



## UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

**Revista Góndola**  
**Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**  
Volumen 15-Número 1  
enero-abril de 2020

Revista cuatrimestral 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

### **Corrección de estilo en inglés**

Enago

### **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

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

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

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

## COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

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

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

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

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

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

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

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

Ph.D. Eugenia Etkina  
*Rutgers University, USA*

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

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

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

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

## COMITÉ EVALUADOR

Ph.D. Aguinaldo Robinson de Souza  
*Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho", Brasil*

MSc. Ana Paula Diniz Arruda  
*Universidade Salgado de Oliveira, Brasil*

Ph.D. Dante Flávio da Costa Reis Júnior  
*Universidade de Brasília, Brasil*

Ph.D. Diana Lineth Parga Lozano  
*Universidad Pedagógica Nacional, Colombia*

Ph.D. Dirceu da Silva  
*Universidade Estadual de Campinas, Brasil*

Ph.D. Fabiane Fabri  
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
campus Ponta Grossa, Brasil*

Ph.D. Jeane Cristina Gomes Rotta  
*Universidade de Brasília, campus Planaltina,  
Brasil*

Ph.D. João Paulo Camargo de Lima  
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
campus Londrina, Brasil*

Ph.D. José Hilton Pereira da Silva  
*Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho", Brasil*

MSc. Liz Ledier Aldana Granados  
*Secretaría de Educación Distrital de Bogotá,  
Colombia*

Ph.D. Lúcia Virginia Mamcasz Viginheski  
*Faculdade Guairacá, Brasil*

Ph.D. Maria de Fátima Camarotti  
*Universidade Federal da Paraíba, Brasil*

Ph.D. Roxana Jara Campos  
*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
Chile*

Ph.D. Sergio Kussuda  
*Universidade de São Paulo, Brasil*

Ph.D. Simone Sendin Moreira Guimarães  
*Universidade Federal de Goiás, Brasil*

Ph.D. Tobias Espinosa de Oliveira  
*Universidade Federal do Rio Grande, Brasil*

Ph.D. Vera de Mattos Machado  
*Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,  
Brasil*

MSc. Wilmar Ramos  
*Universidad Nacional de La Plata, Argentina*



# Contenido

## EDITORIAL

- Investigación basada en pruebas como *antídoto* de modas didácticas en la enseñanza de las ciencias 5  
*Antonio García-Carmona*

## HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a Néstor Camino 8  
*Natalia Cotrino*

## ARTÍCULOS

- A história da ciência em livros didáticos do 5º ano do ensino fundamental no Brasil e em Taiwan 13  
Science history in textbooks for 5th grade education in Brazil and Taiwan  
La historia de la ciencia en libros didácticos de quinto de primaria en Brasil y Taiwán  
*Kellys Regina Rodio Saucedo, Miao Shen Chen, Cleria Maria Wendling, Vilmar Malacarne*

- Interações discursivas mediadas na aula de ciências 28  
Discursive interactions mediated in the classroom  
Interacciones discursivas mediadas en el salón de clases  
*Núbia Rosa Baquini da Silva Martinelli, Luiz Fernando Mackedanz, Jaqueline Ritter*

- El tránsito de Venus hacia el final del siglo XIX y el surgimiento del séptimo arte 46  
The transit of Venus ending the XIX century and the rise of the seventh art  
O trânsito de Vênus no final do século XIX e o surgimento da sétima arte  
*Maria Romênia da Silva, Néstor Camino*

- Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? 65  
A Science-Technology-Society focus in teaching sciences: What technology are we talking about from this perspective in our teaching practice?  
Enfoque ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza de las ciencias: ¿De qué tecnología estamos hablando desde esta perspectiva en nuestra práctica docente?  
*Ruth do Nascimento Firme*

- Relación entre la competencia de pensamiento analógico y la competencia de modelización en torno al cambio químico 83  
Relationship between analogical thinking competence and competence in modeling about chemical change  
Relação entre competência de pensamento analógico e competência de modelagem sobre processos químicos  
*María del Mar Aragón-Méndez, José María Oliva*

- As concepções sobre analogias no discurso de licenciandos em ciências biológicas 101  
The conceptions about analogies in the discourse of teachers training in biological science  
Las concepciones sobre analogías en el discurso de estudiantes de licenciatura en ciencias biológicas  
*Hederson Aparecido de Almeida*



# Contenido

A comunidade autorreflexiva na constituição dos conhecimentos de professor pela investigação-formação-ação The self-reflective community in the consolidation of teacher's knowledge through research-education-action La comunidad autorreflexiva en la conformación de conocimientos del profesor mediante la investigación-formación-acción <i>Paula Vanessa Bervian, María Cristina Pansera-de-Araújo</i>	118
O pluralismo metodológico e o desenvolvimento da argumentação científica no ensino de física Methodological pluralism and the development of scientific argumentation in physics teaching El pluralismo metodológico y el desarrollo de la argumentación científica en la enseñanza de la física <i>Idmaura Calderaro Martins Galvão, Isabel Cristina de Castro Monteiro, Marco Aurélio Alvarenga Monteiro</i>	135
A contextualização de conhecimentos prévios/tradicionais de alunos quilombolas: o que dizem os professores de ciências? Contextualization of the previous/traditional knowledge of quilombolas students: What do science teachers say? La contextualización de conocimientos previos/tradicionales de alumnos quilombolas: ¿Qué dicen los profesores de ciencias? <i>Joaklebio Alves da Silva, Marcelo Alves Ramos</i>	152
<b>RESEÑA</b>	
Book Title: An introduction to qualitative research. Author: Uwe Flick <i>Olga Castiblanco, Diego Vizcaino</i>	171
<b>MEMORIAS</b>	
XXII Semana de la enseñanza de la física	176



## EDITORIAL

### Investigación basada en pruebas como *antídoto* de modas didácticas en la enseñanza de las ciencias

Antonio García-Carmona\*

En 1974, el físico Richard P. Feynman pronunció un discurso en el que acuñó la célebre frase *ciencia del culto a la carga* (FEYNMAN, 1974) para referirse a aquellas teorías que, a pesar de que no funcionan, se promueven y aceptan por gran parte de la sociedad. Esto lo hacía para alertar de los *peligros* de las pseudociencias que imperaban por aquel entonces, incluyendo algunos estudios pedagógicos. Casi tres décadas después, el pedagogo E. Donald Hirsch Jr. (2002) rememoraba el discurso de Feynman para reflexionar sobre aquella investigación educativa que, incluso estando bien planificada y desarrollada, no provee un conocimiento confiable y utilizable para el aula.

Lamentablemente, lo comentado por Hirsch en su reflexión sucede a menudo en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. Basta con tener una mirada algo atenta para percatarse de que, con cierta regularidad, se impulsan planteamientos didácticos sin un respaldo científico de su eficacia. Sobre todo, una eficacia ligada al contexto; porque la educación científica es un campo de investigación social, y propuestas que pueden funcionar en un contexto educativo determinado, no tienen por qué hacerlo en otros con características diferentes.

Ocurre lo que sería impensable en otros ámbitos. ¿Qué diríamos si los servicios de salud promoviesen entre su personal médico la prescripción de medicamentos cuya eficacia no ha sido clínicamente probada? Se podrían citar muchos ejemplos de planteamientos didácticos que irrumpen en la enseñanza de las ciencias, y que no han sido validados previamente con las garantías científicas suficientes. A continuación, comentaremos algunos de ellos de manera breve.

Un primer ejemplo es el enfoque de *ciencia integrada*. Este tuvo un auge importante en los años 1970 (HAGGIS, ADEY, 1979) y, en síntesis, propone una enseñanza de las ciencias basada en la unidad del conocimiento científico; a saber, que prioriza aquellos conceptos y procesos/métodos de investigación comunes –o transversales– a las distintas ciencias y las matemáticas (GUERRA, 1984). Sin embargo, no terminó de funcionar por las enormes dificultades que entrañaba su implementación en el aula (GUERRA, 1984). Posiblemente, el mayor problema fue presuponer que el planteamiento teórico era funcional, aun cuando no se contaba con pruebas que avalaran su eficacia educativa en los contextos donde se implantó. En muchos países, el enfoque de *ciencia integrada* ha derivado en la organización del currículo de ciencias como área; si bien, algunos estudios han cuestionado también que la organización curricular como área sea más apropiada que la estructurada en disciplinas (e.g., TAMASSIA, FRANS, 2014).

El segundo ejemplo se refiere al *aprendizaje de las ciencias por proyectos*. Se trata de uno de los enfoques didácticos con mayor auge en los últimos años, aunque realmente es centenario (SANMARTÍ, MÁRQUEZ, 2017). Si bien es un enfoque con una fundamentación teórica razonable, ha tenido vaivenes continuos en educación, y su eficacia didáctica es cuestionable en relación con determinados aspectos (LACUEVA,

---

\* Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Docente del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla (España). Correo electrónico: garcia-carmona@us.es

1998). Así, mientras que el trabajo por proyectos parece mejorar en el alumnado la motivación, creatividad, autonomía o capacidad para la cooperación, todavía no se dispone de datos suficientes y sólidos sobre su validez en el desarrollo de elementos específicos de la competencia científica (SANMARTÍ, MÁRQUEZ, 2017).

Un tercer ejemplo lo encontramos en el *aprendizaje de las ciencias basado en prácticas científicas*. Este enfoque ha sido promovido esencialmente desde Estados Unidos (LEAD STATES, NGSS, 2013), como alternativa al *aprendizaje de las ciencias por indagación*. El argumento dado es que el enfoque basado en la indagación no ha mostrado ser todo lo eficaz que se esperaba para aprender ciencias; entre otras muchas razones, porque ha sido identificado más como un proceso que como un medio para aprender ciencias (ASAY, ORGILL, 2010). Entonces, el enfoque basado en prácticas científicas se presenta como un modo de aprender *de y sobre* ciencias más apropiado y acorde con el trabajo de las personas dedicadas a la investigación científica. Sin embargo, hasta el momento no conocemos estudios que demuestren que su eficacia educativa es mayor que la del enfoque basado en la indagación. Asimismo, como el nuevo enfoque habla de *prácticas*, parece que muchos educadores en ciencias lo están identificando con los procesos de la ciencia (FURTAK, PENUEL, 2019); una interpretación inadecuada semejante a la que ya se observó con respecto al enfoque basado en la indagación.

El cuarto y último ejemplo es el archipromovido movimiento educativo STEM (*science, technology, engineering and mathematics*). En esencia, plantea la integración sinérgica y contextualizada de contenidos de las cuatro disciplinas que componen el acrónimo. Sin embargo, pese al fuerte apoyo por parte de las administraciones educativas, a escala internacional, existe poca investigación sobre la mejor manera de proyectar un enfoque STEM integrado, ni acerca de qué factores favorecen realmente aprendizajes significativos y utilitarios bajo este prisma educacional (HONEY, PEARSON, SCHWEINGRUBER, 2014; MILNER-BOLOTIN, 2018).

En consecuencia, los educadores en ciencias debemos permanecer atentos, y acoger con escepticismo y espíritu crítico todos aquellos planteamientos que se hacen sin un aval científico apropiado de su validez y eficacia en el contexto educativo que nos atañe. En otras palabras, seamos cautelosos ante aquellos *medicamentos didácticos* cuya eficacia no ha sido *clínicamente* probada, y empleemos los resultados de la investigación didáctica como *antídoto*.

## Referencias bibliográficas

- ASAY, L.D.; ORGILL, M. Analysis of essential features of inquiry found in articles published in The Science Teacher, 1998–2007. **Journal of Science Teacher Education**, Londres, v. 21, n. 1, pp. 57-79. 2010.
- FEYNMAN, R. Cargo Cult Science. **Engineering and Science**, Pasadena, CA, v. 37, n. 7, pp. 10-13. 1974.
- FURTAK, E.M.; PENUEL, W.R. Coming to terms: Addressing the persistence of “hands-on” and other reform terminology in the era of science as practice. **Science Education**, Hoboken, NJ, v. 103, n. 1, pp. 167-186. 2019.
- GUERRA, J.M. Ciencia integrada en España: un análisis interno del currículum. **Enseñanza de las Ciencias**, Bellaterra (Barcelona), v. 2, n. 3, pp. 170-174. 1984.
- HAGGIS, S.; ADEY, P. A review of integrated science education worldwide. **Studies in Science Education**, Londres, v. 6, n. 1, pp. 69-89. 1979.
- HIRSCH Jr., E.D. Classroom research and cargo cults. **Policy Review**, Stanford, CA, n. 115, pp. 51-69. 2002.
- HONEY, M.; PEARSON, G.; SCHWEINGRUBER, H. (eds.). **STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research**. Washington, DC: National Academies Press. 2014.

- LACUEVA, A. La enseñanza por proyectos: ¿mito o realidad? **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 16, pp. 165-187. 1998.
- LEAD STATES, NGSS. **Next generation science standards: For states, by states**. The National Academies Press. Washington, DC. 2013.
- MILNER-BOLOTIN, M. Evidence-Based Research in STEM Teacher Education: From Theory to Practice. **Frontiers in Education**, Lausanne (Switzerland), v. 3, n. 92, pp. 1-9. 2018.
- SANMARTÍ, N.; MÁRQUEZ, C. Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. **Apice. Revista de Educación Científica**, A Coruña (España), v. 1, n. 1, pp. 3-16. 2017.
- TAMASSIA, L.; FRANS, R. Does integrated science education improve scientific literacy? **Journal of the European Teacher Education Network**, Viana do Castelo (Portugal), v. 9, pp. 131-141. 2014.



## ENTREVISTA A NÉSTOR CAMINO

Por Natalia Cotrino



**Foto:** Néstor Camino

**Crédito foto:** Néstor Camino

**Néstor Camino:** profesor en Fisicomatemáticas (1985) y licenciado en Astronomía (1992) de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina). Doctor en Ciencias de la Educación, en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata (2006). Es investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet); profesor de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Esquel; profesor de Astrofísica y Exploración Espacial en escuelas secundarias, y director del Complejo Plaza del Cielo.

**Natalia Cotrino:** licenciada en física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Miembro del grupo de investigación de enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF).

**Natalia Cotrino (NC):** Buenas tardes, profesor. Muchas gracias por aceptar la invitación. La primera pregunta es: ¿Cuál ha sido su trayectoria académica

y en qué punto decide dedicarse a la enseñanza de la Astronomía?

**Néstor Camino (NCa):** Ante todo, les agradezco mucho esta invitación, es un gusto hacer la entrevista y colaborar con la revista *Góndola*. Cuando terminé la escuela secundaria me fui a estudiar Astronomía. Yo soy de un pueblo pequeño en la provincia de Buenos Aires en Argentina y de ahí me fui a estudiar a La Plata, en donde está la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (en Argentina existe la carrera de astrónomo, entonces es posible estudiar directamente Astronomía).

Me costó mucho los primeros años de la carrera, y con el tiempo fui entendiendo lo que me pasaba. Además de la inmadurez que tenía y de lo difícil de estudiar en una gran ciudad, duramente castigada en una época tan terrible para Argentina como fue el periodo de la dictadura militar, comencé a vislumbrar que ya no me alcanzaba solo la Astronomía como ciencia pura sino que necesitaba más contacto con la cultura, con la gente, y como desde



siempre ser educador, aun intuitivamente, era como una vocación, diríamos hoy, más o menos cuatro años después de haber ido a estudiar Astronomía empecé otra carrera en la Universidad de La Plata: el Profesorado de Fisicomatemáticas, que se cursa en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Con el tiempo, gradualmente, fui uniendo las dos vocaciones: la Astronomía como astrónomo, y la Educación como profesor, y así empecé a hacer esto que hago desde hace casi cuarenta años que es la enseñanza de la Astronomía. Entonces, si bien no hay una carrera específica para esta actividad y es una disciplina que se va construyendo con el hacer, años después concluí, realizando un Doctorado en Educación, con una tesis que tenía que ver con la enseñanza de la Astronomía, en especial con el concepto de *gravedad*, cómo las personas vemos el mundo a partir de qué hayamos construido conceptualmente sobre la gravedad. Así que, desde esa época, mi desarrollo académico ha sido una búsqueda permanente por construir un espacio nuevo, porque estos espacios no existen académicamente predefinidos, y en ese sentido tanto las carreras de origen como el doctorado posterior son un camino nuevo que fue valioso, muy duro, pero al menos para mi historia personal ¡funcionó!

**NCo:** ¿Qué ha sido lo más difícil a la hora de hablar de enseñanza de la Astronomía?

**NCa:** Quizás, lo más difícil está relacionado con lo que hablábamos antes, el no pertenecer a ningún grupo específico o alguna disciplina particular, o que la actividad que realizo no esté reconocida con identidad propia todavía. Lo difícil es que cuando estás en una cierta comunidad; con los astrónomos a veces hablar de educación es un campo también nuevo y en educación hablar de Astronomía o hablar de enseñanza de la Astronomía también lo es, más que nada porque si hablas de enseñanza de la Biología o enseñanza de la Física son áreas mucho más desarrolladas, no solamente en Argentina o aquí en Colombia, sino en el mundo. Enseñanza de la Astronomía es un campo que aún no tiene mucha

identidad propia y lo que llamamos *comunidades científicas* tampoco, porque quienes nos dedicamos a esto somos relativamente pocos, por lo menos comparados con otras áreas. Entonces, lo más difícil es esto: con quién te hablas, de quién aprendes y cómo las instituciones empiezan a pedirte validaciones o evalúan tu trayectoria dentro de una institución, etc. Los criterios de evaluación nunca están claros, porque nunca fueron construidos específicamente para esta disciplina, nueva en muchos sentidos (epistemológico, axiológico, metodológico, etc.). Entonces, muchas veces las evaluaciones son o tendenciosas o equivocadas, y no se te considera con la justa medida: que estás creando, no solo yo sino todos los que hacemos esto, estamos creando un área disciplinar nueva, que no tiene, que no está establecida tan tradicionalmente como sí lo están las ciencias clásicas, por supuesto, y algunas áreas de educación en ciencias, como educación de la Física, por ejemplo.

**NCo:** ¿Cree que la Astronomía y la enseñanza de la Astronomía deben ir permanentemente juntas?

**NCa:** Considero que sí, por supuesto, aunque respetando las historias académicas y los intereses de cada quien. Es decir, un astrónomo debería tener en su formación aspectos históricos y epistemológicos de la Astronomía, y una cierta proyección educativa de su quehacer, ya que luego su acción estará inmersa en una comunidad a la que debe su trabajo y que requiere de cada científico un retorno activo. La ciencia, en general, no solo la Astronomía, no puede estar aislada de la comunidad en la que surge y a la que se debe. Por otra parte, quien se dedica a enseñar Astronomía debe estar sólidamente formado en los aspectos más constitutivos de esta disciplina y no puede desvincularse de los desarrollos de esta ciencia, ni tampoco desconocer la realidad que viven las personas especializadas en construir y validar conocimiento en Astronomía: los astrónomos. El astrónomo no tiene por qué ser un educador, y el educador no tiene por qué ser un astrónomo, no se formaron para eso, pero ambos

deben reconocerse, respetarse y dialogar permanentemente, pensando en la gente con la que compartimos la vida en comunidad.

**NCo:** En este momento, ¿qué cargo ocupa?

**NCa:** Yo trabajo en varios lugares. En lo que llamamos en Argentina el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet), una institución nacional que concentra a miles de investigadores en muchas áreas; en mi caso, trabajo desde el área de Educación, en la especialidad de la Didáctica de la Astronomía. Trabajo además en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, en la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, en la sede Esquel, como profesor de las materias que brindan elementos de investigación educativa a los estudiantes de Ciencias de la Educación. Y también soy profesor en el último año de la escuela secundaria, en una asignatura que se denomina Astrofísica y Exploración Espacial. Por otra parte, mi acción hacia la comunidad de Esquel y la región patagónica se desarrolla a través de múltiples actividades desde la Plaza del Cielo, hace más de treinta años.

**NCo:** Nos gustaría que nos contara un poco más de ese proyecto “Plaza del Cielo”.

**NCa:** La Plaza del Cielo fue un sueño, y quizás siga siéndolo, que tiene más de treinta años de historia. Originalmente consistía en un proyecto concreto, que era crear una plaza pública en el centro de Esquel, con un trazado de veredas y espacios verdes muy dinámico, con una simbología particular: inspirado en la constelación Sextante, uno de los atributos de la musa de la Astronomía, Urania, que, por ser además una constelación ecuatorial visible desde todo el mundo, simbolizaba la intención de que la enseñanza de la Astronomía es para todos, sin excepción alguna. La Plaza buscaba ser un lugar de encuentro cultural con proyección hacia una actividad social dinámica motivada por la relación con el cielo, para lo cual había además un anfiteatro, un planetario y un centro de exposiciones

y de reuniones. En particular, contaba con juegos (hamacas, toboganes, subeibajas y otros dispositivos) convertidos en herramientas didácticas para brindar a la gente, y en especial a chicos y docentes, situaciones para jugar y aprender sobre las fases de la Luna, sobre la escala de los sistemas, sobre la exploración espacial, sobre la historia de la Astronomía, sobre la gravedad, sobre las constelaciones, etc. Tantos años pasaron, tantas cosas sucedieron en nuestro país y en la ciudad, que la Plaza del Cielo en realidad se transformó en un gran programa de trabajo en enseñanza de la Astronomía, que va desde lo formal a lo no formal, desde los pequeños de jardín de infantes hasta los más grandes, desde lo tecnológico hasta el trabajo a ojo desnudo, etc., con un planetario que está cerca de cumplir sus 25 años de labores. La Plaza propiamente existe y funciona como un lugar de múltiples actividades para la gente, aunque los juegos nunca se construyeron, y la ciudad está poblada por relojes de sol y otras intervenciones, con una fuerte actividad de divulgación científica, de desarrollo de investigaciones y de trabajo con chicos y docentes de todos los niveles, y con los medios de comunicación. Así como se va transformando uno mismo con lo vivido, aunque sin perder su identidad, la Plaza del Cielo es hoy una realidad diferente a la originalmente pensada, pero que está inserta en la comunidad de Esquel y nos gusta pensar que ha contribuido de distintas formas a que la gente tenga al cielo como una presencia activa en sus vidas, en sus recuerdos y en sus ilusiones.

**NCo:** ¿En enseñanza de la Astronomía usted maneja alguna línea o algún enfoque?

**NCa:** El enfoque que trato de fortalecer es que estamos educando a través de la Astronomía. Es decir, no se trata de hacer enseñanza de la Astronomía porque buscamos que las personas o que los chicos algún día estudien Astronomía y sean astrónomos, sino que buscamos colaborar con que la gente tenga elementos para que la visión de mundo que cada uno va construyendo a lo largo de su vida incorpore

activamente al cielo, tanto en su quehacer cotidiano, como en sus trabajos o estudios, en su desarrollo profesional y en su afectividad. Qué elemento en particular del cielo será más cercano a cada persona, eso es muy de cada quien, es parte de la diversidad y riqueza de la gente. Entonces, yo trato de trabajar con estrategias que tengan que ver con todas las edades, en lo formal y no formal, principalmente a ojo desnudo, para que lo vivencial sea más importante en el sentido de que involucre con el cuerpo, con el entorno natural, con otros y en tiempos largos, y no necesariamente focalizado sobre el estudio de un concepto particular, quizás de un libro y en un aula usando formalismos teóricos o herramientas tecnológicas como un telescopio o una computadora, lo cual no significa que no los usemos sino que no es nuestra prioridad, no es la línea que yo trato de desarrollar. Además, intento siempre trabajar con el desarrollo histórico y cultural, con los fundamentos epistemológicos de lo que hacemos, y por supuesto la rigurosidad conceptual siempre está presente, por más que sea ojo desnudo y para la gente común, la rigurosidad conceptual debe existir; la didáctica no significa trivializar los contenidos o menospreciar a quien aprende; la didáctica de la Astronomía debe ser rigurosa en sus fundamentos y creativa en la forma de llegar a todos quienes construyen sus aprendizajes junto con nosotros.

