras e patentes, que precisarem de alguma permissão especial para ser reproduzidos deverão estar acompanhados de uma carta de aceitação de reprodução por parte dos donos dos direitos de autor do produto utilizado.

Em aquelas pesquisas nas quais se experimenta com animais se devem manter e garantir as praticas adequadas estabelecidas na normatividade que regula este tipo de atividade.

Declarar qualquer possível conflito de interesse que possa exercer uma influencia indevida em qualquer momento do processo de publicação.

Revisar cuidadosamente as artes finais da contribuição, previamente a publicação no periódico, informando sobre os erros que se possam apresentar e devam ser corrigidos. Em caso de encontrar erros significativos, uma vez publicada a

contribuição acadêmica, os autores deverão notificar oportunamente ao editor e ao comitê editorial, cooperando posteriormente com o periódico na publicação de uma errata, apêndice, aviso, correção, ou nos casos em que considere necessário retirar o manuscrito do numero publicado.

Responsabilidade da Universidade Distrital Francisco José de Caldas

A Universidade Distrital Francisco José de Caldas, em cujo nome se publica o periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" e seguindo o estipulado no acordo 023 de junho 19 de 2012 do Conselho Acadêmico, pelo qual se regulamente a Política Editorial da Universidade, garante que as normas éticas e as boas praticas se cumpram a cavaldade.

Procedimentos para tratar um comportamento não ético

Identificação dos comportamentos não éticos

O comportamento não ético por parte dos autores do qual se tenha conhecimento ou o periódico seja informado, serão examinados em primeiro lugar pelo Editor e o Comitê Editorial do periódico.

O comportamento não ético pode incluir, mas não necessariamente limitar-se ao estipulado na declaração de boas praticas e normas éticas do periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias", a regulamentação da Faculdade de Ciências e Educação e a Universidade Distrital Francisco José de Caldas neste campo.

A informação sobre um comportamento não ético, deve ser feito por escrito e estar acompanhada com evidencias físicas, confiáveis e suficientes para iniciar um processo de pesquisa. Todas as denuncias deverão ser consideradas e tratadas da mesma maneira, até chegar em uma decisão e conclusão exitosa.

A comunicação de um comportamento não ético deve ser informada em primeiro lugar ao Editor do periódico e posteriormente ao Comitê editorial ou ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação. Em aqueles casos onde os anteriores autores não dessem resposta oportuna, devesse informar-se deste comportamento não ético ao Comitê de publicações da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

A reclamação sobre um comportamento não ético por parte do Editor ou do Comitê Editorial do periódico deverá ser informado ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

Pesquisa

A primeira decisão deve ser tomada pelo Editor, quem deve consultar ou procurar assessoria do Comitê Editorial e do Comitê de Publicações, segundo o caso. As evidências da pesquisa serão mantidas em confidencialidade.

Um comportamento não ético, que o Editor considere menor, pode ser tratado entre ele(a) e os autores sem necessidade de outras consultas. Em qualquer caso, os autores devem ter a oportunidade de responder às denúncias realizadas pelo comportamento não ético.

Um comportamento não ético de caráter grave deve ser notificado às entidades de afiliação institucional dos autores ou que respaldam a pesquisa. O Editor, em acordo com a Universidade Distrital Francisco José de Caldas, deverá tomar a decisão de envolver ou não aos patrocinadores, bem seja por meio do exame da evidência disponível ou por meio de novas consultas com um número limitado de profissionais da área.

Resultados (em ordem crescente de gravidade, poderão ser aplicadas por separado ou em conjunto)

Informar sobre as normas éticas aos autores ou revisores onde parece estar a dificuldade ou a má prática.

Enviar uma comunicação oficial aos autores ou avaliadores que indiquem a falta de conduta ética e fique como precedente para o bom comportamento no futuro.

Fazer a notificação pública formal onde se detalhe a má conduta com base nas evidências do processo de pesquisa.

Fazer uma página de editorial que denuncie de forma detalhada a má conduta com base nas evidências do processo de pesquisa.

Enviar uma carta formal às entidades de afiliação institucional dos autores que por sua vez respaldam ou financiam o processo de pesquisa.

Realizar correções, modificações ou de ser necessário retirar o artigo da publicação do periódico, fechando os serviços de indexação e o número de leitores da publicação, e informando esta decisão à instituição de afiliação dos autores e aos avaliadores.

Realizar um embargo oficial de cinco anos ao autor, período no qual não poderá volver a publicar no periódico.

Denunciar o caso e o resultado da pesquisa ante as autoridades competentes, em caso que o bom nome da Universidade Distrital Francisco José de Caldas esteja comprometido.