**NCo:** ¿Le gustaría decirle algo a alguien que quisiera aprender sobre Astronomía y sobre enseñanza de la Astronomía?

**Nca:** En principio, que se respete a sí mismo con las búsquedas que emprende, porque a veces el entorno no es acogedor; uno cambia las búsquedas y con los años mira para atrás y se arrepiente de no haber sido respetuoso de sí mismo. Estas búsquedas implican riesgos, mucho esfuerzo, muchos sinsabores; pero cuando encuentras un camino propio te sientes mejor y eso para la vida de cada uno es importante, ya que en definitiva es la construcción de la propia identidad. Y después, si se van a dedicar a la Astronomía o a la

enseñanza de la Astronomía, lo primero es que ellos mismos se vinculen al cielo, en el sentido más existencial y afectivo posible, porque nadie enseña lo que no aprendió y nadie genera en otro una pasión que no tiene, porque nadie crea algo nuevo, científico si se quiere, si no se permite poner de sí algo nuevo en el campo que está desarrollando. Entonces, el placer, la pasión, deben estar acompañados de mucho estudio, de mucho tesón y esfuerzo, buscando ser muy sólido en los conceptos que uno maneja, para sí o para otros. Siempre digo que tenemos que ser mucho más de lo que realmente ponemos en práctica en un aula, y si bien es al menos para mí muy placentero enseñar Astronomía, en general nadie dice que lo que disfrutamos no deba estar acompañado por mucho estudio, esfuerzo y sacrificio, sacrificio intelectual digo yo, y de escuchar al otro, en especial a los más chicos. Sin esto, la enseñanza de la Astronomía sería un poco vacía de principios, desconectada de lo que uno vive con respecto a lo que uno quiere enseñar.

**NCo:** Bueno, profe, muchas gracias por todo y esperamos volver a tener un encuentro con usted.

### **Alguna producción Bibliográfica del Dr. Néstor Camino**

- CAMINO, N. La Astronomía como herramienta para la enseñanza de las ciencias. En: **Conmemoración a los 50 años del Planetario de Bogotá**. Bogotá, Colombia 2019. En prensa. 2019.
- DA SILVA, R.; CAMINO, N. El tránsito de Venus hacia el final del siglo XIX y el surgimiento del séptimo arte. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, Colombia, v. 15, n. 1, pp.46-64. 2019.
- CAMINO, N. La Enseñanza de la Astronomía: nuestro vínculo con la gente. En Benaglia, P.; Rovero, A.C.; Gamen, R.; Lares, M. (eds.). **Boletín de la Asociación Astronómica Argentina - BAAA**, Córdoba, Argentina, v. 60. 2018.

- CAMINO, N. Diseño de actividades para una Didáctica de la Astronomía vivencialmente significativa. En García, E.G. (comp.). **Astronomía Didáctica**. Editorial Universidad del Valle. Cali: Colombia. 2018. pp. 65-86.
- CAMINO, N.; PAOLANTONIO, S. (2017). Eclipses de cuando éramos chicos. Recuerdos vivencialmente significativos sobre eclipses de Sol en adultos mayores. **Revista Latinoamericana de Enseñanza de la Astronomía (RELEA)**, ciudad de revista, n. 24, pp. 69-101. Disponible en: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/322>>.
- CAMINO, N. La luz en el universo actual. En: CORBACHO, V.B. (coord.). **Radiaciones. Una mirada multidimensional**. Instituto Nacional de Formación Docente, Ministerio de Educación de la Nación. Buenos Aires: Argentina. 2014. Disponible en: <[http://cedoc.infed.edu.ar/upload/Radiaciones\\_una\\_mirada\\_multidimensional.pdf](http://cedoc.infed.edu.ar/upload/Radiaciones_una_mirada_multidimensional.pdf)>
- CAMINO, N.; TERMINIELLO, C. Escuelas a cielo abierto. Experiencias posibles sobre Didáctica de la Astronomía en escuelas públicas. En: Longhini, M.D. (org.). **Ensino de Astronomia na escola. Concepções, ideias e práticas**. Universidade Federal de Uberlândia, Átomo. Brasil. pp. 423-441. Noviembre de 2014.
- CAMINO, N., LANCIANO, N. Cómo es Esquel desde arriba. El macro espacio en la mente y en la hoja. 74ª SEMANA DE GEOGRAFÍA Y 28º SIMPOSIO DE EDUCACIÓN. **Actas del Congreso Internacional de Geografía**. Boletín, n. 132, Buenos Aires, Argentina,. pp. 55-67. 2013. Trevelin, Chubut, 31 de octubre al 3 de noviembre de 2013. GAEA-Sociedad Argentina de Estudios Geográficos,
- CAMINO, N. Aprender Astronomía jugando en una plaza. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, Brasil, n. 14, pp. 39-56. 2012.
- CAMINO, N. La investigación educativa en Didáctica de la Astronomía. Características y propuestas concretas. En: GÓMEZ, M.; PAOLANTONIO, S.; PARISI, C. (eds.). **Actas de Workshop de Difusión y Enseñanza de la Astronomía** (mayo de 2009). Asociación Argentina de Astronomía. Córdoba. Diciembre de 2010.
- CAMINO, N. Aprender a imaginar para comenzar a comprender. Los modelos concretos como herramientas para el aprendizaje en Astronomía. **Revista Alambique**, Sevilla, España, n. 42, pp. 81-89. Monográfico “De las concepciones a los modelos en la enseñanza de las ciencias”. 2004.
- CAMINO, N. Una visión personal sobre la Didáctica de la Astronomía. **Revista Educación en Ciencias**, Buenos Aires, Argentina, v. IV, n. 10. pp. 15-28. 2001.
- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, España, v. 13, n. 1, pp. 81-96. 1995.



## A HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DO 5 ° ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL NO BRASIL E EM TAIWAN

### SCIENCE HISTORY IN TEXTBOOKS FOR 5th GRADE EDUCATION IN BRAZIL AND TAIWAN

### LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LIBROS DIDÁCTICOS DE QUINTO DE PRIMARIA EN BRASIL Y TAIWÁN

Kellys Regina Rodio Saucedo<sup>\* ID</sup>, Miao Shen Chen<sup>\*\* ID</sup>, Cleria Maria Wendling<sup>\*\*\* ID</sup>,  
Vilmar Malacarne<sup>\*\*\*\* ID</sup>

Cómo citar este artículo: Rodio Saucedo, K.R., Chen, M.S., Wendling, C.M. y Malacarne, V. (2020). A história da ciência em livros didáticos do 5º ano do ensino fundamental no Brasil e em Taiwan. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 13-27. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14247>

#### Resumo

A presente investigação compreende a análise de conteúdos de História da Ciência em livros didáticos de Ciências utilizados em escolas do Ensino Fundamental, anos iniciais. Especificamente, constituíram-se objeto de estudo os livros didáticos dos 5os anos selecionados para uso em sala de aula pelos municípios de Cascavel, Paraná (BR) e de Kaohsiung (高雄), Taiwan (台灣). Norteados pelas seguintes problemáticas: “quais são os conteúdos de História das Ciências e como eles são abordados nesses livros didáticos”. Embasados no instrumento analítico elaborado por Laurinda Leite, procedemos a argumentação a respeito de três dimensões categóricas: tipo e organização da informação histórica; propostas de atividades envolvendo a História da Ciência; e status do conteúdo histórico. Os resultados, emanados da pesquisa qualitativa dos livros de dois países, indicaram a presença de conteúdos sobre a História das Ciências em todos os livros analisados, tendo, no entanto, especificidades quanto à apresentação desses conteúdos. No estudo foi possível ainda tecer considerações sobre o potencial dos estudos comparativos para compreensão das concepções sobre o ensino de Ciência assumido nesses países.

**Palavras-chave:** livro didático, ensino básico, educação internacional.

Recibido: 10 de diciembre de 2018; aprobado: 02 de abril de 2019

\* Mestre em Educação. Doutoranda pela Universidade de São Paulo, Brasil. Correio eletrônico: kellys@usp.br

\*\* Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil. Correio eletrônico: miaoshen2370@gmail.com

\*\*\* Mestre em Educação. Doutoranda pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil. Correio eletrônico: cleriamwe@gmail.com

\*\*\*\* Doutor em Educação. Professor Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil. Correio eletrônico: vilmar.malacarne@unioeste.br

## Abstract

This study analyzes the science history contents found in natural science textbooks used in 5th-grade classrooms in the municipalities of Cascavel, Paraná (BR) and Kaohsiung (高雄), Taiwan (台灣). Our research question was, what are the contents of science history and how are they addressed in the textbooks? Using Laurinda Leite's analytical instrument, we assumed three categorical dimensions: ways of organizing historical information, proposals for activities involving science history, and the quality of historical content. The results of this qualitative research on textbooks in two countries showed science history contents in all the books analyzed. However, there were differences in the presentation of the contents. We raise the potential of comparative studies for understanding concepts in the teaching of applied science in the two countries.

**Keywords:** Textbooks, Primary school, International comparative studies.

## Resumen

La presente investigación presenta el análisis sobre los contenidos de historia de la ciencia existentes en libros de texto de Ciencias Naturales, utilizados en escuelas de básica primaria. Específicamente, se estudiaron los libros de 5º grado, seleccionados por los municipios de Cascavel, Paraná (BR) y de Kaohsiung (高雄), Taiwán (台灣) para ser trabajados en el aula. Desarrollamos la pregunta: ¿Cuáles son los contenidos de Historia de las Ciencias y cómo se abordan en estos libros didácticos? Basados en el instrumento analítico elaborado por Laurinda Leite, desarrollamos la argumentación en torno a tres dimensiones categóricas: tipo y organización de la información histórica; propuestas de actividades que involucran la historia de la ciencia; y el estado del contenido histórico. Los resultados de esta investigación cualitativa de libros de dos países indicaron la presencia de contenidos sobre la historia de las ciencias en todos los textos analizados. Sin embargo, encontramos especificidades en cuanto a la presentación de esos contenidos. Además, planteamos consideraciones sobre el potencial de los estudios comparativos para la comprensión de las concepciones sobre la enseñanza de la ciencia aplicada en estos países.

**Palabras clave:** libros de texto, básica primaria, estudios comparativos internacionales.

## Introdução

Ensinar Ciências já nos primeiros anos de escolarização tem sido cada vez mais defendido entre os pesquisadores da área (FOUREZ, 2003; LIMA, MAUÉS, 2006; ROSA, PEREZ, DRUM, 2007; VIECHENESKI, CARLETTO, 2013, entre outros).

Em 1983, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), acompanhando o desenvolvimento crescente no campo da Ciência e das Tecnologias e suas implicações na sociedade, defendeu a inclusão de conteúdos desse campo também na fase inicial de escolarização das crianças. De acordo com o documento, por exemplo, as Ciências contribuem para que as crianças estabeleçam relações lógicas entre situações cotidianas e problemas simples; possibilitam relações interdisciplinares com a linguagem e a matemática; promovem o desenvolvimento cognitivo das crianças; estimulem a curiosidade sobre os fenômenos naturais. Além disso, recordamos, que em alguns países as crianças deixam seus estudos na escola primária e essa pode ser uma oportunidade única de acesso aos conhecimentos científicos.

Na prática, as crianças saem das escolas com conhecimentos científicos rasos para a compreensão do mundo que as cercam, apesar da convergência em defesa da inserção dos conhecimentos científicos em sua formação. No Brasil, avaliações nacionais e regionais (Prova Brasil, Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM) e internacionais (Program for International Student Assessment - PISA) registram baixos níveis de proficiência entre os alunos quanto às Ciências. No Ensino Fundamental, a Provinha Brasil, a qual é o principal instrumento de avaliação diagnóstica, testada entre crianças do 2º ano, sequer considera as Ciências. - Atualmente, essa prova se restringe a investigar o desenvolvimento das habilidades quanto à alfabetização e ao letramento em Língua Portuguesa e Matemática. Em outro extremo, da nossa investigação, temos os índices de Taiwan, nessas avaliações, que apresentam melhor ranqueamento em relação ao Brasil. Conforme os

dados do PISA 2015, Taiwan (China Taipei) estava na 4ª posição (OECD, 2015) e o Brasil em 63º lugar.

Este trabalho se justifica, portanto, pela importância de intensificar os estudos e a divulgação das pesquisas acadêmicas sobre esse nível da Educação Básica com vistas a informar medidas para melhorar a qualidade de ensino e também chamar a atenção para lacunas existentes na literatura.

Nas últimas duas décadas, no Brasil, as pesquisas sobre o ensino de Ciências para crianças foram predominantemente concentradas em poucos núcleos de pesquisa e, em geral, vinculadas aos processos cognitivos de construção do conhecimento (GONÇALVES, CARVALHO, 1994; OLIVEIRA, CARVALHO, 2005; SASSERON, CARVALHO, 2008; MALACARNE, STRIEDER, 2009; SEDANO, CARVALHO, 2017). Um número menos expressivo se concentra sobre os recursos didáticos, entre eles, os livros utilizados pelo professor em sala de aula (CARVALHO et al, 1998; GOLDSCHMIDT; 2012; MORI, CURVELO, 2013). Estudos sobre estes recursos didáticos, utilizados no ensino de Ciências, especificamente, nos primeiros anos de escolarização das crianças, favorecem a prática didática dos professores em atuação, uma vez que estes são frequentemente apontados por suas deficiências, na formação inicial, quanto aos conteúdos conceituais científicos (LIMA, MAUÉS, 2006; PIRES, MALACARNE, 2016). De acordo com BIZZO (1997), os livros didáticos são considerados agentes determinantes do currículo, sendo que, em muitos casos, o livro é o principal recurso de pesquisa que os professores e seus alunos dispõem. Portanto, a boa qualidade dos livros didáticos também é essencial para bons resultados na aprendizagem dos alunos. Entretanto, as pesquisas sobre a qualidade dos livros didáticos de Ciências, registram-se em menor número, nas últimas décadas, sobretudo, após a implementação de normas e critérios registrados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Tendo a intenção de contribuir para o avanço das pesquisas sobre o livro didático e também conhecer como se dá a organização e seleção desse material em outro país, principalmente no sentido

dos possíveis avanços nessa área educacional, delimitamos nosso campo investigativo nas cidades de Cascavel, Paraná (BR) e de Kaohsiung, Taiwan. Interessa-nos verificar “Quais são os conteúdos de História das Ciências e como eles são abordados nesses livros didáticos”. Em ambos os contextos foram analisados os livros didáticos voltados para o 5º ano do Ensino Fundamental<sup>1</sup>, especificamente, nos conteúdos ou abordagens sobre a História da Ciência. Os dados analisados fazem referência a um número reduzido de livros didáticos nacionais e internacionais, e de uma única série de escolarização, o que permite uma análise mais aprofundada, característica dos estudos de orientação qualitativa.

## 1. Fundamentos teórico-metodológicos

Para a presente investigação qualitativa adotamos os construtos teóricos formulados por LEITE (2002), espelhados em três das categorias centrais entre oito, e num amplo conjunto de subcategorias, que são explicitadas neste tópico. Isso é pertinente para identificar diferenças entre dois ou mais grupos de assuntos, assim como as pesquisas de PEREIRA, AMADOR (2007); LI, WU (2008); PAN (2010); VIDAL, PORTO (2012) que se utilizaram do desenho de pesquisa elaborado por LEITE (2002) para fundamentar seus estudos.

A pesquisa de PEREIRA, AMADOR (2007), por exemplo, faz referência a atribuição da História da Ciência nos livros didáticos de Ciências da Natureza para os 5º anos do Ensino Fundamental frente às orientações curriculares para Educação Básica de Portugal. Os resultados verificados pelas autoras são de que a informação histórica, embora presente, na maioria das vezes não é enfatizada a luz do desenvolvimento de concepções associadas à natureza e a evolução do conhecimento científico como sinalizam os documentos oficiais.

No Brasil, VIDAL, PORTO (2012) analisaram livros didáticos de Química quanto à menção aos

conteúdos de História da Ciência e concluíram que esses tópicos são apresentados de modo linear e superficial, com destaque para datas e nomes, colocando a proposta desses manuais em conflito com os objetivos educacionais da atualidade quanto a Educação em Ciências.

Em Taiwan, os pesquisadores LI, WU (2008) obtiveram dados semelhantes aos identificados na pesquisa brasileira. Para eles, o tópico sobre História da Ciência, além de vir como conteúdo complementar, mostrou-se escasso de informações, indicando que a meta curricular nacional de Taiwan dificilmente seria alcançada nas escolares do Ensino Fundamental.

Na pesquisa de PAN (2010) foram comparados os conteúdos da História da Ciência dos livros didáticos dos anos iniciais aos livros dos finais do Ensino Fundamental. Os resultados indicam que os livros dos anos finais dão maior ênfase à história de vida dos cientistas do que aqueles destinados aos anos iniciais.

Na proposta curricular em Ciências do governo taiwanês são apontadas sugestões para a edição e autoria de livros didáticos e a inserção da história da Ciência incluindo processos de observação, investigação e perfil do cientista com o objetivo de promover a compreensão da natureza da Ciência. Os métodos da investigação científica são indicados para a promoção de bons resultados no seu processo de aprendizagem (TAIWAN, 2010). Conforme nossa análise apresentada mais adiante, percebemos que os livros taiwaneses contemplam essas características em distintos momentos.

Quanto à meta do currículo do município Cascavel-Paraná, no que tange a disciplina de Ciências, tem-se a indicação da inserção do desenvolvimento científico e tecnológico nos conteúdos de noções no universo; na interação e transformação de matéria e energia; e na relação entre a saúde, o trabalho e o meio ambiente (CASCAVEL, 2008). No texto curricular de Cascavel encontramos menor atenção ao conteúdo de História da Ciência comparado ao currículo de Taiwan.

Destacadas essas particularidades entre os resultados das pesquisas e os documentos curriculares

<sup>1</sup> Em Kaohsiung (Taiwan) o Ensino Fundamental corresponde a Educação Elementar, de 6 a 12 anos, os livros analisados correspondem a mesma série/etapa de formação educacional à de Cascavel, PR/Brasil.



de ambos os países, entendemos que as categorias elaboradas por LEITE (2002) corroboram aos objetivos desta investigação. A autora apresenta uma hierarquia de categorias e itens em seu instrumento original, mas que em parte foram suprimidas por

serem demasiado específicas. Abaixo listamos no Quadro 1, a adaptação de 3 grandes dimensões utilizadas na análise das características da História da Ciência em livros didáticos do Ensino Fundamental.

**Quadro 1.** Pontos de análise sobre História das Ciências em livros didáticos<sup>2</sup>.

<p>1. Tipo e organização da informação histórica</p>	<p><u>*Cientistas</u></p> <p><u>- a vida dos cientistas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· dados bibliográficos (pelo menos o nome, data de nascimento e morte)</li> <li>· características pessoais (sentimentos, caráter, humor, etc.)</li> <li>· episódios/anedotas (casado com ..., decapitado por ...)</li> </ul> <p><u>- características dos cientistas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· famoso/genial (inteligente, brilhante, o mais importante...)</li> <li>· ordinário (exames falhados, necessidade de trabalhar para sobreviver)</li> </ul> <p><u>* Evolução da Ciência</u></p> <p><u>- tipo de evolução:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· mencionar uma descoberta científica (uma descoberta ou uma ideia histórica é mencionada)</li> <li>· descrição de uma descoberta científica (o acontecimento de uma certa descoberta é descrito)</li> <li>· mencionar os períodos discretos (dois ou mais períodos/descobertas são mencionados, porém não relacionados)</li> <li>· linear e direto (um período está relacionado ao seguinte, mantendo a direção)</li> <li>· evolução real (movimento 'ida e volta' entre opiniões, incluindo controvérsias, etc.)</li> </ul> <p><u>- pessoas responsáveis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· cientistas individuais (um cientista é mostrado trabalhando sozinho para a descoberta)</li> <li>· grupo de cientistas (dois ou mais cientistas conhecidos trabalharam juntos pelo mesmo propósito)</li> <li>· comunidade científica (cientistas da época foram considerados como responsáveis pelas descobertas)</li> </ul>
<p>2. Propostas de atividades envolvendo a História da Ciência</p>	<p><u>- Nível das atividades (relacionado ao propósito/dificuldade):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· normal (nada é dito sobre o propósito ou nível de dificuldade);</li> <li>· aprofundado (as atividades dizem promover o aprendizado)</li> </ul> <p><u>- Tipo de atividade (refere-se ao que deve ser feito para realizá-lo):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· leitura guiada (consiste em perguntas sobre um texto "histórico");</li> <li>· pesquisa bibliográfica (perguntas para encontrar informações sobre a <u>História da Ciência e escrever uma redação</u>);</li> <li>· análise de dados históricos (análise de dados obtidos por cientistas anteriores);</li> <li>· experiências históricas;</li> <li>· outro (por exemplo: memorização de informações).</li> </ul>
<p>3. Status do conteúdo histórico</p>	<p><u>- Papel do conteúdo histórico no ensino e aprendizagem de ciências:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· fundamental (conteúdo a ser estudado)</li> <li>· complementar (conteúdo opcional, pelo menos para alguns alunos)</li> </ul>

**Fonte:** Instrumento com base nas categorias elaboradas por LEITE, 2002 (pp. 344-345, tradução nossa).

2 Uma análise preliminar dos dados foi apresentada no V Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos.

Para essa pesquisa foram selecionados e analisados cinco livros didáticos, sendo 4 deles de duas editoras taiwanesas e um de uma editora brasileira. São obras referenciadas pelo Guia do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD (Brasil, 2014) e pelo The National Institute for Compilation and Translation – TNECT (Taiwan, 2010), que foram escolhidas pelos respectivos professores dos anos iniciais desses países. Em Kaoshiung, os livros didáticos são de uso semestral e, por isso, o material anual é dividido em dois volumes. Os livros taiwaneses são: i) Ciências e Tecnologias da Vida, volume 5 (código 1738) e volume 6 (código 1767), da Editora Kangxuen (CHEN et al, 2015, 2016); ii) Ciências e Tecnologias da Vida (自然與生活科技<sup>3</sup>), volume 5 (código 1705) e volume 6 (código 1747), da Editora Hanlin (SHI et al, 2015, 2016). Já o livro brasileiro analisado foi: Ligados.com: Ciências, 5º ano: Ensino fundamental, anos iniciais, da Editora Saraiva (CARNEVALLE, 2014), totalizando 5 volumes de livros didáticos. Para análise optamos por identificar as obras por siglas, sendo que, aos dois livros didáticos da editora Kangxuen(康軒) (CHEN et al, 2015, 2016) atribuímos a sigla TA e os dois da editora Hanlin(翰林) (SHI et al, 2015, 2016) a sigla TB<sup>4</sup>. O livro brasileiro, de uso anual, foi identificado pela sigla BR.

Quatro etapas estruturaram a coleta de dados, são elas: a) aquisição dos livros didáticos; b) a seleção de conteúdos de História das Ciências nos livros taiwaneses e brasileiro quanto a sua dimensão, distribuição e organização do texto em ilustrações, exercícios, caixas de textos e seções de leituras complementares; c) a distribuição em categorias e subcategorias analíticas para compreender diferenças e/ou semelhanças entre os livros de cada país; d) a análise sobre a informação histórica, a evolução da Ciência e a importância atribuída aos conteúdos de História da Ciência nos livros.

3 自然與生活科技, Ciências e Tecnologias da Vida, é o título original do livro didático de Taiwan. Todos os livros didáticos taiwaneses de Ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental possuem o mesmo título, apesar de editoras diferentes.

4 Em Kaoshiung, os livros didáticos são de uso semestral e, por isso, o material anual é dividido em dois volumes.

## 2. Discussão dos Resultados

São apresentados neste tópico os resultados e as reflexões empreendidas a partir dos cinco livros analisados. As Tabelas de 1 a 3, distribuídas abaixo, são relativas ao “Tipo e a organização da informação histórica”.

Verificamos no livro brasileiro, BR, a menção à 9 cientistas na subcategoria *dados biográficos*, apesar do número significativo de citações, inclusive superior a TB, o tema em relação a História da Ciência é pouco representativo. Em geral, os autores limitam a apresentação a data de nascimento e de morte do cientista e quase não abordam sua trajetória de pesquisa ou aprofundam suas contribuições. Nos livros taiwaneses o histórico do cientista vem relativamente mais amplo.

Comparativamente, Robert Hooke (1635-1703) no livro brasileiro, BR, na página 34, é mencionado por seus testes no estudo da célula de cortiça, utilizando o microscópio, como indicador biográfico temos apenas o registro de sua nacionalidade. Em ambos os países a imagem do microscópio está presente no relato sobre Hooke (1635-1703), mas no livro taiwanês TA, volume 5, página 88-89, são destacadas suas contribuições no campo do conhecimento físico junto às informações sobre seu nascimento e sua morte, somado ao seu percurso de pesquisa na juventude. No livro TA temos, ainda, um relato sobre Hooke em sua vida escolar a respeito da invenção do mecanismo espiral no funcionamento do relógio, assim como seus avanços na elaboração da teoria sobre a força elástica, que levou o seu nome. O quadro biográfico de Hook (1635-1703), em TA, vem finalizado com uma orientação aos estudantes, sugerindo que eles identifiquem instrumentos ou aparelhos construídos com molas helicoidais.

A título exemplar, em TA volume 6, nas páginas 48-49, sobre a trajetória de Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), os autores explicitam o núcleo familiar, a formação dos pais, a classe social, o local e a data de nascimento, a sua formação em Direito e a inserção no ramo científico nas atividades

**Tabela 1.** Tipo e organização da informação histórico I.

		TA	TB	BR	Totais
A vida dos cientistas	Dados biográficos	11	3	9	23
	Características pessoais	4	2	--	6
	Episódios / anedotas	1	-	--	11
Características dos cientistas	Famoso / genial	2	1	1	4
	Ordinário	1	--	--	1

**Fonte:** os autores.

vinculadas ao governo. Também sobre Lavoisier, a obra explica como ele investiu pessoalmente na construção de um laboratório próprio bem equipado, para desenvolver pesquisas na área da Ciência. As páginas seguintes tratam da sua contribuição no estudo das reações químicas e de como construiu, verificou hipóteses e produziu evidências; sugerindo aos estudantes uma reflexão sobre as características do trabalho do cientista. Posteriormente, os autores propõem atividades experimentais relacionadas ao fenômeno de formação da ferrugem.

A organização dos conteúdos nas obras taiwanesas (TA e TB) favorecem em muito a atividade do professor, uma vez que os propósitos dos tópicos em relação às atividades experimentais e teóricas são explícitos aos estudantes e professores. Isso não significa que, no Brasil, não existam essas indicações no Manual do Professor, que acompanha as coleções de livros didáticos, no entanto, existe um menor número de no que faz referência à História da Ciência.

Nas duas coleções de livros didáticos taiwanesas (TA e TB), a existência de uma abordagem significativamente mais ampla em relação aos dados biográficos dos cientistas, quando comparados aos livros brasileiros, pode gerar a impressão de que há uma valorização dos conteúdos de História da Ciência, o que não se confirma. A História da Ciência, em geral, vem indicada como leitura secundária, que o estudante poderá realizar em horas vagas, nos intervalos, ou em casa, não priorizando-o como conteúdo de sala de aula. Em contrapartida, os dados de História da Ciência do livro brasileiro são apresentados

como o texto fundamental ressaltando as teorias e os conceitos científicos, mas sentimos falta de relatos sobre os processos de investigação do cientista.

Na subcategoria *características pessoais*, qualificadores figuram associados à figura dos cientistas nos livros taiwaneses, entre eles há os termos: inteligente, esforçado, famoso, criativo, tímido, talentoso, apaixonado. No livro brasileiro, BR, existe apenas uma caracterização, na página 91, em que o termo famoso está associado a figura de Isaac Newton.

Segundo os estudos realizados por LEITE (2002); LI, WU (2008); PAN (2010) a inserção da vida dos cientistas nos livros didáticos contribui para que os estudantes tenham uma visão mais ampla e aproximada da atividade científica.

Sobre as características dos cientistas uma lacuna comprometedor foi verificada nos livros didáticos de ambos os países: estes não retratam a figura feminina na atividade científica. Nos cinco livros analisados – TA, TB e BR –, todos os cientistas são homens, isso pode acentuar a representação de que a Ciência é uma atividade exclusivamente masculina.

Na Tabela 2, na subcategoria *mencionar uma descoberta científica* verificamos que o livro brasileiro apresenta um número de citações comparativamente maior em relação a subcategoria *descrição de uma descoberta científica*, ou seja, as explicações sobre o processo das atividades científicas que envolvem a confirmação ou refutação de uma atividade científica são escassas, semelhantemente aos dados anteriores. Nas páginas 100 e 101, de BR, por exemplo, são citados sete cientistas envolvidos

**Tabela 2.** Tipo e organização da informação histórico II.

		TA	TB	BR	Total
Tipo de evolução	Mencionar uma descoberta científica	2	-	10	12
	Descrição de uma descoberta científica	10	4	3	17
	Mencionar a períodos discretos	-	-	--	-
	Linear e direto	1	-	3	4
	Evolução real	2	-	2	4

**Fonte:** os autores.

na teoria geocêntrica e heliocêntrica em pequenas caixas de texto com explicações demasiado curtas, sem descrever ou contextualizar detalhes.

Em número bem menos expressivo dessa condição foi identificada nos livros taiwaneses, em um caso, específico TA, volume 6, página 7, os autores usam uma caixa de texto para mencionar a origem do nome das constelações, a menção traz poucos detalhes sobre o modo como Cláudio Ptolomeu (100-160) registrou as constelações. A subcategoria *descrição de uma descoberta científica*, mais expressiva no material didático taiwanês, pode ser observada no livro TB, volume 6, páginas 90-91. Nesse, o registro sobre as evidências envolvendo a penicilina, realizadas por Alexander Fleming (1881-1955), mencionam suas preocupações pessoais para amenizar o sofrimento e a dor de pacientes decorrentes da Primeira Guerra Mundial. O livro apresenta uma ilustração e a descrição de como Fleming, utilizando uma Placa de Petri, investigou a folha da penicilina e observou a inibição de bactérias em sua superfície e a continuidade da pesquisa por Howard Walter Florey (1898-1968), Ernst Boris Chain (1906-1979) e Norman Heatley (1911-2004). São retratadas, ainda, as dificuldades daquele período envolvendo machucados na pele e a importância das pesquisas para a formulação de antibióticos, utilizados no cotidiano escolar dos alunos taiwaneses. Sobre Fleming, o livro apresenta também uma biografia completa, com data de nascimento e morte, detalhes

de sua formação acadêmica, caracterização pessoal e dedicação as pesquisas.

Para LEITE (2002), inserir a História da Ciência, pressupõe a necessária contextualização do período e a contribuição de cada pesquisador em diferentes momentos, não apenas a menção de datas e nomes, mas por esse caminho é possível “[...] participar [aos alunos] o quão importante é o conhecimento do passado e a colaboração entre cientistas para o acontecimento de uma descoberta científica” (LEITE, 2002 p. 338, tradução nossa).

Os dados contidos na Tabela 3 revelam que em ambos os países os conteúdos de História da Ciência remetem substancialmente à ação do indivíduo na atividade científica. A atividade científica em grupos e a visão de comunidades científicas, tão valiosas a concepção de ciência contemporânea, é algo subjacente ou nulo. Uma rara menção está em TB, volume 6, página 91, nela os autores falando sobre os estudos da penicilina citam que, equipes lideradas por três pesquisadores, em tempos diferentes, foram as responsáveis por divulgar os ingredientes bactericidas presentes na planta. Entretanto, isso pouco contribui para que os estudantes entendam características da produção científica realizada pelos grupos de pesquisa. Segundo CACHAPUZ et al (2005), uma caracterização sumária dos atributos relacionados a construção do conhecimento científico, na denominada perspectiva racionalista contemporânea, leva em consideração as descontinuidades, as rupturas,

**Tabela 3.** Tipo e organização da informação histórico III.

Pessoas responsáveis	TA	TB	BR	Totais
Cientistas individuais	8	4	12	24
Grupo de cientistas	3	1	0	4
Comunidade científica	0	0	0	0
Totais	11	5	12	28

**Fonte:** os autores.

**Tabela 4.** Propostas de atividades envolvendo a História da Ciência I.

Nível das atividades	TA	TB	BR	TOTAL
Normal	11	8	11	30
Aprofundamento	6	2	3	11
Total	17	10	14	49

**Fonte:** os autores.

os problemas, a formulação das hipóteses e o papel da comunidade científica para a aceitação das teorias, entre outros.

Abaixo as Tabelas 4 e 5 apresentam as propostas de atividades sugeridas pelos autores dos livros didáticos a serem desenvolvidas com os alunos, são subcategorias correspondentes a 2 categoria de análise de Leite.

Nos livros de Taiwan as atividades são associadas aos conteúdos da unidade em aprofundamento. São atividades reflexivas, em alguns casos de raciocínio lógico, como é o caso do Relógio do Sol (TA), volume 5, página 23, que pede ao aluno para pesquisar a respeito do dia em que a sombra tem maior duração em relação às estações do ano. Esta atividade está combinada com um gráfico da página 16 e 17, em que é apresentado informações sobre a posição do corpo em relação ao sol em diferentes horários para definição da sombra diretamente ao grau formado. Aprende-se ainda a posição do sol em graus de acordo com as estações do ano, em diferentes horários do dia, posição do sol quanto aos pontos cardeais no início e no fim de cada estação como conteúdos aprofundados.

TB, volume 5, e TB, volume 6, no módulo de atividades, têm caixas de leitura complementar de História da Ciência sobre a vida de cientista, sua atividade na Ciência, conhecimentos construídos em diferentes sociedades, entre outros temas. As leituras, em sua maioria, corroboram aos conteúdos trabalhados nas unidades, mas sem proposição de atividades práticas ou questões que estimulem reflexões ou atitudes que correspondem a natureza da Ciência como observamos em TA, volume 5 e TA, volume 6.

Quanto ao livro brasileiro, BR, as atividades de conteúdos associados a aprofundamento temos, na página 100 a 101, por exemplo, há uma atividade bastante interessante. A autora pede ao leitor para analisar as observações dos cientistas do Geocentrismo e do Heliocentrismo. A pergunta é assim: “-Que observações podem ter sido feitas para se opor ao senso comum em relação à disposição dos astros no sistema solar?” Neste conteúdo, o livro cita 7 histórias dos cientistas, entre eles, três são geocentristas e quatro heliocentristas. Cada história é relatada com um parágrafo com poucas linhas de explicação que estimulam a reflexão do aluno.

**Tabela 5.** Propostas de atividades envolvendo a História da Ciência II.

Tipo de atividade	TA	TB	BR	TOTAL
Leitura guiada	2	-	-	2
Pesquisa bibliográfica	1	-	1	2
Análise de dados históricos	1	-	3	4
Fazendo experiências históricas	-	-	1	1
Outro	4	4	5	13
Total	8	4	10	22

**Fonte:** os autores.

No livro taiwanês TA, volume 5, página 23, há um texto que relata a história do cientista, a construção e o uso do instrumento “Relógio Solar”, acompanhada com imagens de sua construção. Reproduzimos o texto abaixo para melhor compreensão:

Pioneir da astronomia da Antiga China-Gu Shou-jing Guo Shou-jing (1231-1316) é um famoso astrônomo da Dinastia Yuan . Ele não só melhorou e inovou os equipamentos astronômicos. Como também orientou um equipe que construiu um observatório que permitia realizar análises com maior, precisão em Dengfeng, província de Henan. Este é o mais antigo entre os observatórios da China. Nele, é possível posicionar os equipamentos para um melhor estudo astronômico. Além disso, o observatório é como se fosse um medidor diário da sombra do sol. É possível medir todas as mudanças diárias do sol. A torre do observatório é tão alta como um poste erguido sobre o chão, chamada “Piao” . Sob o estágio, há uma estrutura semelhante à Long Beach, equivalente conhecido como o Gui . Os raios de sol irradiam as construções e as sombras são projetadas sobre Gui. Através da mensuração anual. Das mudanças diárias no tamanho das sombras ao meio dia. É definida a duração de um ano. Guo Shoujing através da constante observação organizou uma grande quantidade de dados coletados em suas observações e criou o calendário mais avançado daquela época-Calendarios Shou-Shi. De acordo com a projeção deste calendário, a duração

de um ano é de 365.2425 dias. Ou seja, é de 365 dias 5 horas 49 minutos 12 segundos. Comparado com calendário atual, possui apenas uma diferença de 26 segundos. Este calendário é tão preciso como o atual, porém criado há 300 anos atrás. (TA, volume 5, p. 23, tradução nossa)

A pergunta nessa atividade é: “Os dias da projeção apresentam as quatro estações: Equinócio da primavera, Solstício de verão, Equinócio de Outono e Solstício de inverno. A sombra do Pião reflete no Gui ao meio dia. Em qual dia a sombra é mais longa?” (TA, volume 5, tradução nossa) A partir da pergunta apresentada, é possível perceber que a resposta não é simples e requer dedicação dos alunos na compreensão do texto principal para respondê-la. O leitor deverá interpretar o conteúdo de texto principal e refletir sobre a relação estabelecida na pergunta para obter a resposta correta.

Sobre as atividades de pesquisa observacionais analisamos no livro taiwanês TA, a atividade do volume 5, página 89, a história do primeiro trabalho escolar do cientista Robert Hooke (1635-1703). Relatando sua paixão pela Ciência, os autores explicam o funcionamento de um relógio espiral – informando que Hooke criou o primeiro relógio funcionando com espiral, de onde surgiu a força de espiral e o princípio da Lei de Hooke. Na sequência do texto apresenta uma questão de observação, sugerindo ao aluno que escolha um instrumento ou máquina cotidiana para descobrir se existe espiral ou não.

Os autores do livro TA, volume 6, nas páginas 24 e 25, em outro exemplo do papel da observação na pesquisa científica, relatam as histórias dos cientistas Nicolaus Copernicus (1473-1543) e Galileo Galilei (1564-1642), com característica de atividade complementar:

Desde a antiguidade, o céu estrelado traz a imaginação de muitas pessoas. Porém, aproximadamente 2 mil anos atrás, no momento em que as ideias científicas amadureciam, muitos filósofos deram diversas explicações e interpretações sobre astrologia cósmica e dos fenômenos celestiais. A maioria dessas teorias baseia-se na ideia de que a Terra é o centro do universo e que a lua, o sol e as estrelas giravam em torno da Terra. Até o momento em que o astrônomo polonês Nicolaus Copernicus (1473-1543), após um longo prazo de observação astrológica em 1543 D.C., afirmou que a Terra não era o centro do universo. Os cientistas daquela época em sua maioria, opuseram à ideia de Copernicus, assim como a Igreja romana de grande reputação não o apoiava. (p. 24) Depois da morte do Copernicus, o cientista italiano Galileo Galilei (1564-1642), a partir do ano 1609, fez diversas descobertas observando os corpos celestes usando telescópio fabricado por ele mesmo. Ele acreditava na ideia defendida pelo Copernicus e divulgava-a, nas palestras abertas ao público e em outras ocasiões. No entanto, a igreja Romana, a fim de manter a autoridade, o deteve preso dentro da casa.

Além disso, o proibia de publicar suas descobertas acadêmicas. Apesar de tantos tratamentos injustos, ele continuava sua produção intelectual e pesquisa. Mesmo antes de sua morte, mantinha debates com seus alunos sobre problemas científicos. A igreja Romana reconheceu seu erro apenas depois de trezentos anos e pediu desculpas ao Copernicus e Galileu em público. (TA, volume 6, p. 25, tradução nossa)

Além do relato textual, a autora de TA, volume 6, também inseriu quatro ilustrações, as quais mostram a atividade dos cientistas com seus alunos em um observatório. Isso salienta a importância do trabalho em equipe no desenvolvimento científico.

No final do texto, há uma atividade em que é solicitado aos alunos para responderem as seguintes perguntas: “-Qual é a moral da história depois da leitura sobre as passagens desses dois cientistas?” e “-O que você faria se surgissem dúvidas em relação aos fatos que outras pessoas te contaram?”. A autora, através destas perguntas, instiga os leitores a compreenderem melhor sobre estas histórias e, ao mesmo tempo, promove a reflexão sobre situações cotidianas análogas às vividas pelos cientistas. Esta atividade corresponde a subcategoria *outro*, na tabela 5. Relacionada à de Natureza da Ciência, está voltada ao sistema de crenças dos cientistas, de sua postura em relação ao mundo no sentido de buscar melhores explicações para os fenômenos.

No mesmo livro, na página 94 está exposta a biografia de Alexander Graham Bell (1847-1922), destacando seus estudos na área da acústica, pesquisa motivada pelo fato da mãe possuir problemas auditivos. Esse texto detalhou o processo para a invenção do telefone. No final dele a pergunta permite ao aluno uma reflexão sobre quais os pontos nesse experimento que eles podem aprender, possibilitando também a compreensão do comportamento social.

No livro TB, volume 6, página 71, é contada a história do cientista Konrado Lorenz (1903-1989). O texto apresentou sua premiação em 1973, quando recebeu o Nobel, pela atividade de médico biólogo. As obras dele descrevem os comportamentos dos animais. A autora também recorreu a um exemplo de Lorenz sobre o seu papagaio que separava os botões do pai em diversos grupos, conforme categorias diferentes, e de que esposa de Lorenz colocou o filho na gaiola para protegê-lo. Este texto é um texto complementar que, também, estimula a reflexão sobre o comportamento social.

Em TB, volume 5 e TB2, volume 6, todas as atividades apresentam características semelhantes a categoria ‘outro’ e é composta 100% de leituras complementares que contribuem para que o aluno aprofunde os conhecimentos adquiridos na unidade. Há, por exemplo, leituras que apresentam interpretações dadas por outras sociedades sobre o mesmo conteúdo.

No livro do Brasil, BR, nas páginas 66 e 67, há um experimento que permite ao aluno a compreensão sobre o funcionamento dos ímãs e dos eletroímãs, abordando também o a eletricidade nos eletroímãs de lixões e nas máquinas de ressonância magnética encontradas em hospitais e clínicas especializados. Na página 34 do mesmo livro, a menção ao primeiro registro de célula de cortiça por Hooke, identificamos uma questão ao aluno classificada na categoria “outros” por inquirir conhecimentos de Biologia e Matemática, sendo portanto uma questão interdisciplinar. A mesma categoria está também na página 147, porém as disciplinas se alteram para Biologia e Português, refletindo a respeito da trajetória e dos experimentos realizados por Darwin, citados na página anterior ao da questão.

A Tabela 7, abaixo, corresponde à categoria 3 de status do conteúdo histórico. Ao definir essas subcategorias – fundamental e complementar – baseados em Leite (2002), estabeleceu-se que o primeiro é relativo ao conteúdo obrigatório e o segundo é de caráter opcional ao professor e ao aluno.

A respeito do papel do conteúdo histórico, percebeu-se um grande hiato entre o Brasil e Taiwan. Para o primeiro país tais conteúdos são fundamentais e para o segundo a História da Ciência tem base complementar aos estudos principais.

Os conteúdos fundamentais de História da Ciência nos livros taiwaneses são em menor quantidade do que no livro brasileiro, mas os de Taiwan, por outro lado, são ricos em detalhes e ilustrações. Por exemplo, nas páginas 70 e 71, do volume 6 do livro TB, é apresentado um texto complementar sobre a

história de Konrad Lorenz (1903-1989) que vem distribuído em 4 trechos de expressão e 4 ilustrações representando o texto. O primeiro trecho relata a terra natal do cientista, sua infância até se formar em medicina e o caráter de amar e cuidar dos animais. A primeira ilustração do texto é um desenho do cientista com um pato sobre a braço dele, no canto ao lado de uma parede aparece a medalha do prêmio de Nobel de Fisiologia/Medicina que está sobre a cômodo. O segundo trecho do texto expressa às obras do cientista. A segunda ilustração traz o desenho de um livro aberto em que os animais saem, cuja interpretação pode ser a de que os animais são protagonistas do livro. O terceiro trecho manifesta um exemplo sobre seu papagaio e os hábitos do pássaro. Acompanhado deste trecho há uma ilustração de um papagaio separando os botões em cores diferentes. O último trecho expressa o assunto sobre o “Método de gaiola reversa em que o cientista utilizou a gaiola para proteger os filhos dentro da casa. A última ilustração tem um desenho de um bebê trancado dentro de gaiola, estando, vários animais, fora de gaiola.

O livro brasileiro tem um maior número de conteúdos fundamentais, caracterizado mais pela retórica dos conteúdos do que pelos contextos e processos inerentes ao desenvolvimento científico. Por exemplo, na página 146 e 147, do livro brasileiro, é apresentado um texto fundamental sobre a história de Charles Darwin (1809-1882). O texto é manifestado por uma pergunta para alunos sobre sua trajetória de pesquisa entre os anos de 1831 a 1836, dedicados a expressão das emoções nos homens e

**Tabela 7.** Status do conteúdo histórico.

Papel do conteúdo histórico	TA	TB	BR	TOTAL
Fundamental	7	5	16	28
Complementar	8	4	0	12
Total	15	9	16	40

**Fonte:** os autores.



nos animais. CARNEVALLE (2014), ainda, explicou a seleção natural em um texto que acompanha 3 ilustrações: uma foto do cientista e dois desenhos de gafanhotos vivendo nas plantas do campo. DUSCHL (1997) avalia a relevância da contextualização, na História da Ciência, para desvelar, segundo o autor, os processos de origem e evolução das ideias, o seu percurso e a interpretação dos pesquisadores ao longo dos anos, elementos que não deveriam passar despercebidos em tópicos da História da Ciência.

### 3. Considerações finais

O estudo qualitativo dos materiais didáticos utilizados nos 5º anos de escolarização pelas duas cidades, uma brasileira e a outra taiwanesa, revelou entre outros aspectos, que em termos de quantidade de conteúdos fundamentais e atividades práticas o livro brasileiro apresentou mais elementos que os livros taiwaneses. O livro taiwanês, em termos de conteúdos complementares contém mais informações sobre os processos científicos, além de apresentar mais elementos em termos da história de vida dos cientistas e de sua atitude no sentido de resolver problemas científicos em seu contexto histórico; contemplando as metas estabelecidas nas orientações curriculares desse país.

É relevante também mencionar nessa análise que o livro brasileiro pulveriza muito os conteúdos, apresentando inúmeros desdobramentos. Se considerarmos que os alunos que frequentam os anos iniciais estão fundamentando suas bases para os próximos anos, isso pode ser entendido como uma fragilidade. Ao passo que, o livro taiwanês procura dedicar quase toda unidade a um tema e aos experimentos envolvendo o desenvolvimento científico. Além disso, apresenta um considerável número de ilustrações, estando sua linguagem mais adequada à idade e à série de escolarização da criança. Considera-se que esse ponto pode vir a ser um dado relevante para que a comunidade de pesquisa brasileira pense a linguagem de apresentação dos conhecimentos científicos às crianças.

Esses aspectos nos remetem as problematizações

realizadas a mais de uma década por Gerard Fourez sobre as polarizações existentes no ensino de Ciências, tais como: quantidade de matéria versus qualidade da formação, alfabetização científica e técnica versus proezas científicas, etc. (FOUREZ, 2003).

Em ambos os países, entretanto, a presença da História da Ciência nos livros didáticos analisados ainda está aquém da importância dada pela área de pesquisa em ensino de Ciências a este conteúdo e, portanto, ao que poderíamos considerar como apropriado para a formação de uma representação mais alinhada aos processos científicos. Não há como negar, no entanto, o avanço qualitativo de modo geral desses materiais didáticos, estimulado pela existência de mecanismos avaliativos governamentais em ambos os países.

### 4. Referências bibliográficas

- BIZZO, N. Intervenções alternativas no ensino de Ciências no Brasil. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 6. São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo, pp. 94-99, 1997.
- CACHAPUZ, A. et al. **A Necessária renovação do ensino das ciências.** Cortez. São Paulo: Brasil. 2005.
- CARNEVALLE, M.R. **Ligados. Com: ciências, 5º ano: ensino fundamental: anos iniciais.** Saraíva. São Paulo: Brasil. 2014.
- CARVALHO, A.M.P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: o Conhecimento Físico.** Scipione. São Paulo: Brasil. 1998.
- CASCANEL. Secretaria Municipal de Educação. **Curriculum para Rede Pública Municipal de Ensino de Cascavel.** v. II. Ensino fundamental – anos iniciais. Ed. Progressiva. Cascavel, PR. 2008.
- CHEN, S. H. et al. **Ciências da Natureza e Tecnologias da Vida: ensino fundamental: anos iniciais** (自然與生活科技-國民小學第五冊), v. 5. 2a. ed. Kanxun. Taipei, Taiwan. 2015.
- CHEN, S. H. et al. **Ciências da Natureza e Tecnologias da Vida: ensino fundamental: anos iniciais** (自然與生活科技-國民小學第六冊), v. 6. 2a. ed. Kanxun. Taipei, Taiwan. 2016.

- DUSCHL, R. **Renovar la enseñanza de las ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo**. Narcea. Madrid: Espanha. 1997.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, pp. 109-123, 2003.
- GOLDSCHMIDT, A. I. **O ensino de Ciências nos séries iniciais: sinalizando possibilidades de mudanças**. 225f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: saúde e química da vida). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2012.
- GONÇALVES, M.E.R.; CARVALHO, A.M. de. Conhecimento Físico nas primeiras séries do 1º Grau: o problema do submarino. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 90, pp. 72-80, ago. 1994.
- LEITE, L. History of Science in Science Education: development and validation of checklist for analyzing the historical content of science textbooks. **Science and Education**, Dordrecht, Holanda, v. 11, n. 4, pp. 333-359. 2002.
- LI, S. H.; WU, J. M. A study of analyzing the historical content of elementary Science and technology textbooks. **Educational Journal of NHCE**, Taiwan, Hsinchu, v. 2, n. 25, pp. 1-31. dez. 2008.
- LIMA, M.E.C. de C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG. Brasil, v. 8, n. 2, pp. 161-175, dez. 2006.
- MALACARNE, V.; STRIEDER, D.M. O desvelar da Ciência nos anos iniciais do Ensino Fundamental: um olhar pelo viés da experimentação. **Vivências**, Rio Grande do Sul, n. 5, v. 7, pp. 75-85. maio 2009.
- MORI, R. C.; CURVELO, A. A. da S. Livros de Ciências para as séries iniciais do Ensino Fundamental: a Educação em Química e as influências do PNLD. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, Brasil, v. 18, n. 3, pp. 545-561. 2013.
- OLIVEIRA, C. M. A. de; CARVALHO, A. M. P. de. Escrevendo em aulas de Ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 11, n. 3, pp. 347-366. 2005.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (OECD). **Programa for international student assessment (PISA) Results from PISA 2015**. 2016. Disponível em: <<https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Brazil-PRT.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2018.
- PAN, J. Y. **A study of analyzing the historical content of secundar Science an technology textbooks**. Dissertação (Graduate Institute of Mathematics anda Science Education). National Tsing Hua Unniversity, Hsinchu City, Taiwan, 2010.
- PEREIRA, A. I.; AMADOR, F. A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciências**, Espanha, v. 6, n. 1. 2007.
- PIRES, E. A. C.; MALACARNE, V. A formação do professor de Ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental: um olhar para os cursos de Pedagogia presencial de Cascavel/PR. **Revista Acta Scientiae**, Canoas-RS, v. 18, n. 1, pp. 186-203. 2016.
- 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, RS, Brasil, v. 12, n. 3, pp. 357-368. 2007.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. 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, pp. 333-352. 2008.
- SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: Oportunidades de Interação Social e sua Importância para a Construção da autonomia Moral. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 10, n. 1, pp. 199-220. maio. 2017.
- SHI, J. Y. et al. **Ciências da Natureza e Tecnologias da Vida: ensino fundamental: anos iniciais** (自然與生活科技-國民小學), v. 5, código 1705. 2a. ed. Kanxun. Tainan, Taiwan. 2015.

SHI, J. Y. et al. **Ciências da Natureza e Tecnologias da Vida: ensino fundamental: anos iniciais** (自然與生活科技-國民小學), v. 6, código 1747. 2a. ed. Kanxun. Tainan, Taiwan. 2016.

TAIWAN, Ministério da Educação da República da China, n.0920028081, **Currículo das Ciências no Ensino Fundamental dos anos iniciais de Taiwan**. Taipei, Taiwan. 2010.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL (UNESCO-Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.). **New Trends in**

**Primary School Science Education:** v. 1 (Teaching of Basic Sciences). Paperback – Import, Jun. 1983.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A história da Ciência nos livros didáticos de Química do PNLEM 2007. **Ciência e Educação**, São Paulo, Bauru, v. 18, n. 2, pp. 291-308. 2012.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. **R. Bras. de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa-Pr, v. 6, n. 2, maio-ago., 2013.





## INTERAÇÕES DISCURSIVAS MEDIADAS NA AULA DE CIÊNCIAS

### DISCURSIVE INTERACTIONS MEDIATED IN THE CLASSROOM

### INTERACCIONES DISCURSIVAS MEDIADAS EN EL SALÓN DE CLASES

Núbia Rosa Baquini da Silva Martinelli\* , Luiz Fernando Mackedanz\*\* , Jaqueline Ritter\*\*\*

Cómo citar este artículo: Baquini da Silva Martinelli, N.R., Mackedanz, L.F. y Ritter, J. (2020). Interações discursivas mediadas na aula de ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 28-45. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14167>

#### Resumo

Neste trabalho, buscamos estudar interações pedagógicas dialógicas e discursivas, que resultam em formação conceitual, durante aulas de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental, no sul do Brasil. O objetivo é demonstrar um modo de desenvolver o componente curricular de Ciências Naturais, superando o ensino instrucional, em favor de um ensino contextualizado, que considera as motivações dos estudantes na relação com as mediações docentes, como possibilidades de aprender e ensinar. Move nossas práxis a questão: por quais “meios” as manifestações dos estudantes em sala de aula podem constituir-se como mediações entre os movimentos de ensinar e aprender, para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente? Trata-se de pesquisa-ação, cujo corpo empírico forma-se por filmagens das aulas transcritas e analisadas, segundo a teoria bakhtiniana das “interações discursivas”, na qual a linguagem é fundamentalmente analisada como categoria fundante dos movimentos de ensinar e aprender. Trabalhamos em escolas públicas municipais, partindo da premissa de que o trabalho pedagógico que fomenta a expressão dos estudantes é capaz de gerar movimentos de ensinar e aprender dialógicos, nos quais as interações verbais proporcionam formulações conceituais dos estudantes a partir das mediações docentes. Assim, os temas das enunciações constituem-se em formulações teórico-práticas capazes de gerar interpretações acerca das lógicas de produção científica, por meio dos conceitos científicos e suas manifestações

Recibido: 28 de noviembre de 2018; aprobado: 15 de abril de 2019

- \* Doutora em Educação em Ciências, pela Universidade Federal do Rio Grande, Brasil. Professora da educação básica, Técnica em Educação no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil. Correio eletrônico: nubia.bachini@riogrande.ifrs.edu.br
- \*\* Doutor em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande, no Instituto de Matemática, Estatística e Física. Correio eletrônico: luismackedanz@furg.br
- \*\*\* Doutora em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio Grande, na Escola de Química e Alimentos. Correio eletrônico: jaqueline.ritter@furg.br

linguísticas sobre o funcionamento das Ciências Naturais, sobre sua natureza e sobre as suas inter-relações com a sociedade.

**Palavras-chave:** linguagem, ensino de ciências, diálogo, método discursivo.

### **Abstract**

In this research, we study the dialogic and discursive pedagogical interactions encouraging conceptual construction in 9th grade science classes at a school in southern Brazil. The main objective is to demonstrate how to develop the curricular component of natural science classes by moving past instructional teaching and instead facilitating contextualized teaching, which considers students' motivations in relation to teaching through mediation. We base this practice on the following question: through what strategies can students' activities in class be constituted in mediations that develop processes of teaching and learning in a dialogic and dialectical way? Data collection in this action research was done through video recordings, transcriptions, and analyses of classes according to the Bakhtinian theory of discursive interactions, according to which language is a founding category of teaching and learning movements. We worked in municipal public schools under the hypothesis that pedagogical work to stimulate students' expressions impacts the dialogical movements of teaching and learning, where verbal interactions allow their conceptual formulations through teaching as mediation. Thus, the themes about enunciation become theoretical-practical approaches capable of generating interpretations about the logic of science production, throughout scientific concepts and their linguistic manifestations about the functioning of science, its nature, and its interrelationships with society.

**Keywords:** Language, Science education, Dialogue, Discursive method.

### **Resumen**

En esta investigación, estudiamos las interacciones pedagógicas dialógicas y discursivas que fomentan la construcción conceptual en las clases de ciencias de grado noveno, en un colegio del sur de Brasil. El principal objetivo es demostrar un modo de desarrollar el componente curricular de Ciencias Naturales, superando la enseñanza instructiva y favoreciendo la enseñanza contextualizada, que considera las motivaciones de los alumnos en la relación con las mediaciones docentes como posibilidades de aprender y enseñar. Fundamentamos esta práctica en la pregunta: ¿Por cuáles "medios" las manifestaciones de los estudiantes en la clase, pueden constituirse en mediaciones que desarrollan procesos de enseñar y aprender de manera dialógica y dialéctica? Esta fue una investigación-acción, cuya toma de datos se realizó por medio de filmaciones de clases transcritas y analizadas según la teoría bakhtiniana de las "interacciones discursivas", según la cual, el lenguaje es fundamentalmente analizado como categoría fundadora de los movimientos de enseñar y aprender. Trabajamos

en escuelas públicas municipales bajo la hipótesis de que el trabajo pedagógico que alimenta la expresión de los estudiantes es capaz de producir movimientos de enseñar y aprender dialógicos, donde las interacciones verbales permiten sus formulaciones conceptuales a través de las mediaciones docentes. Así, los temas de las enunciaciones se constituyen en planteamientos teórico-prácticos capaces de generar interpretaciones acerca de las lógicas de producción de las ciencias, por medio de los conceptos científicos y sus manifestaciones lingüísticas sobre el funcionamiento de la ciencia, sobre su naturaleza y sobre sus interrelaciones con la sociedad.

**Palabras clave:** lenguaje, enseñanza de las ciencias, diálogo, método discursivo.

## Introdução

Ensinar e aprender na contemporaneidade demandam olhares atentos a um panorama intrincado e fluido de inter-relações, que nos faz refletir sobre a prática escolar, que no nosso entender deve superar formas estáticas, em favor de formas móveis, que captem as oportunidades de ensinar e aprender que se desenham no momento da interação pedagógica, que é fundamentalmente discursiva. Isso não descaracteriza a intencionalidade e o planejamento docente, tendo em conta os saberes historicamente acumulados pelas sociedades. Entretanto, não se pode mais esperar os feedbacks das aprendizagens, obedecendo á velha dinâmica pedagógica instrucional formada por ministra-exercita-consolida-cobra, própria da educação bancária (FREIRE, 1996), que, como tal, deposita informações e depois espera do estudante, a sua reprodução nos momentos avaliativos. DEMO (1991) chama aulismo à prática de aula onde só se exercita o ensino e se repassa, no dizer do autor, conhecimento de segunda mão, na qual criações e recriações não são incentivadas e promovidas, dificultando os movimentos de aprender.

A partir dessas ideias promovemos e pesquisamos práticas curriculares dialéticas e dialógicas formadas de movimentos de ensinar e aprender integrados e articulados, nos quais as manifestações discentes em processos mediados dão pistas que orientam a professora-pesquisadora, quanto ao replanejamento necessário no curso da aula e no programa de ensino. A linguagem verbal e corporal são as vias dessa comunicação, que dá indícios das aprendizagens havidas, bem como das fragilidades ou dificuldades nas elaborações conceituais e, sobretudo das curiosidades e motivos que movem o interesse discente. Segundo OLIVEIRA (2002) mediação para Vygotsky é: “o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; [que] deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada” (OLIVEIRA, 2002, p. 26), podendo constituir-se através de signos e instrumentos, sendo signo, palavra com significado. Assim, os conceitos são palavras

significadas em processos mediados pelas relações de ensinar e aprender. Isso permite afirmar que “nas formas superiores do comportamento humano, o indivíduo modifica ativamente a situação estimuladora como parte do processo de resposta a ela. Foi a totalidade da estrutura dessa atividade produtora do comportamento que Vygotsky tentou descrever com o termo “mediação” (COLE; SCRIBNER, in VYGOTSKY, 1991 p. 15, aspas no original).

Em se tratando de relações pedagógicas escolares, BORTOLOTTI, FIAD (2017) apontam uma “artificialidade conversacional que habita certa tradição na cultura escolar” (p.16), que instaura a necessidade de refinar o olhar para as relações pedagógicas para que, na perspectiva da linguagem como definidora dessas relações, “o exercício mútuo da contrapalavra seja realidade na escola e não uma artificialidade perspectivada em sua significação mínima à de uma estratégia de conversação” (BORTOLOTTI; FIAD, 2017, p. 18).

Partindo dessas ideias, investigamos por quais “meios” as manifestações dos estudantes em sala de aula podem constituir-se como mediações entre os movimentos de ensinar e aprender, para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente. Portanto, perseguimos – via linguagem – os meios mediacionais que influenciam tanto as aprendizagens dos estudantes tornando-os mais capazes, quanto orientam o replanejamento da professora a qual interpreta sua práxis. De acordo com VYGOTSKY (2001) aprendizagem é uma modificação ativa no sujeito por meio de novos esquemas mentais, oriunda de processos comunicativos mediados por instrumentos e signos, inseridos pelo sujeito mais experiente, acontecendo no seio de uma cultura, sob influência de sua historicidade. É então a concretização do potencial de desenvolvimento de todos os envolvidos em interações discursivas, que ocorre através da mediação inserida. Assim, a zona de desenvolvimento potencial se caracteriza por possibilidades de aprendizagens que se realizam com o auxílio de um parceiro mais capaz, através da linguagem, que interage simbioticamente com o pensamento.

Apresentamos resultados de pesquisa-ação sobre construções conceituais discentes com potencial de transformarem-se em conhecimentos e saberes (re)formulados no momento da aula, em interações dialógicas mediadas nas quais as falas da professora e dos estudantes são consideradas mediações dos processos de ensinar e aprender, assim como outros instrumentos inseridos, como mediação semiótica (VYGOTSKY, 2001).

## 1. Desenho metodológico

Nesta pesquisa-ação (CARR, KEMMIS, 1988), é nossa intenção apontar construções conceituais discentes, a partir da sala de aula, como mundo vivido e lido pelos estudantes e pela professora, através das interações pedagógicas mediadas (VYGOTSKY, 2001) que fomentam movimentos de ensinar e aprender dialógicos (FREIRE, 1996), analisados através da teoria das interações discursivas de BAKHTIN (2006).

Apresentamos análise de três aulas de Ciências do 9º ano, das quais constituímos como categorias analíticas, consoante a teoria bakhtiniana, enunciações, apresentadas como Temas de Enunciações. Selecionamos aqueles enunciados que dão pistas sobre a construção de conhecimentos sobre a natureza do próprio conhecimento e da Ciência. O corpo empírico é formado por aulas filmadas e transcritas, das quais trazemos análise referente ao tema Natureza da Ciência, pontuando alguns dos seus aspectos mais pertinentes: os Movimentos da Ciência, a Visão popular sobre a Ciência e Nomenclatura científica. As aulas foram desencadeadas a partir do filme “A história do Mundo em 2 Horas”<sup>1</sup> assistido anteriormente pelos estudantes em aula. Para organizar a escrita estabelecemos o código: A numerado para falas dos estudantes, seguido das letras G (aula Gravidade), M (aula Marés), S (aula Sistema Solar X Modelo Atômico) e P para falas da professora. Utilizamos AA para diversas vozes, ou quando é impossível determinar o falante.

Explicamos a seguir a constituição dos temas das enunciações. Partindo da aula, tornada viva no processo analítico, segue-se a sequência: leitura prévia das transcrições das aulas, atentando para a ocorrência de palavras e/ou expressões que indicassem possibilidades de constituição conceitual, as quais chamamos prototemas. Após analisou-se as possibilidades de, em torno destes constituírem-se as enunciações. Demarca-se assim os passos da análise: identificação do enunciado; leitura acurada; descrição do contexto extraverbal, que ocorre ao longo do processo; e análise do enunciado<sup>2</sup> propriamente dita. Os elementos linguísticos das enunciações segundo Bakhtin são: relação com os outros participantes, conclusibilidade e, principalmente alternância entre falantes.

Na teoria das interações discursivas (BAKHTIN, 1997, 1998, 2006), o gênero discursivo constitui-se como unidade de análise, tendo três aspectos principais: o conteúdo temático (tema); o estilo verbal (seleção dos recursos linguísticos); e a construção composicional, que indica o gênero: “toda situação inscrita duravelmente nos costumes possui um auditório organizado de certa maneira e conseqüentemente um certo repertório de pequenas fórmulas correntes” (BAKHTIN, 2006 p. 128). Assim o gênero discursivo reúne tipos relativamente estáveis de enunciados, que dependem do espaço-tempo onde ocorrem, como a sala de aula, da qual intencionamos, através da análise, fazer aparecer as vozes sociais que se fazem presentes. Entretanto, como alerta FARACO (2016), estes gêneros são fluidos e hibridizam-se, pois estão subordinados às condições concretas de ocorrência, como destacaremos na análise. Quanto ao texto produzido, de acordo com Bakhtin “constitui-se um discurso encaixado no interior do qual se manifesta uma interação dinâmica. Essa passagem (do discurso direto ao indireto) implica análise e reformulação completa, acompanhadas de um deslocamento e/ou um entrecruzamento dos “acentos apreciativos”” (YAGUELLO, 2006 p. 19,

1 A História do Mundo em 2 Horas. History of The World In Two Hours (original). COHEN, D. 120 minutos, documentário, History Channel: 2001. Reino Unido. Formato digital. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tnVUJjhc4Ic>. Acesso: 30/05/2017.

2 Há uma linha tênue entre os significados de enunciado e enunciação na teoria bakhtiniana, porém enunciado liga-se mais ao fato; e enunciação ao ato de enunciar.



aspas no original), que são próprios da concretude das interações e funcionam como “auxiliares marginais das significações linguísticas” (BAKHTIN, 2006 p. 138).

Significação em Bakhtin não tem o mesmo significado que em Vygotsky, sendo que para o primeiro: “qualquer mudança de significação é sempre [ ] uma reavaliação: o deslocamento de uma palavra determinada de um contexto apreciativo para outro. É por isso que, na enunciação viva, cada elemento contém ao mesmo tempo um sentido e uma apreciação” (BAKHTIN, 2006 p. 138). Já para VYGOTSKY (2001), essa variação no significado da palavra pertence ao campo dos sentidos. Segundo ele, “o sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. [ ] O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa” (VYGOTSKY, 2001 p. 123).

GOULART (2009), baseando-se em Bakhtin, explica que aspectos argumentativos das enunciações no processo pedagógico explicitam o movimento discursivo de construção do conhecimento, de modo que o dialogismo<sup>3</sup> é a via de concretização da aprendizagem na linguagem. Escolhemos a aula como espaço-tempo de estudo, sabendo que a palavra expressa torna-se um “signo que refrata e reflete a realidade em transformação” (GIROLA, 2004 p. 322), da qual os falantes tomam parte. Enunciação é a objetivação externa do conteúdo (interno) a ser expresso sendo eminentemente social “mesmo sob a forma original confusa do pensamento que acaba de nascer, pode-se já falar de fato social e não de ato individual interior” (BAKHTIN, 2006 p. 120).

A formação de significados se dá através da palavra, que é enunciada como discurso para o outro: “A palavra é o signo ideológico por excelência; ela registra as menores variações das relações sociais” (YAGUELLO, 2006 p. 17). Assim o sujeito

ao enunciar, põe em contato a sua palavra, com a realidade que a produz, de modo que “palavra é expressiva, mas essa expressão, reiteramos, não pertence à própria palavra: ela nasce no ponto de contato da palavra com a realidade concreta e nas condições de uma situação real, contato esse que é realizado pelo enunciado individual” (BAKHTIN, 1997 p. 314), assim, as interações discursivas são de natureza eminentemente social.

O primeiro tema analisado provém das discussões sobre diferentes tipos de conhecimentos e sobre a natureza da Ciência, que não estavam previstas no planejamento docente, entretanto constituem-se nas interações. De acordo com a proposta pedagógica da pesquisa-ação emancipatória (CARR, KEMMIS, 1988), que investiga movimentos de ensinar e aprender dialógicos, não é possível ignorar a curiosidade dos estudantes sobre os movimentos e a natureza da Ciência, uma vez que essas curiosidades iniciais mostram-se propícias a produzir elaborações conceituais.

## 2. Discussão de resultados

É nossa intenção apontar evoluções nas elaborações conceituais discentes, oriundas das vivências dialógicas orientadas para a natureza do próprio conhecimento e da Ciência. Apresentamos tabela que relaciona os objetivos das aulas, os conceitos desenvolvidos, através dos temas das enunciações selecionados, de acordo com o aporte teórico, por apresentarem conexão entre a razão teórica e a razão prática, que deve ser entendida como: “a razão que se orienta [...] a partir do vivido, isto é, do interior do mundo da vida” (FARACO, 2016, p. 19).

### a. Tema de Enunciação: Movimentos da Ciência

Em se tratando da natureza do conhecimento ARROYO (2017) avalia que “os docentes e os alunos têm direito a conhecer as tensões que levaram a essa sistematização dos conhecimentos que precisam aprender” (p. 122). Para o autor o conhecimento dos movimentos da Ciência e da constituição interna das diferentes ciências ajuda a compreender fatos

3 Cumpre pontuar a diferença entre dialogicidade (em Freire), como interação verbal entre falantes, com vistas ao processo de conscientização, mediado pelo mundo; e dialogismo (em Bakhtin): interação entre sujeitos, como entidades axiológicas, abrangendo qualquer troca, via linguagem, inclusive quando o ouvinte \ leitor não está presente, como nas obras literárias.

**Tabela 1.** Dados objetivos das aulas.

Aulas	Objetivos	Conceitos desenvolvidos	Temas das Enunciações
1. Formação da Lua (Gravidade)	Discutir os eventos que originaram as condições de formação da Lua;	Litosfera; Campo; Substância; Elemento; Diâmetro; Massa; Gravidade: consequência da matéria; Limites astronômicos: Terra, atmosfera, céu, espaço.	Movimentos da Ciência: Caráter não absoluto das teorias e Visão popular sobre a Ciência
	Discutir as consequências de tal evento;		
	Introduzir a noção de campo gravitacional;		
	Demonstrar evidências cotidianas da ação da gravidade.		
2. Marés Maré lunar X Maré meteorológica (o caso de Rio Grande)	Responder questão formulada na aula anterior sobre a influência da Lua na Terra;	Gravidade; Estados de agregação; Fluidos; Deformação; Partes do planeta; Nomenclatura científica; Ângulos; Plataforma continental, Relevo, Pontos cardeais, Polos terrestres; Volume; Pressão atmosférica; Mudanças de fase; Grandeza vetorial – noções sobre vetores.	Questões éticas em Ciência; e Nomenclatura científica;
	Compreender as marés como deformações na crosta terrestre;		
	Discutir aspectos climáticos locais, referentes às marés: regime de ventos, relevo;		
	Compreender porque em Rio Grande as marés são predominantemente meteorológicas.		
3. Sistema Solar X Modelos Atômicos: questão de escala	Comparar o modelo atômico de Rutherford-Bohr com o Sistema Solar;	Microcosmo e macrocosmo; Escalas; Analogia; Notação científica; Gravidade: força atrativa; Órbitas dos planetas e dos elétrons; Modelo de Rutherford; Cargas elétricas; Estados físicos; Atração e repulsão elétrica; Quantização; Matéria, Energia.	Questões éticas em Ciência; e Nomenclatura científica;
	Revisar conceitos sobre o sistema solar, como órbitas, tipos de corpos celestes, etc.		
	Testar os limites da analogia;		
	Compreender o papel de Bohr no modelo de Rutherford.		

Fonte: autoria própria.

científicos e a melhor entender teorias e conceitos. A seguir mostramos diálogo sobre a relação entre conhecimento e informação, aspecto importante no processo de aprender sobre Ciência:

*“P: ...Os colegas mencionaram no trabalho o tamanho do asteroide que ocasionou a formação da lua, está aqui, vamos ver: ...6.800Km, aproximadamente o diâmetro de Marte.*

*A4G: Tu não sabe (sic) de cabeça, sora (sic)?*

*P: Não! Todos os dados que estão tabelados a gente não precisa decorar; a gente só tem que saber onde encontrar... E o outro, que ocasionou a extinção dos dinossauros, era bem menor, vamos procurar aqui na internet, que a prof também não sabe de cabeça... Olha, diâmetro estimado entre 12 e 14Km. Vejam a diferença! (Escreve no quadro).*

*P: O que significa diâmetro? Me mostrem o diâmetro dessa figura aqui. E se fosse esférica?”*

Gesticula, demonstrando a esfera, a partir do desenho; os estudantes gesticulam simulando um corte da esfera.

*“P: Pra facilitar a conta, de cabeça: vamos considerar que o diâmetro do 2º asteroide seja 6000Km. Quanto é 6000:12? Vamos considerar 12Km o diâmetro do outro, também pra facilitar a conta... Se fosse 6000 dividido por 6, qual seria a resposta?*

*A: 1000.*

*P: Mas não é seis, não é por seis... É por 12,... Fizemos isso só pra facilitar a conta... Sendo o diâmetro do asteroide, 12Km, quanto dá?*

*A: É a metade, sora(sic): 500.*

*P: Isso mesmo: o asteroide que formou a lua é, pelas nossas contas, aproximado tá gente... 500 vezes maior do que o outro! O outro que... Desencadeou os eventos que... Acabaram por extinguir os dinos (sic)."*

MORIN (2011) e HARGREAVES (2004) discutem a importância de diferenciar informação de conhecimento na perspectiva da educação emancipadora, através de um ensino que quer construir conhecimento, que é passível de elaboração, em movimento; enquanto que a informação é formada por dados, que têm caráter estanque. O poeta Eliot relaciona essas categorias com a sabedoria, em forma de questionamentos: "Onde está a sabedoria que perdemos no conhecimento? Onde está o conhecimento que perdemos na informação?"<sup>4</sup> (ELIOT, 2004 p. 300). O diálogo apresentado demonstra que a falta de uma informação é rapidamente sanada mediante o acesso a fontes, como a internet ou livros, sem prejuízo do raciocínio em curso. Este aspecto é bastante trabalhado em aula, com a professora-pesquisadora sempre instigando os estudantes para a construção dos conceitos, através das informações e dados, tratados dialogicamente.

A relação entre informação e conhecimento atravessa-se no diálogo, que tem outro objetivo: responder a questão<sup>5</sup> de por que um segundo meteoro bateu na Terra e, em vez de formar-se daí outra lua, apenas desencadeou fenômenos que culminaram na extinção dos dinossauros. A partir daí a professora conduz para o tratamento matemático que objetiva comparar as dimensões envolvidas nos dois eventos. Esse entrelaçamento de temas é explicado por Bakhtin: "O enunciado é um elo na cadeia da comunicação discursiva e não pode ser separado dos elos precedentes que o determinam tanto de fora quanto de dentro, gerando nele atitudes responsivas diretas e ressonâncias dialógicas" (BAKHTIN, 1997 p. 320). Esse entrelaçamento de temas justifica, a

nosso ver, as dificuldades encontradas em desmembrar as transcrições, para obter os enunciados. Além disso, o processo de transcrição, sendo tão intenso (três aulas demandaram quase dois meses), leva-nos a comparar as palavras transcritas, à palavra nativa (no sentido idiomático), que segundo BAKHTIN (2006) "é percebida como um irmão, como uma roupa familiar, ou melhor, como a atmosfera na qual habitualmente se vive e se respira. Ela não apresenta nenhum mistério" (p. 102). Entretanto, a análise isenta requer distanciamento e capacidade de desapegar-se do material produzido.

Na aula Gravidade discute-se o aspecto da incerteza da Ciência, como construção humana, aspecto que um dos estudantes traz, em resposta ao colega que indaga:

*A1G: Sora (sic), como assim duas teorias sobre a mesma coisa?*

*A2G: ... Nada é impossível, os cientistas não têm certeza. A sora (sic) mesmo já ensinou que na ciência até sobre as coisas do passado, tem...? Equipes de cientistas que ficam... trabalhando, estudando... Turmas diferentes de cientistas que pesquisam a mesma coisa... e que não concordam assim, em tudo...*

*P: Correto! Mas vocês sabem que um dos objetivos da Ciência é justamente conhecer os fenômenos, para poder, em função do que é conhecido, fazer previsões. Mas nem sempre isso... Nem sempre se torna possível, é um movimento..."*

Na 3ª aula da sequência: Sistema Solar X Modelos Atômicos aparece discussão sobre a natureza da Ciência, propiciada pelo uso de analogia entre dois modelos: o sistema planetário e o modelo atômico de Rutherford. Assim trabalhamos a analogia entre dois modelos, um mais conhecido dos estudantes (o análogo); e o modelo a ser aprendido (o alvo) de acordo com a tipificação de SILVA, TERRAZAN (2005).

*"AS1: Mas sora (sic), tem uma coisa... Se tu pensar (sic) que... Tem planetas, astros que tem tanto satélite girando com ele... Tem as poeiras... Cósmicas... É*

<sup>4</sup> "... Where is the wisdom that we have lost in knowledge? Where is the knowledge we have lost in information?"

<sup>5</sup> A6G: Porque depois outro cometa... Asteroide veio bateu de novo e aí não formou outro planeta,... Satélite, sei lá,... Só matou os dinossauros? Imagina sora, se esse outro que veio e bateu, tivesse formado outra lua...

*mais ou menos como a nuvem, nuvem eletrônica do modelo mais... Da nuvem.*

*P: Essa tua ideia é muito interessante... Mas... É, tem uma diferença importante: a nuvem eletrônica não é uma nuvem, como as nuvens de chuva, feita de matéria... A nuvem eletrônica é uma região de probabilidade de o elétron estar se movendo. E as órbitas, dos corpos celestes são bem conhecidas... E tem outra diferença importante também: no sistema solar tem uma força predominante agindo. Que força é mesmo? Tenho certeza que vocês sabem.*

*AA: Gravidade sora (sic)... Se tu tem certeza, é gravidade. Mas, como predominante?*

*P: Isso! Isso mesmo! No sistema solar tem a gravidade que é uma força de atração, mas no sistema atômico, tem forças elétricas de atração e de repulsão... E também forças que surgem por causa das configurações...*

*P: ...Em Ciência não se pode forçar a situação pra encaixar na nossa intenção... No que pretendemos... Então vamos deixar bem claro que essa analogia é com o modelo de Rutherford-Bohr. Ela não é geral pra qualquer modelo atômico."*

Nesse excerto, pode-se perceber o movimento que parte da palavra de autoridade da professora como mote para o desenvolvimento conceitual, tornando-se "palavra semi-alheia, [ou palavra persuasiva, que leva a] produtividade criativa [que] consiste precisamente em que ela desperta nosso pensamento e nossa palavra autônoma" (BAKHTIN, 1998 p.145). Assim as enunciações vão se constituindo na tensão entre forças antagônicas, compondo movimento tensionado, contraditório e plural.

Do ponto de vista da epistemologia do conhecimento científico do mundo, diz-nos (BACHELARD, 1996) que este não se dá de forma direta por isso a importância dos modelos científicos, que devem funcionar como mediações para construir compreensões sobre fenômenos e processos naturais: "A compreensão pode ser entendida como o movimento de aproximar o signo de outros signos já conhecidos, sendo uma resposta a um signo por meio de outros signos" (GIROLA, 2004 p. 320),

ideia encontrada na teoria sócio interacionista da aprendizagem:

Nos conceitos científicos que a criança adquire na escola, a relação entre esses conceitos e cada objeto é logo de início mediada por outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica uma certa posição relativamente a outros conceitos, isto é, um lugar num sistema de conceitos. (VYGOTSKY, 2001 p. 80)

Nesse caso, os próprios estudantes planejaram sua apresentação do seminário, através da analogia entre o modelo do sistema solar e o modelo atômico de Rutherford, pois encontraram nesta forma o material de consulta que utilizaram, como expresso na fala reproduzida abaixo:

*"AS1: Sora sora (sic)... Olha só o que a gente achou! A gente tá (sic) pesquisando a nossa parte que ainda falta apresentar, do Sistema Solar... E olha aqui o que a gente achou! Esse site aqui ó (sic), ele relaciona... Tipo (sic) ele é histórico, história da Física... E ele diz isso aqui ó (sic)..."*

*AA: Ele diz que o sistema solar, que já conheciam há muito tempo... Desde desse Jordano (sic), que o Sistema Solar, a ideia dele, foi usada pelos cientistas que... Tipo (sic) que queriam explicar a ideia deles do átomo, o modelo que eles achavam certo... E eles usaram o Sistema Solar... A ideia do Sistema Solar pra explicar..."*

Observamos que, uma vez estabelecidas as relações dialógicas e fomentado o interesse dos estudantes, o que vem ocorrendo desde o início do ano letivo, a comunicação entre estudantes e professora flui de modo atípico, estendendo-se para além do espaço-tempo da aula, iniciando-se antes e repetidas vezes estendendo-se além dela. O desenvolvimento da aula encaminhou-se estabelecendo os limites da analogia. FERRY, NAGEM (2009) enfatizam a necessidade tanto de tratar dos aspectos coincidentes da analogia; como dos aspectos controversos, o que pode ser chamado de contra analogia:

“consideramos que é também necessário explicitar as características que não são compartilhadas” (FERRY, NAGEM, 2009 p. 45) pelos dois sistemas ou conceitos.

Esse exercício de apontar os aspectos em que a analogia mostra-se falha foi exercitado em forma de levantamento item a item nesta aula Modelo Atômico X Sistema Solar, conforme excerto abaixo:

*P: Então, agora vamos ponto a ponto, avaliando... Qual é... A parte principal da analogia?*

*AS3: É o sol é o átomo... E...*

*AS1: Não! É sobre o átomo, o sol é o núcleo e os elétrons girando são os planetas.*

*P: Ótimo! Isso é o principal. E agora vamos indo item por item. Como é o movimento dos planetas? Como são as órbitas?*

*AS2: Círculos. Circulares.*

*AS1: Ah não, são... O planeta vai lá longe... Não anda em círculo certinho. Anda assim né sora (sic)?... Posso fazer aqui no quadro, como eles andam?*

*P: Pode... E eu já pergunto: nesse ponto da analogia, ela é válida? As órbitas dos planetas são iguais as dos elétrons?”*

Para DUIT (1991) para aprender Ciências, os estudantes devem entender modelos científicos relativos aos conteúdos, tornando-se capazes de avaliar sua abrangência e limitações. E para HODSON (2003) discussões sobre modelos, constituem-se oportunidades para os professores acompanharem a expressão dos estudantes, de suas próprias ideias sobre os fenômenos em estudo, o que fazemos nesta pesquisa-ação. Segue-se a sequência do excerto acima:

*“AS2: Não. Hum é... Elíptica e os elétrons não... Eles andam em círculos, em volta.*

*P: Muito bom! Então essa é 1ª limitação da analogia entre os modelos. Que mais? Os planetas são solitários nas órbitas deles? Todos?*

*AA: São.*

*P: Tem certeza?*

*AS8: Não né sora (sic)! Se a gente acabou de fazer trabalho da Lua, que é satélite,... Que influi um*

*montão na Terra... E tem outros planetas que tem até mais satélites que a Terra... Saturno tem tantos... Tantas coisas girando que forma um anel...*

*AS1: Mas sora, sora (sic) eu vi... Quando estudei pro trabalho... Que tem um monte de partes, coisas de dentro do átomo que descobriram depois... Neutrino... Outro elétron, tipo negativo... Não positivo.*

*P: É tens razão. A gente inicia estudando as partículas elementares ou fundamentais do modelo que estamos estudando... Mas há outras mesmo. Nesses mais de cem anos depois da criação desses modelos, os cientistas vêm pesquisando e já sabem que há mesmo outras partículas...”*

É importante notar que um dos estudantes apresentadores autoriza-se a expressar o que compreendeu (corretamente) sobre o fato de haver mais partículas subatômicas, além das elementares. Faz essa colocação na discussão sobre a analogia entre satélites orbitando os planetas, e partículas orbitando o núcleo, como se vê no excerto acima. Entretanto, o caminho dialógico de verificar a plausibilidade da analogia trouxe, a princípio, descontentamento e frustração por parte dos estudantes autores do trabalho, pois eles não estão acostumados ao movimento da Ciência de evoluir a partir dos erros e retificações (BACHELARD, 1996); assim como também não estão familiarizados a aprender os conceitos científicos desta forma, como expresso abaixo:

*“AAS: Mas sora (sic) quando a gente te perguntou, ontem, tu disse que tava certo, que a gente podia usar... A comparação... Agora tu tá fazendo uma lista que vai acabar... Vai acabar dizendo que tá (sic) tudo errado... Soooora (sic), por que tu deixou a gente fazer então?6*

*P: Calma aí! (...) Vocês consultaram um site confiável7, me consultaram, trouxeram uma analogia, que está proporcionando a gente aprender um montão de coisas importantes, inclusive sobre a validade dos*

6 O estudante se refere ao uso da analogia entre o Sistema Solar e o Modelo de Rutherford, para apresentar seu trabalho.

7 Sites consultados pelos estudantes: <http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/> e [http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=\\_modelosatomicosabigailfe](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_modelosatomicosabigailfe).

*modelos e das analogias. E de quebra tão revisando conceitos básicos de Astronomia... Então tá tudo ok! A Ciência não é feita só de êxitos, a vida estudantil não é feita só de êxitos..."*

BAKHTIN (2006) explica que “não se pode construir uma enunciação sem modalidade apreciativa. Toda enunciação compreende, antes de tudo, uma orientação apreciativa. É por isso que, na enunciação viva, cada elemento contém ao mesmo tempo um sentido e uma apreciação” (p. 138). Esta se relaciona segundo o autor, com a entonação do enunciado, nesse caso expresso pelo alongamento da palavra ‘sora’, como expresso acima. Exploramos, na interação, todas as possibilidades da analogia, pois:

Muito mais difícil do que a transferência em si é a tarefa de definir um conceito quando já não tem quaisquer raízes na situação original e tem que ser formulado num plano puramente abstrato, sem referência a nenhuma situação ou impressão concretas. [ ] A transição do abstrato para o concreto vem a verificar-se tão árdua para o jovem, como a primitiva transição do concreto para o abstrato. (VYGOTSKY, 2001 pp. 69 e 70)

Este autor expressa uma ideia similar a de FREIRE (1996) de que se deve ensinar a ler o mundo por meio da leitura da palavra: “A análise da realidade com a ajuda dos conceitos precede a análise dos próprios conceitos” (VYGOTSKY, 2001 p. 69). Sobre

a formação dos conceitos, que aqui estudamos por meio da analogia desenvolvida nas interações dialógicas, o autor diz ainda que: “Os níveis superiores de desenvolvimento do significado das palavras regem-se pela lei da equivalência dos conceitos, segundo a qual, todo e qualquer conceito pode ser formulado em termos de outros conceitos, de um número ilimitado de maneiras” (VYGOTSKY, 2001 p. 96).

Entretanto há que tomar cuidado com o uso de analogias no ensino, no que se refere à formação de imagens mentais, que podem dificultar que o pensamento conceitual evolua na direção desejada: “Mas todo o seu pensamento se nutre dessa imagem, não consegue se despregar de sua intuição primeira. Mesmo quando quer apagar a imagem, a função da imagem persiste” (BACHELARD, 1996 p, 93), correndo o risco, segundo o autor, da extensão abusiva das imagens usuais. Assim, para ele as primeiras imagens, oriundas do conhecimento empírico, encaixando-se nas expectativas do sujeito: as primeiras impressões podem obscurecer as possibilidades de a aprendizagem dar-se observando o rigor científico, incluindo comprovações empíricas controladas e teorizações internamente coerentes. Por isso aprofundamos o estudo da analogia utilizada, mediante comparação de cinco aspectos entre o análogo e o alvo, conforme tabela abaixo.

Segundo VYGOTSKY (2001), explicando os processos de formação dos conceitos diz que “um nome

**Tabela 2.** Aspectos da analogia trabalhados na Aula 3.

Aspectos	Análogo: Sistema Solar (macrocosmo)	Alvo: Modelo atômico de Rutherford (microcosmo)
Centro	Sol	Núcleo
Órbitas (forma)	Elípticas e no plano	Esféricas
Orbitadores	Planetas	Elétrons
	Mantém-se nas órbitas	Podem “saltar”
Tamanhos	Diversos	Igual
Sub órbitas	Satélites	Não
Forças	Atrativa	Repulsivas e atrativas

Fonte: autoria própria.

nunca é um conceito quando aparece pela primeira vez, é simultaneamente demasiado limitado e demasiado vasto” (p. 65). Essa plasticidade é oriunda na natureza da estreita relação entre palavra e objeto: “O significado de uma palavra representa uma amálgama tão estreita de pensamento e linguagem que é difícil dizer se se trata de um fenômeno de pensamento, ou de um fenômeno de linguagem” (VYGOTSKY, 2001 p. 102).

Defendemos que essas vivências concretas via linguagem capacitam o estudante para ampliar suas compreensões, muito mais eficientemente do que através do ensino bancário, no qual, aliás, o tema natureza da ciência e do conhecimento dificilmente constitui-se como objeto de estudo, na educação básica. BAKHTIN (2006), ao explicar os processos de elaboração de compreensões, valoriza as interações verbais pois:

A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é a nossa compreensão (...) Compreender é opor à palavra do locutor uma contrapalavra. (BAKHTIN, 1998 p. 135)

Voltando ao risco apontado por BACHELARD (1996), pensamos que ele existirá, em maior ou menor grau, sempre que o estudante tenha contato com conhecimentos novos. No caso da aula Sistema Solar X Modelos Atômicos escolhemos questionar as primeiras impressões através da checagem, em forma de itens, de todos os aspectos presentes na analogia, seja destacando os aspectos coincidentes; seja apontando onde ela não é válida. Delimitamos a base, ou parte principal da analogia: o sistema solar como o análogo; e o núcleo com os elétrons, como o alvo, de acordo com SILVA, TERRAZAN (2005). A partir dessa delimitação, discutimos comparativamente as outras interações entre os corpos celestes (no macrocosmo) e partículas (no microcosmo), verificando a plausibilidade de cada proposição:

*“P: ...Mas me digam uma coisa: o que mais diz o modelo de Rutherford-Bohr? Aliás, por que o Bohr entrou nessa história mesmo?”*

*AS1: Ah sora (sic) isso agora eu já sei bem! É pra corrigir porque o elétron não cai no núcleo, mesmo tendo força atrativa entre... E não entra tudo em...*

*AS2: Colapso. Não se acaba o átomo.*

*AS10: Senão a gente... Daria de ver se isso acontecesse...*

*P: Isso, ótimo! E então qual foi a correção mesmo que Bohr introduziu...?*

*AS1: Sora (sic) deixa com a gente, que a gente sabe! Ele disse que o elétron pode ir mais pra dentro e mais pra fora, do lugar que ele anda, normal.*

*AS6: Órbita dele.*

*P: Então pegamos outra inadequação da analogia! Pensem comigo, quem são os correspondentes dos elétrons no sistema solar?*

*AS2: Planetas sora (sic). Ah já entendi!*

*P: ... E planetas ficam pulando da sua órbita normal, se ganham ou perdem energia?*

*AA: Nãããã sora (sic)! É mesmo né (sic)!...”*

Nesse processo surgiram conceitos novos para os estudantes, e outros foram revistos. Para BACHELARD (1996) é importante direcionar a adequada compreensão dos estudantes sobre os fatos científicos, não permitindo que se deixem levar pelas primeiras impressões: “Conviria por meio de frequentes retornos aos temas objetivos, deter as proliferações subjetivas. Há nesse caso todo um ensino recorrente, muito esquecido nos cursos secundários, e que nos parece indispensável para firmar a cultura objetiva” (BACHELARD, 1996 p. 190).

A seguir constituem-se enunciações sobre aspectos da natureza da Ciência, que são as possíveis não concordâncias entre cientistas, denotando o caráter não absoluto das teorizações e as questões éticas. O primeiro aspecto surge naturalmente em função da interação entre cientistas, materializada nas relações entre os modelos atômicos e a sucessão entre os mesmos:

*“P: ... Então isso trouxe a necessidade de uma correção no modelo, e quem propôs essa correção foi o cientista chamado Bohr.*

*A8S: Mas como assim sora (sic), um cientista corrigir o que o outro fez?*

*P: Ah, então... Isso tem a ver com o jeito que a Ciência funciona... Os cientistas trabalham, pesquisam e comunicam as pesquisas, os resultados... Por exemplo: a sora tá fazendo uma pesquisa, que já expliquei pra vocês e pra isso a gente tá gravando... Então, eu e os outros cientistas pesquisamos e divulgamos os resultados que eles obtém, que obtemos... Na comunidade científica.*

*A11S: Então é parecido com aquilo que tu explicou (sic)... Na outra aula, que os cientistas, tem uns que pensam diferente, e não concordam assim em tudo? Mas e se os8 do teu grupo não concordarem com a tua pesquisa sora (sic)?”*

Ao tratar do caráter não absoluto das teorizações (POPPER, 1993), atravessa-se no diálogo, e na análise, o caráter ideológico da palavra, através do questionamento que destacamos acima. Segundo CHALMERS (1993), “a meta da ciência é falsificar teorias e substituí-las por outras melhores, que demonstrem maior possibilidade de serem testadas” (p. 87), demonstrando o caráter histórico e provisório do conhecimento científico. Ele mostra que discutir a natureza da Ciência e seus movimentos impressionou a estudante, que percebeu riscos para a pesquisa da qual ela mesma faz parte, mostrando-se preocupada com a situação da professora-pesquisadora, de estar á mercê da avaliação pelos pares, o que é explicado em termos da afetividade que integra os processos cognitivos:

não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, a palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. É assim que compreendemos as palavras e somente reagimos àquelas

que despertam em nós ressonâncias ideológicas ou concernentes à vida. (BAKHTIN, 2006, p. 97)

Assim, provavelmente o fato de qualquer pesquisa estar submetida à avaliação, passasse despercebido, não fosse pela realidade efetivamente vivida pelos estudantes, como integrantes do processo de pesquisa-ação. Também VYGOTSKY (2001), ao explicar as relações dinâmicas entre aspectos da formação do significado, trata do afeto, compondo com a cognição, uma força em prol da significação: “existe um sistema dinâmico de significados em que o afetivo e o intelectual se unem, mostra que todas as ideias contém, transmutada, uma atitude afetiva para com a porção de realidade a que cada uma delas se refere” (VYGOTSKY, 2001, p. 12).

## **b. Tema de enunciação: nomenclatura científica e visão popular sobre Ciência**

A seguir aparece, de forma inusitada, no contexto da aula, o tema nomenclatura científica, que transpassa a discussão, que era originalmente sobre as características físicas das regiões polares, na aula 2, Marés:

*“AM7: Sora sora (sic), por que esses nomes... litosfera? A parte da esfera é de esfera, esfera que é a Terra... que nem é muito esfera, que a gente viu no filme... Mas...”*

*P: Muitos nomes, palavras científicas não se traduzem, são sempre iguais, porque não são dos idiomas modernos, isso facilita a comunicação científica. Os nomes das espécies vivas, que vocês estudaram no 6º, 7º, por exemplo, são em latim, lembram? Homo sapiens, Ilex paraguayensis... Sempre a 1ª palavra em maiúscula e a 2ª minúscula, o gênero e a espécie, lembram?9*

*AM2: Queeee sora (sic)? Que isso que tu tá (sic) dizendo?*

*AM3: Escreve aí sora (sic) o nome da erva do chimarrão que eu quero copiar.*

*AM9: Tem Cannabis né sora (sic)...*

8 A estudante refere-se aos outros pesquisadores da linha de pesquisa da professora-pesquisadora.

9 Na retomada do curso das interações, a professora esclareceu que *lithos*, em grego significa pedra.



*P: Tem, Cannabis sativa, também é nome científico. Mas essa é proibida e te deixa mal..."*

Nessa situação da interação verbal reproduzida seria impossível, por motivos morais e até mesmo legais, seguir o curso da aula, ignorando a fala do estudante sobre a *Cannabis*, sendo importante a professora demarcar sua opinião sobre o consumo de drogas, ao mesmo tempo que fomenta a confiança no grupo e legitima os estudantes e a professora como parceiros na relação dialógica FREIRE (1996). A seguir transcrevemos palavras bakhtinianas que justificam a importância desse diálogo não ter sido obliterado, embora fuja do escopo da aula:

Em todo ato de fala, a atividade mental subjetiva se dissolve no fato objetivo da enunciação realizada, enquanto que a palavra enunciada se subjetiva no ato de decodificação que deve, cedo ou tarde, provocar uma codificação em forma de réplica. Sabemos que cada palavra se apresenta como uma arena em miniatura onde se entrecruzam e lutam os valores sociais de orientação contraditória. A palavra revela-se, no momento de sua expressão, como o produto da interação viva das forças sociais. (BAKHTIN, 1998, p. 66)

Isto posto pensamos que a palavra da professora sobre o uso de drogas precisava ser expressa, sob pena de perder-se oportunidade de contrapor argumentos à ideia do estudante, além de reforçar a integração entre os falantes, como parceiros na comunidade linguística, BAKHTIN (2006). Nesta os gêneros discursivos são fluidos, podendo, conforme o autor, hibridizar-se e interpenetrar-se, como ocorreu nessa aula, com gênero discursivo do cotidiano, inserindo-se na sala de aula.

Não obstante em situações em que é imperativo não perder a linha de pensamento, em favor da compreensão e da formação conceitual, o contexto do desenvolvimento científico e as relações internas da Ciência são retomadas em seguida, sendo oportunidades de novas aprendizagens contextuais, tratando-se os temas na própria aula; outras vezes servindo de mote para interações pedagógicas ulteriores.

O excerto a seguir demonstra a visão do senso comum, veiculada em meios de comunicação, sobre a Ciência e o cientista:

*"A11S: Mas sora (sic), tu não é (sic) cientista...? Assim como os que... Que trabalham em laboratórios... Secretos... Que explodem...?"*

Aqui aparecem dois aspectos da visão popular sobre a Ciência: como atividade espetacular, de cunho extraordinário, visão histórica, corroborada pela própria história da Física: enquanto alguns cientistas faziam demonstrações experimentais para seus pares em Universidades e associações; outros as faziam em praça pública, que assim se tornavam atrações, como a demonstração do vácuo e da pressão atmosférica, com os hemisférios de Magdeburgo, demonstrações de fenômenos eletrostáticos e mecânicos, entre outros, conforme WALKER (2001), feitos para contrapor a mistificação da ciência dos séculos XVI e XVII.

Na segunda parte do excerto temos a associação da Ciência com a política e o governo, visão veiculada em filmes de espionagem/ação, que mostram cientistas trabalhando em projetos secretos, relativos à segurança nacional. Segue a sequência da interação dialógica:

*"P: Não, em laboratório secreto não. Que explodem? Mas são cientistas ou terroristas? E sim, tem esse risco de os do meu grupo não concordarem com o que tô (sic) fazendo... Mas tem grupos que pesquisam junto... Pra dar mais segurança ao pesquisador na pesquisa dele.*

*...A2S: Então sora (sic), a gente viu três filmes que os cientistas faziam coisas que o governo usava, a CIA usava contra as pessoas... Isso é um terrorismo.*

*A6S: Ai guri, terrorismo é só... Aqueles que... Explodem bombas, se explodem junto..."*

Aqui aparece uma oportunidade para o tratamento integrado do tema terrorismo, que é recorrente nos noticiários, mas pela reação apática dos outros estudantes, inferimos que não é um tema de domínio

da maioria. Houve, após essa aula, conversa com o professor de História no sentido da possibilidade de um trabalho pedagógico multidisciplinar, mas não se chegou à concretização da proposta, pois o colega alegou impossibilidade de tratar do tema, em face dos conteúdos de História previstos para o 9º ano. A partir deste debate na aula, voltamos nossa atenção à influência de questões externas na Ciência, inclusive política e ética:

*“P: Vamos fazer mais uma diferença aqui: a Ciência pode ser usada com maus propósitos sim... Pra coisas ruins... Então ela não é boa nem má, mas as pessoas podem fazer bom uso da Ciência ou mau uso... Lembram do filme? Que vocês amaram? Qual a mensagem daquele filme?”*

*AS3: Ah sora (sic), tenso sora (sic)! O camarada que fez os paranaúê (sic) todos,... As contas, calculou os sistemas... Com matemática... Mas ele não sabia que era pra aquilo...*

*AS13: Não era um cara. Era uma guria, uma matemática!*

*P: Então! Só o que não pode é o cientista estar trabalhando sem saber o porquê ele faz o que faz. E sim, pode ser que os governos usem Ciência para o mal sim. Inclusive isso já aconteceu... E pode acontecer.”*

No entender de ARROYO (2017), desenvolver conhecimento com os estudantes acerca do que lhes interessa é uma forma de “elevar as vivências sociais e seus significados à condição de conhecimento a que os estudantes têm direito” (p. 126). A mesma noção expressa FREIRE (1996) através do questionamento: “Por que não estabelecer uma necessária ‘intimidade’ entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?” (p. 34, aspas no original).

Pensamos que a consideração do contexto constitui o próprio movimento de aprender, enriquecendo as possibilidades de construções conceituais, como demonstramos nas passagens da análise das aulas, sobretudo na 2ª aula desta sequência, a aula Marés. Nesses enunciados em discussão, o interesse dos estudantes centrou-se nos movimentos da Ciência, sua

organização interna e suas relações sociais amplas. Nossa compreensão de Ciência e como exercitamos os processos de ensinar no escopo da pesquisa e fora dela, privilegia essa abordagem, uma vez que procuramos amiúde não deixar de lado oportunidades de tratar das relações dos movimentos da ciência, que surgem nas interações. Assim, o contexto e a contextualização constituem esta pesquisa-ação por dois motivos interligados: os movimentos de aprender dão-se via sucessivas recontextualizações, conforme RITTER (2017) que ocorrem através da linguagem, na qual as palavras sempre são proferidas e devem ser compreendidas relativamente a um dado contexto, conforme BAKHTIN (1998):

Assim [ ] aquilo que constitui a descodificação da forma linguística não é o reconhecimento do sinal, mas a compreensão da palavra no seu sentido particular, isto é, a apreensão da orientação que é conferida à palavra por um contexto e uma situação precisos... (p. 95)

### 3. Palavras finais

Partimos do fato de que o tema Natureza da Ciência não estava previsto nos planejamentos, conforme tabela 1, e analisamos a riqueza das construções conceituais, que emergiram das dúvidas e questionamentos expressos pelos estudantes, por sua vez, frutos do fomento ao diálogo e da aceitação das suas manifestações. Concluimos saudando a participação discente, como mediação legítima e necessária para o sucesso do processo pedagógico dialógico, feito dos movimentos de ensinar e aprender, como um resultado concreto das relações dialógicas promovidas em aula e dos encaminhamentos e ajustes no curso das aulas feitos pela professora.

Desta forma, pensamos que os aspectos de como ensinar, e as informações relativas aos conteúdos a serem ensinados são de responsabilidade da professora, em seu processo de planejar o ensino e suas estratégias, pois conhecimentos técnicos, científicos e pedagógicos, dentre outros (TARDIF, 2005), são mobilizados para dar conta das dimensões: plano

e ação. Contudo, muito do que se pretende ensinar está na dependência do interesse dos estudantes e das relações que envolvem a dialética entre ensinar e aprender. Se por um lado, é imperativo compreendermos esses dois movimentos como não automaticamente associados; por outro temos que compreendê-los em sintonia. Assim, pretendemos ter demonstrado como esse movimento de promover e acolher as manifestações dos estudantes pode e deve servir para atualizar os planejamentos da professora, no momento da aula e, em médio prazo, no programa de ensino.

As interações pedagógicas estabelecidas e fortalecidas por processos duplamente mediados propiciaram construções conceituais relativas à natureza da Ciência, não originalmente planejadas, conforme Tabela 1. A partir dos conteúdos/conceitos relativos à Gravidade e à relação entre o Modelo atômico de Rutherford e o Sistema Solar, evidenciou-se segundo análise bakhtiniana os temas de enunciação: Movimentos da Ciência, abrangendo o caráter não absoluto das teorias e questões éticas em Ciência; Nomenclatura científica e Visão popular sobre a Ciência, que respondem a questão de pesquisa: Por quais “meios” as manifestações dos estudantes em sala de aula podem constituir-se como mediações entre os movimentos de ensinar e aprender para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente? As construções/significações conceituais nesses temas de enunciação constituíram-se em meios mediacionais evidenciados e potencializados nas interações discursivas professora-estudantes e estudantes-estudantes.

Assim, pensamos ter auxiliado os estudantes a elaborarem conhecimentos, através das interações dialógicas, trabalhando os sentidos e os significados, atribuídos por eles às palavras, sempre conceitos nas linguagens vigotskiana e bakhtiniana. Ao apresentar-se nova palavra, apresenta-se novos desafios potencializadores de novos interesses. Segundo FREIRE (1996) uma das formas de desenvolver a autonomia dos estudantes é acompanhar e mediar, pelo ensino, o processo de desenvolvimento da curiosidade epistemológica, a partir da curiosidade

ingênua, que ao tornar-se crítica e rigorosa, empreende o caminho do aprender.

As origens dos enunciados, o seu contexto de aparecimento nas falas dos estudantes apontam dialeticamente conflitos e aproximações conceituais, no processo das elaborações de compreensão sobre os fenômenos, mediante as situações vivenciadas e as mediações oportunizadas no ato pedagógico, sem, entretanto esgotarem-se nele. Assim os fragmentos das falas dos estudantes, devem ser compreendidos como indícios de elaborações e reelaborações conceituais mediadas, que podem servir para (re)direcionar o planejamento docente para que o mesmo possa atuar na zona de desenvolvimento potencial.

A relação dialógica estabelecida com o objetivo de que os estudantes elaborem conhecimentos consubstancia-se nas relações entre as pessoas implicadas no processo, em forma de confiança, respeito, alegria, motivação para aprender, amorosidade (FREIRE, 1996), protagonismo, iniciativa, responsabilidade, criatividade, dentre outras interações produtoras de bem estar, bem conviver e aprender na escola. Concluímos ainda que o movimento analítico aponta o redirecionamento das ações curriculares em curso, materializado nos temas das enunciações: Movimentos da Ciência, Nomenclatura científica e Visão popular sobre a Ciência, através dos quais logramos a formação conceitual. Esse movimento curricular espiralado faz-se de ação-reflexão-ação como pesquisa-ação em curso nas aulas investigadas pela professora-pesquisadora, guiando-se pelas manifestações dos estudantes em processos dialógicos, que desenvolvidos na ação, são potencialmente transformadores, tanto para produção de currículo de Ciências menos engessado e mais contextualizado, quanto para aprendizagem dos estudantes, orientados pela reflexão docente sobre o fazer pedagógico.

#### 4. Referências bibliográficas

ARROYO, M. **Currículo, território em disputa**. 5a. ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2017.

- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico, contribuição para psicanálise do conhecimento.** Traduzido por: ABREU, E. Contraponto. Rio de Janeiro: Brasil, 1996.
- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal.** Traduzido por: BEZERRA, P. 4a. ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1997.
- BAKHTIN, M. **Questões de literatura e estética: a teoria do romance.** Traduzido por: BERNARDINI, A. UNESP-Hucitec. São Paulo: Brasil, 1998.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem Problemas fundamentais do Método Sociológico na Ciência da Linguagem.** Traduzido por LAHUD, M.; VIEIRA Y. 7ªed. Hucitec. São Paulo: Brasil, 2006.
- BORTOLOTO, N.; FIAD, R. O espaço público da escola – um mundo significado nas relações eu-outro. **Bakhtiniana**, São Paulo, v. 12, n. 3. pp. 5-21. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2176-457330649>.
- CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoría Crítica de la Enseñanza.** Traducido por: BRAVO J. Martínez Rocca. Barcelona: España. 1988.
- CHALMERS, A. **O que é Ciência afinal?** Traduzido por: FILKER R. Brasiliense. São Paulo: Brasil, 1993.
- COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente.** 4a. ed. Traduzido por: NETO, J. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1991. pp. 07-15.
- DEMO, P. Educação e desenvolvimento: Algumas hipóteses de trabalho frente à questão tecnológica. **Revista Tempo Brasileiro**, Rio de Janeiro, n. 105, pp. 149-170. 1991.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, New Jersey, v. 75, pp. 649-672. 1991. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.3730750606>.
- ELIOT, T. The Rock. In: BROOKER, J. (ed.). **The Contemporary Reviews American Critical Archives.** Cambridge. pp. 297-316. 2004. DOI: 10.1017/CBO9780511485466.016.
- FARACO, C.A. **Linguagem & Diálogo: as ideias linguísticas do Círculo de Bakhtin.** 3a. reimpressão. Parábola Editorial. São Paulo: Brasil, 2016.
- FERRY, A.; NAGEM, R. Analogia & contra-analogia: um estudo sobre a viabilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar por meio de um júri simulado. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 4, pp. 43-60. 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** 11ed. Paz e Terra. São Paulo: Brasil, 1996.
- GIROLA, M. Signo e ideologia: a contribuição Bakhtiniana para a filosofia da linguagem. **Língua e Literatura**, São Paulo, v. 28, pp. 319-332. 2004.
- GOULART, C. Em busca de balizadores para a análise de interações discursivas em sala de aula com base em Bakhtin. **R. Educ. Públ.** Cuiabá, v. 18, n. 36, pp. 15-31. 2009.
- HARGREAVES, A. **O Ensino na Sociedade do Conhecimento: educação na era da insegurança.** Traduzido por: COSTA, R. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2004.
- HODSON, D. Time for action: science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, Reino Unido, v. 25, pp. 645-670. 2003. DOI: 10.1080/0950069032000076643.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** Traduzido por SILVA, C.; SAWAYA, J. 2a. ed. Cortez\Unesco. São Paulo: Brasil, 2011.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico.** 4a. ed. Scipione. São Paulo: Brasil, 2002.
- POPPER, K. **A Lógica da pesquisa científica.** 9a. ed. Traduzido por: HEGENBERG, L. Cultrix. São Paulo: Brasil, 1993.
- RITTER, J. **Recontextualização de Políticas Públicas em Práticas Educacionais.** Appris. Curitiba: Brasil, 2017.
- SILVA, L.L.; TERRAZAN, E. O uso de analogias no ensino de modelos atômicos. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. pp. 1-5. Rio de Janeiro. *Anais XVI SNEF 2005*. Painel, Sociedade Brasileira de Física. [http://www.cien-ciamao.usp.br/dados/snef/\\_ousodeanalogiasno-ensinod.trabalho.pdf](http://www.cien-ciamao.usp.br/dados/snef/_ousodeanalogiasno-ensinod.trabalho.pdf). 2005.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Traduzido por: LIMA, F. 5a. ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2005.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. Traduzido por: NETO, J. C. 4a. ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1991.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. eBooks-Brasil.com. 2001. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>.

Acesso em: 21-03-2016.

WALKER, J. **O Grande Circo da Física**. Coleção Aprender Fazer Ciência. 2a. ed. Gradiva. Lisboa: Portugal, 2001.

YAGUELLO, M. Introdução. In: BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 12a. ed. Hucitec. São Paulo: Brasil. 2006. pp. 12-20.





## EL TRÁNSITO DE VENUS HACIA EL FINAL DEL SIGLO XIX Y EL SURGIMIENTO DEL SÉPTIMO ARTE

### THE TRANSIT OF VENUS ENDING THE XIX CENTURY AND THE RISE OF THE SEVENTH ART

### O TRÁNSITO DE VÊNUS NO FINAL DO SÉCULO XIX E O SURGIMENTO DA SÉTIMA ARTE

Maria Romênia da Silva<sup>\*ID</sup>, Néstor Camino<sup>\*\*ID</sup>

Cómo citar este artículo: Silva, M.R. y Camino, N. (2020). El tránsito de Venus hacia el final del siglo XIX y el surgimiento del séptimo arte. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 46-64. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14246>

#### Resumen

El artículo aborda un episodio histórico ocurrido hacia fines del siglo XIX, que marcó un fuerte vínculo entre algunos estudios astronómicos y los inicios de lo que se llamaría el “séptimo arte”. Presentamos un recorrido por la historia de la astronomía y del cine, en el que revelamos detalles que demuestran los lazos entre estas dos disciplinas, a través de un proceso de varias décadas que se inicia con los primeros estudios sobre el tránsito solar de Venus, hasta la consolidación de la cinematografía como disciplina moderna, en un periodo que va desde mediados del siglo XIX hasta principios del XX. A esta relación han contribuido muchos científicos, investigadores, inventores, artistas, con distintas especialidades y modalidades, en gran parte del mundo, durante varias décadas, en especial Janssen, Mèlies, los hermanos Lumière y tantos otros. Esta es una reflexión documentada, basada en el estudio de libros, artículos, bancos de imágenes y datos históricos, fuentes en la Web, de áreas como astronomía, historia del arte, psicología, historia de la tecnología, enseñanza de las ciencias, entre otras. Buscamos documentar de forma rigurosa y extensa la idea que nos propusimos desarrollar: mostrar que dos disciplinas, de alguna manera tan distintas, como la astronomía y el cine, comparten su historia, y no se tiene suficiente conciencia de este hecho en los campos disciplinares de la actualidad. Además, mostramos la importancia que tiene para la Enseñanza de la Astronomía el tomar

Recibido: 10 de diciembre de 2018; aprobado: 09 de mayo de 2019

\* Licenciada en Física por la IFRN, Máster en Enseñanza de Ciencias Naturales y Matemáticas por la UFRN y especialista en Educación Vocacional Integrada a la Educación Básica en Educación de Jóvenes y Adultos - PROEJA (EAD-IFRN). Actualmente es profesora de Física en el Instituto Brasil y en el Complejo Educativo Contemporáneo en Natal/RN, Brasil. Correo electrónico: romeniadsilva@gmail.com

\*\* Licenciado en Astronomía y doctor en Ciencias de la Educación. Es director del Complejo Plaza del Cielo y miembro del Conicet. Profesor de Fisicomatemática de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina. Su especialidad es la Didáctica de la Astronomía. Correo electrónico: nestor.camino.esquel@gmail.com

en cuenta los desarrollos históricos, los problemas surgidos en cada época, la creatividad y los esfuerzos teóricos y tecnológicos por dar respuesta a estos. Así mismo, la manera como los desarrollos en un área de la cultura (la astronomía) impactan sobre otras áreas (el cine), y viceversa. Los resultados demuestran la relevancia del tema escogido, así como su pertinencia dentro del ámbito científico y educativo.

**Palabras clave:** historia de la ciencia y de las humanidades, historia del arte, astronomía, cine, didáctica.

### **Abstract**

This article addresses a historical episode that took place towards the end of the 19th century, which marked a strong link between some astronomical studies and the beginnings of what would be called the "Seventh Art." We present an overview of the history of astronomy and cinema, revealing details that demonstrate links between these two disciplines through a process of several decades that begins with the first studies on the solar transit of Venus, until the consolidation of cinematography as a modern discipline, in a period that goes from the mid-19th century to the beginning of the 20th century. Many scientists, researchers, inventors, and artists with different specialties and modalities have contributed to this relationship, in much of the world, for several decades, especially Janssen, Mèlies, the Lumière brothers, and many others. This is a documented reflection based on the study of books, articles, image banks, historical data, and web sources from areas such as astronomy, art history, psychology, history of technology, and science teaching, among others. We seek to rigorously and extensively document the idea that we set out to develop: to show that the two disciplines of astronomy and cinema, which are in some ways very different, share a history, though there is currently a lack of awareness of this fact in the disciplinary fields. Also, we show the importance of taking into account, in teaching astronomy, the historical development as well as the problems that arise in each era and the creative, theoretical, and technological efforts to respond to them. Likewise, we address how developments in one culture area (astronomy) impact other areas (cinema) and vice versa. The results demonstrate the relevance of this topic as well as its relevance within the scientific and educational fields.

**Keywords:** History of science and humanities, History of art, Astronomy, Cinema, Didactics.

### **Resumo**

O artigo aborda um episódio histórico que ocorreu no final do século XIX, marcando uma forte ligação entre alguns estudos astronômicos e o início do que mais tarde foi chamado de "Sétima Arte". Ao longo do texto, vamos fazer uma viagem através da história da astronomia e do cinema, revelando detalhes que mostram os laços

entre estas duas disciplinas, através de um processo de várias décadas, que começou com os primeiros estudos sobre o trânsito solar de Vênus, até a consolidação da Cinematografia como disciplina moderna, em um período que vai de meados do século XIX até o início do século XX. Muitos cientistas, pesquisadores, inventores, artistas, com diferentes especialidades e modalidades, têm contribuído para esta relação em grande parte do mundo e por várias décadas, em especial, Janssen, Méliès, os irmãos Lumière, e muitos outros. Esta é uma reflexão documentada que estuda livros, artigos, bancos de imagem e recursos de dados históricos, fontes da web, de áreas como: Astronomia, História da Arte, Psicologia, História da Tecnologia, Ensino de Ciências, entre outras. Documentamos de uma forma rigorosa e extensa a ideia que nos propusemos a desenvolver: mostrar que duas disciplinas, de alguma forma tão diferentes, como astronomia e cinema, compartilham sua história, fato que não é suficientemente considerado nos campos disciplinares. Além disso, mostramos a importância para o Ensino da Astronomia tendo em conta os desenvolvimentos históricos, os problemas encontrados em cada época, a criatividade e os esforços teóricos e tecnológicos para responder os mesmos, e como os desenvolvimentos em uma área da Cultura (a Astronomia) impactam em outras áreas (o Cinema), e vice-versa. Os resultados demonstram a relevância do tema escolhido, bem como sua pertinência no campo científico e educacional.

**Palavras-chave:** história da ciência e humanidades, história das artes, astronomia, cinema, didática.



## Introducción

El presente artículo tiene por objetivo abordar el análisis de un importante suceso astronómico: el tránsito de Venus de 1874, y los desarrollos vinculados a este, en especial en los aspectos histórico, social, tecnológico y teórico. Tales desarrollos sucedieron durante las décadas que van desde mediados del siglo XIX a principios del XX, y marcaron fuertemente los inicios de lo que más tarde se denominó el “séptimo arte”.

Como expresa SALAS MURILLO (2010 p. 274):

[...] la “invención” de ese amplio concepto que es el cine (un instrumento, una industria, un fenómeno cultural y un arte) fue un proceso más amplio y complejo, el cual comenzó al menos medio siglo antes y se prolonga hasta nuestros días, porque el cine nunca ha dejado de cambiar en sus características materiales, técnicas y formales.

Por esta razón, es de gran importancia conocer y comprender en particular de dónde surge y cómo se relaciona esta actividad con la ciencia, en particular con la astronomía.

En el transcurso del texto haremos un recorrido por la historia de la astronomía y del cine, revelando detalles que demuestran los vínculos entre estas dos disciplinas. Así, abordaremos temas referentes a astronomía y fotografía, astronomía y cine, el cine como arte y la astronomía en la fantasía de los trabajos de George Mèlies, el estado de la astronomía en el siglo XIX y un problema que esta disciplina tenía a fines de ese periodo (la determinación de la distancia entre la Tierra y el Sol) y por qué el tránsito de Venus era un suceso de gran relevancia. Mostraremos los trabajos de Jules Janssen, en especial la invención del *revólver fotográfico* con el fin de registrar el tránsito de Venus, su relación con los hermanos Lumière y las contribuciones de la nueva tecnología para el desarrollo del séptimo arte.

Finalmente, haremos algunas reflexiones sobre la importancia que tiene para la enseñanza de las

ciencias en general, y para la enseñanza de la astronomía en especial, el trabajar sobre sucesos históricos, analizando cuáles fueron las problemáticas y las soluciones generadas para dar respuesta a estas, en la época correspondiente, y reflexionaremos además sobre cómo todo desarrollo científico impacta de diversas formas en campos que exceden la disciplina específica y la época histórica de origen, llegando, como en el caso de la astronomía y el cine, hasta nuestros días.

El trabajo presentado puede ser caracterizado como una *reflexión documentada*, en cuanto a que hemos indagado en libros, artículos de investigación, bancos de imágenes y datos históricos, fuentes en la web, de áreas como astronomía, historia del arte, psicología, historia de la tecnología, enseñanza de las ciencias, entre otras. Tal búsqueda tuvo el fin de documentar en forma rigurosa y extensa la idea que nos propusimos desarrollar: mostrar que dos disciplinas de alguna manera tan distintas, como la astronomía y el cine, tienen una parte de su historia compartida, de la cual en general no se toma adecuada conciencia en los campos disciplinares de la actualidad. La exploración de autores y fuentes consultados muestra, además, la diversidad de conexiones existentes aún en la actualidad entre la ciencia y el arte.

Consideramos que los resultados del trabajo presentado señalan la relevancia del tema escogido, así como su pertinencia dentro del ámbito científico y educativo.

## 1. Las relaciones de la ciencia y el arte

Al asociar arte y ciencia en la construcción de saberes, estamos asociando razón y emoción, objetividad y sensibilidad, lógica, intuición y creación. De acuerdo con RANGEL, ACCETTA ROJAS (2014 p. 75), “arte y ciencia recorren juntas e intercomplementan en el seguimiento de la evolución de los descubrimientos que se agregan a la historia y a la cultura. Ambas –arte y ciencia– son expresiones y proyecciones del devenir humano”.

Las relaciones entre ciencia y cine pueden ser observadas desde su creación (MANNONI, 2000).

Antes incluso de que los hermanos Lumière encantaran el público parisino, en 1895, con la primera exhibición pública de escenas impresionantes que inauguraron el cine como una fabulosa forma de entretenimiento, las técnicas de crear imágenes en movimiento con secuencias fotográficas ya eran utilizadas con propósitos científicos (OLIVEIRA, 2006).

Dos décadas antes de la exhibición de la primera película,

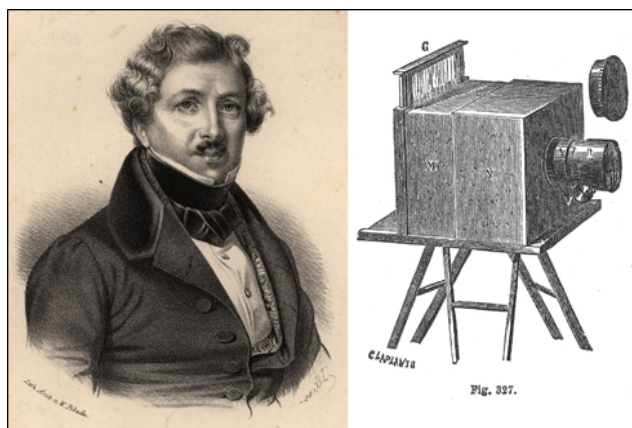
[...] el astrónomo francés Jules Janssen ya usaba un “revólver fotográfico” para reproducir el registro de la trayectoria del planeta Venus. Y lo hacía inspirado por la experiencia del fotógrafo inglés Eadweard Muybridge, que montó una increíble secuencia de fotografías de la carrera de un caballo, reproduciendo su movimiento en detalle. Esto se percibió como un gran recurso para el estudio de la fisiología del movimiento. El vuelo de los pájaros de Etienne Marey fue publicado en 1890, a partir de los análisis propiciados por ese nuevo instrumento de investigación. Los científicos de otras áreas no tardaron en percibir las ventajas de esa característica y utilizarlo. Algunas de esas experiencias con “rollos de cronofotografías” fueron mostradas en la Academie de Ciencias de Francia, a principios de la década de 1880. (OLIVEIRA, 2005 p. 7)

En ese sentido, además de representar una de las invenciones de la modernidad, el cine tiene un significado relevante en el proceso de circulación del conocimiento, difusión de nuevas experiencias y valores culturales. Por tanto, el cine nació movido por la magia de encantar a las personas, precedido por la fotografía que surge como técnica de fijar y reponer imágenes, lo que suscita la impresión de movimiento. Así, el cine surge como arte que conjuga movimiento, espacio y tiempo (COUTINHO, 2006).

Con base en el diálogo existente entre la ciencia y el arte presentado antes, nos detendremos en los próximos tópicos en describir mejor, desde el punto de vista histórico, las relaciones entre astronomía, fotografía y cine.

## a. Astronomía y fotografía

El vínculo entre astronomía y fotografía data de, al menos, 1839, ya que en agosto de ese año, el astrónomo francés François Jean Dominique Arago (1786-1853), director del Observatorio de París, presentó en la Academia de Ciencias y Escuela de Bellas Artes de Francia el proceso desarrollado por Louis Daguerre (1787-1851) ese mismo año. El *daguerrotipo* (o *daguerreotipo*, como se lo denominó originalmente) fue el primer equipo fotográfico fabricado a escala comercial de la historia. Su surgimiento ejerció una fuerte influencia en las artes plásticas, pues a partir del desarrollo de una nueva forma de obtener imágenes de la realidad, los artistas plásticos pasaron a tener mucha más libertad de creación (figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Louis Daguerre y su equipo fotográfico.

**Fuente:** Wikimedia Commons (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/Daguerre001.jpg> / <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daguerreotipo.bw.jpg>).

Arago justificó su interés en la técnica presentada por cuatro razones: la originalidad de la invención, su relación con las artes, sus usos prácticos y, fundamentalmente, su contribución para la ciencia (LÓPEZ CANTOS, 2015). Arago estaba convencido de que en especial la astronomía haría uso de esta novedosa forma de registro en diversos campos, entre otros, para el estudio de la Luna, la medición de la intensidad de la luz de las estrellas y el estudio de los espectros. Esto, y muchísimo más, fue tal como él pensaba.

Fue el mismo Daguerre quien, a pedido de Arago, intentó por primera vez tomar una fotografía de la Luna, aunque sin lograrlo satisfactoriamente, ya que solo era una mancha blanca sobre una placa fotográfica; sin embargo, según SILVA (2011), a pesar de la mala calidad del registro obtenido, este fue suficiente para mostrar las enormes potencialidades del invento. Poco después, hacia los primeros años de la década de 1840, ya se habían producido fotos de la Luna (figura 3), del espectro solar y de eclipses de Sol (figura 4), con suficiente buena calidad.



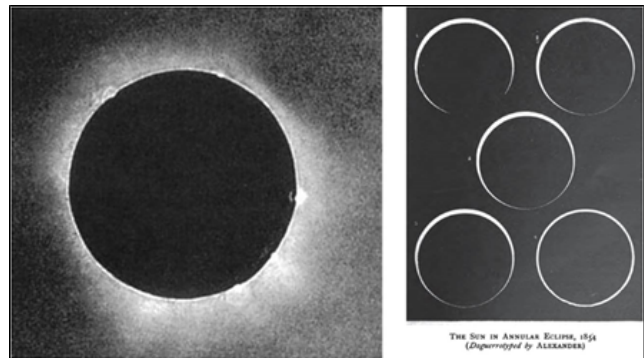
**Figura 2.** El procedimiento desarrollado por Daguerre, publicado y abierto en 1839.

**Fuente:** Wikimedia Commons ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daguerre\\_Manual,\\_1839\\_-\\_title\\_pages.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daguerre_Manual,_1839_-_title_pages.jpg)).



**Figura 3.** Primer daguerrotipo de la Luna, por John Adams Whipple, 1851.

**Fuente:** ESTADOS UNIDOS, 2013.



**Figura 4.** Daguerrotipos de un eclipse total de Sol (Berkowski; 28 de julio de 1851) y de un eclipse anular de Sol (Alexander; 26 de mayo de 1854).

**Fuente:** FARBER, 2017; y [https://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_Saros\\_135#/media/File:Solar\\_eclipse\\_1854May28-Annular\\_Daguerrotyped\\_Alexander.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_Saros_135#/media/File:Solar_eclipse_1854May28-Annular_Daguerrotyped_Alexander.png).

Cabe destacar que, para entonces, el estudio de objetos astronómicos había tenido un enorme desarrollo a partir de la mejora en la producción de telescopios y mecanismos de relojería, y se disponía de observatorios profesionales de gran calidad, ya durante el siglo XIX. Sin embargo, todo debía ser registrado mediante notas o dibujos, al no contar con un medio que permitiera conservar de forma estable y perdurable lo que se veía por el telescopio. La fotografía fue reconocida rápidamente como un medio para obtener registros inmediatos y permanentes.

De acuerdo con SILVA (2011), la fotografía propuso a los astrónomos la objetividad que tanto necesitaban. John Frederick William Herschel (1792-1871) fue uno de los pioneros y un gran entusiasta de la aplicación de la fotografía a la astronomía, y resaltó la asociación entre esas dos áreas; de hecho, fue él quien utilizó por primera vez el término *fotografía*, que significa “escribir con luz”.

## b. Astronomía y cine

Se considera que el cine, como una de las artes, comienza con la primera representación pública, la primera función pagando entrada, realizada por los hermanos Auguste y Louis Lumière, en París, el 28 de diciembre de 1895. De acuerdo con SALAS MURILLO (2010 p. 279):

[...] una inquietud que acompañaba al ser humano desde hace miles de años, la pretensión de captar el movimiento (y así, una parte importante de la vida) suscitó numerosos experimentos durante el siglo XIX que culminaron con la invención del cinematógrafo. Este artefacto se convirtió muy pronto, gracias entre otros a pioneros como los Lumière o Méliès, en un arte, una industria y un fenómeno cultural imprescindible para comprender el siglo XX.

Históricamente, entre el primer daguerrotipo, en 1839, y la primera representación del cinematógrafo, en 1895, pasaron más de 50 años. La fotografía se fue renovando en múltiples aspectos: nuevas emulsiones, más sensibles y rápidas; mejores soportes físicos para las placas; cámaras con ópticas de mayor calidad. Sin embargo, la búsqueda por lograr imágenes en movimiento continuaba siendo un gran desafío, con una enorme cantidad de experiencias realizadas en todo el mundo.

Se considera que, entre los muchos intentos en aquella época, la primera *imagen en movimiento*, reproducida por lo que luego se llamaría un *proyector*, fue la realizada por el fotógrafo Eadweard Muybridge, en 1878. Fotografió al caballo *Sallie Gardner* a la carrera, con una serie de 24 cámaras independientes; luego combinó las fotos y las proyectó con un disco giratorio, produciendo lo más parecido en la época a una película actual (aunque por no utilizar una única cámara, sino muchas sincronizadas entre sí, su desarrollo es diferente a la posterior cámara de cine).

### ***El cine como arte: los trabajos de George Méliès***

El cine, como una expresión artística, fue poco aceptado en sus comienzos, y el trabajo de los hermanos Lumière no tuvo el éxito que hubiera merecido su esfuerzo y creatividad, a pesar de haber filmado alrededor de mil películas en distintas partes del mundo.

Se podría decir que fue recién, con los trabajos de Georges Méliès (1861-1938), hacia 1898, que el cine inicia su camino de arte, divertimento y fantasía. Según SALAS MURILLO (2010 p. 275),

Con la adaptación de una de las cámaras de Le Prince, los Lumière consiguieron proyectar sobre una superficie las imágenes que antes habían filmado. Este fue un cambio no solamente tecnológico, sino finalmente sociológico: la apreciación de la imagen, hasta entonces reservada por la pintura y escultura para las clases pudientes, llegó a las masas populares.

Es importante subrayar que Méliès estuvo presente en la primera presentación de los hermanos Lumière, en París, y les ofreció comprarles uno de sus proyectores, cosa que ellos no aceptaron. Desde entonces, Méliès buscó cómo conseguir y desarrollar equipamiento y materiales sensibles para su trabajo durante casi dos décadas.

### ***La astronomía en la fantasía del cine de George Méliès***

Resaltamos que muchas de las películas de Méliès tenían elementos de fantasía relacionados con el estudio del cielo, con la Luna, planetas, seres extraterrestres y, por supuesto, astrónomos como protagonistas de sus historias. Uno de estos filmes es *El sueño del astrónomo* (1898), un corto sobre lo que un astrónomo sueña en su observatorio, poblado de objetos y símbolos muy variados. La figura 5 presenta algunos fotogramas de la citada película que muestran aspectos relacionados a la astronomía presentes en esta producción de Méliès.

La película que le dio fama internacional fue *Un viaje a la Luna* (1902), inspirada en los libros *De la Tierra a la Luna*, de Julio Verne, y *Los primeros hombres en la Luna*, de H.G. Wells, y cuenta la trayectoria de cinco astrónomos que viajan al satélite en una cápsula, disparada por un gran cañón. Al llegar allí, son atacados por extraterrestres; después de una divertida batalla los viajeros consiguen capturar un selenita y regresan como héroes a la Tierra (figura 6).

Además de poseer la clásica imagen de la cápsula con forma de bala impactando en el ojo de la Luna, la película fue pionera tanto en el género de la ficción científica como en retratar a los alienígenas.





Figura 5. Fotogramas de *El sueño del astrónomo*.

Fuente: ESTADOS UNIDOS, 2015.



Figura 6. Fotogramas de *Un viaje a la Luna*.

Fuente: ESTADOS UNIDOS, 2015.

Vale resaltar además que el filme fue lanzado siete años después de la invención del cinematógrafo y más de sesenta años antes de que el ser humano realmente llegara a la Luna, con detalles similares a las misiones *Apolo*.

## 2. El tránsito de Venus en el final del siglo XIX y la aparición del séptimo arte

A partir de lo desarrollado en todo el apartado anterior, en lo que se refiere a la relación entre ciencia y arte, analizaremos a continuación con más detalle cuál fue el fenómeno astronómico cuyo estudio generó la principal influencia para el nacimiento del séptimo arte: el tránsito de Venus por el disco

solar<sup>1</sup> a finales del siglo XIX.

Cuando un objeto pasa frente al Sol<sup>2</sup>, según lo visto desde el sistema de referencia del observador, se dice que ha ocurrido un *tránsito solar*.

- 1 De aquí en adelante utilizaremos expresiones como *disco de Venus*, *disco del Sol* o *disco solar*, que se fundamentan en que en realidad no es posible ver a estos objetos (ni a ningún otro en el Universo), para un observador ubicado en la Tierra, como esferas, ni a ojo desnudo ni con la ayuda de dispositivos ópticos: solo vemos discos o puntos. La esfericidad de los objetos astronómicos es una construcción conceptual, no es una percepción directa. Para profundizar la discusión sobre este aspecto, consultar LEITE, HOSOUOME (2009).
- 2 De acuerdo con la nota anterior, y siempre con el observador ubicado sobre la superficie terrestre (un sistema de referencia topocéntrico), es posible ver los discos de los planetas interiores, Mercurio y Venus, cruzar por delante del Sol (frente al Sol). Este fenómeno se denomina *tránsito solar* (si fuera el disco de la Luna el cual pasara por delante del Sol, sería un *eclipse de Sol*). Para mayor información, consultar NASA (s.f.).

En el caso del Sistema Solar, desde una posición sobre la superficie de nuestro planeta, solo es posible ver tránsitos solares de Venus y Mercurio, los llamados planetas interiores, por tener una órbita (media) que los ubica más cerca del Sol que la Tierra<sup>3</sup>.

De acuerdo con DE FREITAS MOURÃO (2004), el paso del planeta Venus a través del disco solar ocurrió dos veces en el siglo XIX, una vez en 1874 y nuevamente en 1882. Esto es debido a que:

Las órbitas no están todas en el mismo plano [...] y es por eso que el fenómeno de tránsito es tan raro, especialmente para Venus. Para Mercurio, por estar mucho más cerca del Sol, la probabilidad es mayor pero aun relativamente pequeña (en promedio, ocurren 13 en cada siglo). (AUGUSTO, SOBRINHO, 2007 p. 6)

### a. La astronomía del siglo XIX

¿Qué problema de gran importancia tenía la astronomía del siglo XIX? Quizás el más serio era la determinación precisa de la distancia media de la Tierra al Sol. Esta medida, hoy denominada *unidad astronómica* (UA, ua), era fundamental para tener una imagen real de la escala espacial del sistema Tierra-Sol, lo que a su vez arrastraba a la escala de distancias mayores, necesarias para dimensionar y comprender los procesos en el Sistema Solar y en el entorno galáctico del Sol<sup>4</sup>.

El problema básicamente radicaba en que no era (no es) posible *medir desde afuera* al sistema Tierra-Sol, sino que había que encontrar algún proceso que pusiera en evidencia su tamaño, en principio fenómenos astronómicos de gran escala.

Si bien existen varios métodos, el que fue foco de atención durante los siglos XVIII y XIX fue utilizar el tránsito de Venus por delante del Sol, una coincidencia geométrica que se da a intervalos de decenas de años, y puede predecirse con suficiente antelación como para planificar una observación coordinada entre distintos observadores terrestres.

El método consiste en observar la trayectoria del pequeño disco de Venus en su movimiento aparente por delante del disco solar, desde distintas posiciones sobre la Tierra, registrando los tiempos en que el disco de Venus entra y sale del disco del Sol (los *contactos*), midiendo además los desplazamientos norte-sur de tal trayectoria sobre el Sol, producidos por la diferencia en la latitud geográfica de los observadores (AUGUSTO, SOBRINHO, 2007 pp. 23-30).

El ángulo entre las direcciones desde las cuales se ven los contactos entre ambos discos se denomina *paralaje* (significa “diferencia”), y su valor puede relacionarse con la distancia Tierra-Sol (figura 7).

CANALES (2002 p. 608) indica que Camille Flammarion, el gran astrónomo y divulgador francés, consideraba que una vez que los astrónomos determinaran el valor del *paralaje solar* (la diferencia angular entre dos observadores mirando un punto del Sol) tendrían *la medida del sistema del mundo*. Asimismo, Alfred Cornu, de l'École Polytechnique, consideraba que contribuir a la resolución de este problema era de capital importancia, dado que el paralaje solar “definía las dimensiones absolutas del Sistema Solar” (CANALES, 2002 p. 608), y Hervé Faye, del Bureau des Longitudes de París, sostenía que el paralaje solar era “la llave de la arquitectura de los cielos” (CANALES, 2002 p. 608).

Observar el tránsito de Venus por delante del Sol, desde una cierta posición sobre la superficie terrestre, es algo muy difícil. De hecho, tal condición se da cada poco más de un siglo, sucediendo dos tránsitos en cada oportunidad, separados por ocho años. Más aún, es un fenómeno que no puede

3 También pueden verse desde la Tierra tránsitos solares de la Luna (eclipses de Sol) y de la Estación Espacial Internacional (entre otros objetos creados por nuestra tecnología). (Ver: Thierry Legault Astrophotography, <http://www.astrophoto.fr/satellites.html>). Y un observador ubicado, por ejemplo, en Marte, puede ver tránsitos solares de los satélites naturales de ese planeta. (Ver: APOD, <https://apod.nasa.gov/apod/ap190410.html>).

4 Cabe destacar que el 31 de agosto de 2012, la Unión Astronómica Internacional definió que el valor de la Unidad Astronómica es: 1 ua = 149.597.870,700 km, según Resolución B2, XXVII Asamblea General de la IAU ([https://www.iau.org/static/resolutions/IAU2012\\_English.pdf](https://www.iau.org/static/resolutions/IAU2012_English.pdf)), siendo a partir de entonces, por convención, el patrón de referencia para la escala de distancias.

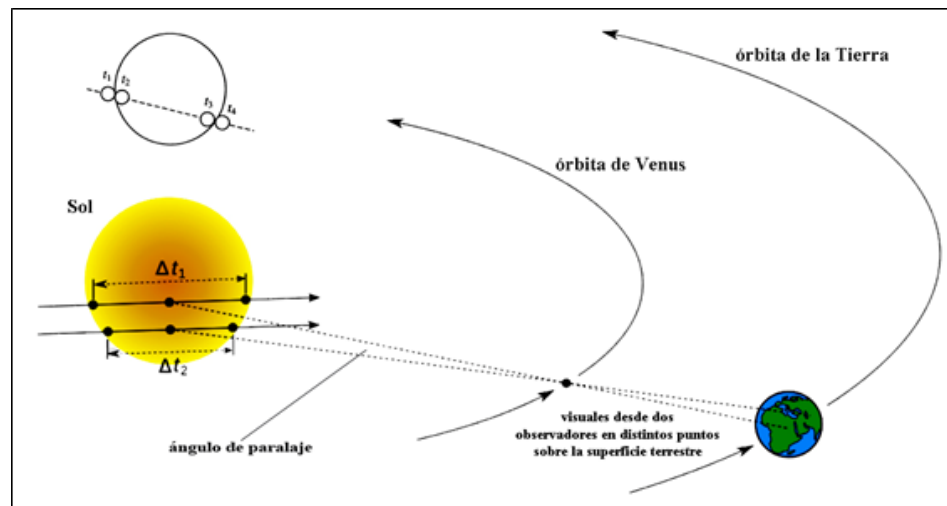


Figura 7. El tránsito de Venus, visto desde distintas posiciones.

Fuente: adaptada de Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Parallax#/media/File:Venus\\_Transit\\_%26\\_Parallax.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Parallax#/media/File:Venus_Transit_%26_Parallax.svg)).

observarse a ojo desnudo<sup>5</sup>, por lo que solo se registran tránsitos (de Venus y de Mercurio) desde principios del siglo XVII.

Desde la invención del telescopio, en 1609, solo seis tránsitos de Venus fueron visibles antes del siglo XXI, en los años: 1631, predicho por Johannes Kepler, quien murió en 1630, sin registro de que alguien lo haya observado; en 1639, observado por Jeremiah Horrocks (1618-1641) y su amigo William Crabtree, sin poder determinar la distancia al Sol; en 1761 y 1769, a partir de los estudios de Edmund

Halley, quien murió en 1742, fueron observados por expediciones enviadas especialmente a todo el mundo (en 1771, el astrónomo francés Jerome Lalande utilizó los resultados de ambos tránsitos y determinó la distancia Tierra-Sol en 153.000.000 km); en 1874 y 1882, ambos tránsitos ya fueron eventos públicos internacionales, y permitieron ajustar aún mejor el valor de la unidad astronómica. En la tabla 1 se dan los tránsitos de Venus, a partir del primero previsto por Kepler y hasta el siglo XXIII.

En el siglo XXI solo han ocurrido dos tránsitos, en 2004 y 2012<sup>6</sup>, los cuales fueron observados por una gran cantidad de personas en todo el mundo, y registrados por distintos medios digitales (figura 8).

Es importante destacar que hay una seria dificultad para el registro de los tiempos durante el fenómeno. Un tránsito típico de Venus puede durar unas siete horas, sin embargo, el registro de los cuatro tiempos de contacto (figura 7) de los respectivos discos debe tener una gran precisión, de unos pocos segundos, para lograr que la determinación de la distancia Tierra-Sol tenga

5 Los tránsitos solares no pueden observarse a ojo desnudo por dos razones: la primera, y quizás más evidente, es que deberíamos mirar directamente al Sol, sin protección, para observar el disco de Mercurio o de Venus por delante del disco solar, lo cual dañaría seriamente el ojo en pocos instantes (lo mismo ocurre con los eclipses de Sol); la segunda, y fundamental, es que los diámetros aparentes de los discos de Mercurio y de Venus, vistos desde la Tierra, están por debajo del poder resolvente del sistema óptico que constituye el ojo humano, por lo que no podríamos ver ni siquiera pequeñísimos puntos negros en contraste contra la superficie solar (nótese que cuando vemos a Mercurio o a Venus a simple vista, contra el cielo nocturno generalmente, los vemos como puntos de luz, sin discriminar sus respectivos discos). Así, solo es posible visualizar tránsitos solares con instrumentos ópticos, los cuales deben tener dos características, acordes a las razones antes expuestas: un sistema de filtrado de la luz solar y un aumento adecuado para que la imagen producida por el instrumento permita que el ojo humano note la presencia de los discos planetarios. Estos instrumentos existen desde 1609 con la invención del telescopio (vale decir, además, que tampoco con cámaras oscuras, existentes mucho antes del 1609, es posible ver un tránsito solar de Mercurio o Venus).

6 Para mayor información, consultar: <https://web.archive.org/web/20120606201837/http://eclipse.gsfc.nasa.gov/transit/venus0412.html>

una precisión satisfactoria. Esta precisión es muy difícil de obtener cuando se registra mirando con el ojo a través de un telescopio, debido a un fenómeno óptico denominado *efecto de la gota negra* (LICCHELLI, 2005; SCHAEFER, 2001) (figura 9),

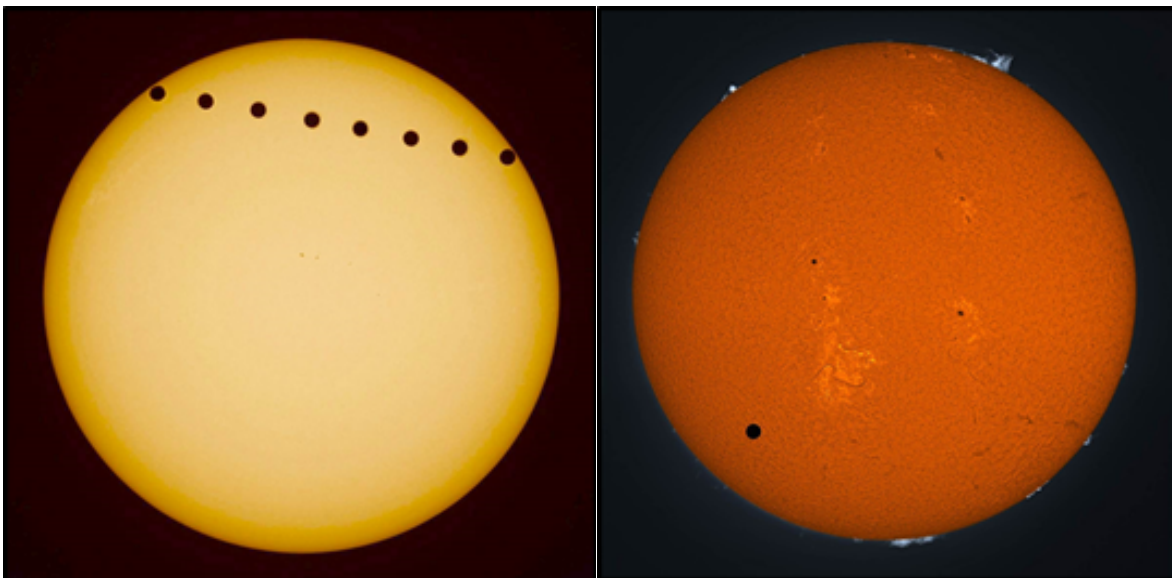
el cual afecta principalmente a los contactos 2° y 3°, cuando el disco de Venus está completamente dentro del disco del Sol.

Si bien en la actualidad el fenómeno está satisfactoriamente explicado como una posible

**Tabla 1.** Los tránsitos de Venus a partir del primero previsto (por Kepler) y hasta el siglo XXVIII.

Fecha	Lugar de observación (observador)	Comentario
06/dic/1631	No fue visible desde Europa.	Nadie lo vio.
04/dic/1639	Much Hoole, Inglaterra (Jeremiah Horrocks) Salford, Inglaterra (William Crabtree)	
06/06/1761	Muchas expediciones y observaciones planificadas.	Guerra de los Siete Años entre Francia e Inglaterra.
04/06/1769	Muchas expediciones y observaciones realizadas. Por ejemplo: Vardo, Noruega (Maximillian Hell); Bahía de Hudson, Canadá (Dymon, Wales); Tahití (James Cook, Green).	
09/12/1874	Muchas expediciones y observaciones realizadas.	Primer tránsito "público" y fotografiado.
06/12/1882	Muchas expediciones y observaciones realizadas.	
08/06/2004		Visible desde Europa, Asia, África y Australia.
06/06/2012		No será completamente visible desde Europa.
11/12/2117		
08/12/2125		
11/06/2247		

Fuente: AUGUSTO, SOBRINHO, 2007 p. 7. (traducida).



**Figura 8.** El tránsito de Venus, un suceso que se da pocas veces (2004/06/08 y 2012/06/06).

Fuente: LUXORION, s.f.





**Figura 9.** El efecto óptico de la gota negra dificulta la visualización del momento en que el disco de Venus se separa del borde del disco del Sol.

**Fuente:** SPACEWEATHER (izq.) (<http://spaceweather.com/venustransit/08jun04p/Leary1.jpg>); STARS4ALL (der.) (<http://stars4all.eu/broadcasting-of-mercury-transit-across-the-sun-9th-of-may/>).

combinación de efectos instrumentales en interacción con las atmósferas de la Tierra, Venus y el Sol (PASACHOFF, SCHNEIDER, GOLUB, 2004), en su momento era motivo de profundas discusiones y se consideraba que podría ser un obstáculo casi insalvable para la observación astronómica de este tipo de fenómenos.

### **b. Jules Janssen y el nacimiento del cine científico**

Al analizar el nacimiento del cine científico, de acuerdo con TOSI (2005), tenemos la tendencia de querer demarcar una fecha exacta, un nombre, un evento, que esté relacionado con ese momento histórico. Sin embargo, es convincente decir –en la medida en que ello proporcionaría una declaración precisa de prioridad con respecto a la fecha convencional del cine como entretenimiento– que el cine científico ya existía antes del 28 de diciembre de 1895 (cuando se realizó la primera “función” de cine de los hermanos Lumière). Para TOSI (2005 p. 33):

La aparición de un fenómeno como el cine científico solo puede ser visto como un proceso que se desarrolló a lo largo de un periodo de tiempo, distinguido por las contribuciones de varias personas en diferentes países, a pesar de una serie de eventos sucesivos, muchas veces, aunque

ni siquiera [...]. El cine científico nació y vivió sus primeros desarrollos básicos en las dos décadas entre 1870 y 1890.

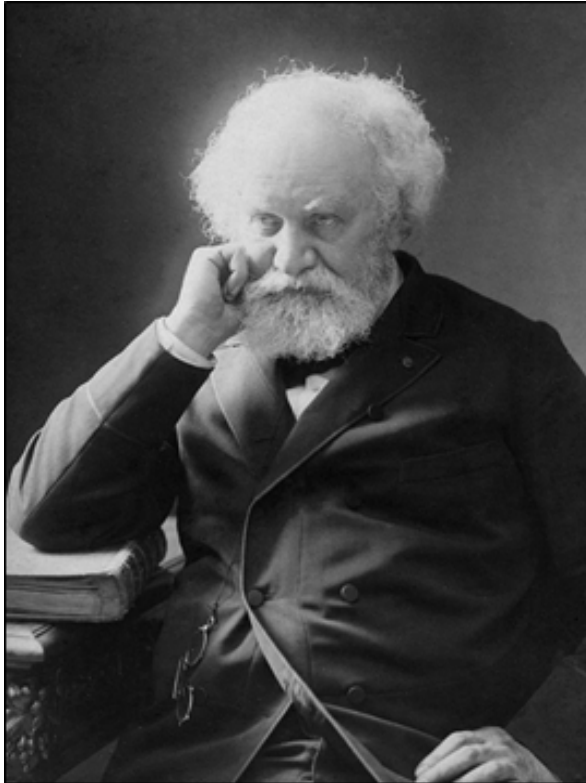
La contribución pionera que Jules Janssen trajo para el nacimiento del cine científico está íntimamente ligada a su trabajo de investigación astronómica, que asumió una forma de uso consciente de las nuevas posibilidades ofrecidas por el análisis del movimiento a través de una serie de imágenes fotográficas.

Pierre-Jules-César Janssen (1824-1907) fue un astrónomo francés de origen noruego (figura 10). Tomó su diploma con una disertación sobre la visión, y las obras que publicó al principio de su carrera se referían al funcionamiento del ojo y a problemas de la oftalmología, incluso antes de hacer sus observaciones científicas más significativas<sup>7</sup>.

Janssen apoyó con entusiasmo la importancia del descubrimiento de la fotografía, y en particular de sus aplicaciones científicas. Ante sus muchas

<sup>7</sup> Janssen fue también el fundador y director del Observatorio de Astronomía Física de París, ubicado en Meudon, y años más tarde, en octubre de 1884, participó en representación de Francia en la Conferencia Internacional del Meridiano, cuando se dio inicio al Sistema Internacional de Zonas Horarias (LAUNAY, 2011). Por otra parte, y como *nota de color*, vale decir que en 1870 ganó fama debido a un evento de noticias que presenció su dedicación a la investigación: después de haber decidido ir al sur de África para observar un eclipse del Sol, y al encontrar su camino bloqueado porque en aquella época París estaba bajo sitio, no dudó en usar un globo de aire caliente para elevarse sobre la capital francesa y así registrar el eclipse (TOSI, 2005).

contribuciones se convirtió más tarde en presidente de la Société Française de Photographie, y una definición de su trabajo, en especial, es recordada: “La fotografía es la retina del científico” (LAUNAY, 2011 p. 115).



**Figura 10.** Pierre-Jules-César Janssen (1824-1907).

**Fuente:** WIKIPEDIA ([https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Janssen#/media/File:Jules\\_Janssen\\_3.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre_Janssen#/media/File:Jules_Janssen_3.jpg)).

Esta comprensión moderna de la aplicación de nuevas técnicas para la grabación de imágenes y el conocimiento de sus posibilidades intrínsecas lo llevó a desarrollar un método, con su instrumentación y tecnología relativa, que le permitió investigar, clasificar y documentar distintos fenómenos. En especial, fue un apasionado estudioso del Sol y un fino observador de eclipses, tanto que durante un eclipse total en 1868 estudió en el espectro solar la luz emitida por un elemento antes desconocido: el helio, posteriormente denominado así porque se creía que solo existía en el Sol (LAUNAY, 2011).

Janssen se propuso resolver el problema de la gota negra, buscando una forma de registro en placas

de daguerrotipo, que fuera rápida y secuencialmente automatizada, sin la intervención del observador. Como se dice habitualmente, *la necesidad es la madre de la inventiva*, y fue así que Janssen inventó la *cronofotografía*: tomar secuencias de fotografías y registrar los tiempos, de forma automática, para así medir con total precisión los instantes de tiempo buscados correspondientes a la separación de ambos discos durante un tránsito (los contactos 2 y 3, antes indicados).

### ***El problema del observador y la realidad bajo estudio***

Uno de los problemas más serios de la observación astronómica de los siglos XVIII y XIX, en cuanto al método, era la influencia del observador: el astrónomo, la persona que miraba por el telescopio.

Diferentes personas *veían cosas diferentes*: los tiempos de reacción de cada uno, sus capacidades motrices y de visión, la forma en que utilizaban sus instrumentos ópticos, los criterios para registrar los tiempos y para anotar detalles de sus observaciones y muchos otros aspectos hacían que los resultados obtenidos por distintos equipos de investigación a través del mundo, sobre un mismo fenómeno, en general no coincidieran. La así denominada *ecuación personal* fue objeto de estudio durante décadas, e interrelacionaba áreas tan diferentes como la astronomía y la psicología (SANFORD, 1888; CANALES, 2002).

La aparición de la fotografía trajo una esperanza para solucionar este importante problema, una fuente de errores muy serios, lo que se evidencia con la afirmación del astrónomo HERVÉ FAYE (citado por CANALES, 2002 p. 597): “el observador no interviene con sus nerviosos movimientos, ansiedades, preocupaciones, su impaciencia, y con la ilusión de sus sentidos y sistema nervioso”. CANALES (2002 p. 597) continúa: “Solo a través de ‘suprimir al observador por completo’, como lo haría la fotografía, podrían los astrónomos tener acceso a la naturaleza... es la naturaleza en sí misma la que aparece ante nuestros ojos”.

Janssen confiaba además en que el registro fotográfico brindaría la posibilidad de estudiar en detalle las circunstancias físicas en la proximidad de los contactos de ambos discos, de Venus y del Sol, y así se obtendrían resultados concordantes que ya se había demostrado que solo a través del ojo humano no podrían darse. Esta confianza además acercaba a los científicos a la concepción de estar cada vez más cerca de la *realidad de las cosas* (CANALES, 2002).

Esta supuesta posibilidad de registrar la *realidad*, en el sentido de tener la *certeza* de los tiempos de contacto, prescindiendo de las *falencias* de los ojos como detectores de tal suceso –debido a que por su lentitud de reacción el efecto de la gota de agua enmascaraba en qué momento sucedían los primeros y últimos contactos de un disco (Venus) con respecto al otro (Sol)–, brindaba quizás por primera vez la opción de obtener un dato científico con carácter de *objetividad*: común para todos, casi externo al observador humano, válido entonces para siempre y para todos<sup>8</sup>. Fue quizás esta alternativa que brindó el *revólver fotográfico* de Hansen lo que a su vez se proyecta en el enorme éxito, en todos los sentidos posibles, que caracterizó posteriormente a la aparición y evolución de las primeras épocas del cine como disciplina, como recurso para el registro histórico y posteriormente como arte (NAVARRETE, 2008).

Más aún, Janssen fundamentaba su convicción sobre la importancia del registro fotográfico en tres puntos: “reproductibilidad, estandarización y la posibilidad de la conservación y multiplicación de las imágenes” (CANALES, 2002, p. 604). Comenzaba así una época, que se extiende hasta nuestros días, en que los registros fotográficos se convirtieron gradualmente en objetos epistémicos, independizándose

de algún modo de la *realidad* a partir de lo cual fueron producidos.

CANALES (2002, p. 589) afirma que “los nuevos instrumentos y técnicas empleadas durante el tránsito de 1874 alteraron dramáticamente a las ciencias exactas. Más importante, estos nuevos métodos combinados con otros factores cambiaron la naturaleza de los debates acerca del papel de la evidencia científica”.

Cabe destacar que la sugerencia de Janssen de conservación y multiplicación de las imágenes (fotografías y filmes, en lo que fue su evolución a futuro), con el fin de ser utilizadas en especial para trabajo científico, sin vinculación directa con el fenómeno astronómico a partir del cual fueron producidas, es hoy una realidad. Tanto, que sería imposible imaginar a la astronomía actual sin vincularla a la producción y posterior análisis de fotografías y videos, en todo el rango del espectro electromagnético y desde todas las perspectivas posibles (en Tierra, en el espacio, en el Sistema Solar).

### **La invención del “revólver fotográfico” de Janssen**

Con el fin de registrar fotográficamente el tránsito de Venus, cuya dificultad más sensible radicaba en la rapidez del movimiento y consecuentemente en el pequeño intervalo de tiempo en que sucedían los contactos, Janssen desarrolló un dispositivo que tomaba fotografías (daguerrotipos, al principio), superpuestas en una placa de vidrio en una secuencia a intervalos de aproximadamente un segundo. Según TOSI (2005), Janssen inició el proyecto de construcción de su dispositivo en 1873.

El dispositivo consistía en un mecanismo de relojería, capaz de tomar 48 imágenes sobre un daguerrotipo (vidrio con emulsión sensible), en un intervalo de 72 segundos, lo que para la época era revolucionario. El movimiento rotatorio del dispositivo que permitía ingresar la luz del telescopio al sector de la placa sensible se construyó a partir del mecanismo del revólver Colt, por lo que al dispositivo de Janssen se lo denominó *revólver fotográfico* (LAUNAY, HINGLEY, 2005 p. 62).

8 Cabe notar que aquella búsqueda por *eliminar al observador*, junto con la necesidad de mejorar la precisión de las medidas, que trajo un resurgimiento del ideal de *objetividad*, tan propio de la concepción de *ciencia* que fue surgiendo pos-Galileo, hasta llegar a posiciones extremas a finales del siglo XIX, con el *positivismo* y su concepción de verdad absoluta, atemporal y metafísica (CHALMERS, 1997), en muchos aspectos aún pervive, no solo en la actividad científica sino en la práctica educativa, con profundas vinculaciones hacia conceptos como *observación*, *objetividad*, *neutralidad*, *método*, *modelo*, *verdad*, *autoridad*, entre varios otros de gran importancia.

GARCÍA, VERDES-MONTENEGRO, GARRIDO (2010 p. 77) describen el dispositivo:

[...] la luz procedente del telescopio incidía sobre dos discos giratorios. El primero de ellos, compuesto de 12 aperturas regularmente espaciadas, hacía de obturador, dejando pasar la luz a intervalos regulares a un segundo disco, en el que se encontraba el material fotosensible. En este caso, se trataba de yoduro de plata, base del daguerrotipo, la primera “película fotográfica” que se fabricó. Un motor hacía girar ambos discos de manera sincronizada. El segundo disco giraba a un cuarto de velocidad del disco obturador para evitar la sobreimpresión de las imágenes, mientras otro dispositivo medía el instante de tiempo exacto en el que se hacía cada exposición (figura 11).

En la figura 12 se muestra el dispositivo de Janssen en uso, fijo en el suelo, apuntando a un *heliostato*: un espejo movido por un mecanismo de relojería para seguir al Sol, según la imagen publicada en *La Nature*, en 1875, cuyo operador fue el astrónomo brasileño Francisco Antonio d’Almeida. La imagen

remite a la observación del tránsito de Venus del 9 de diciembre de 1874, en Nagasaki, Japón.

Es importante señalar que d’Almeida fue el astrónomo enviado por Conde Prados, director del Observatorio Imperial de Río de Janeiro, para estudiar Astronomía en Francia, y que estando allí fue invitado a participar en la comisión francesa en Nagasaki, evento durante el cual fue responsable del uso del revólver fotográfico de Jules Janssen. Con este dispositivo se obtuvieron imágenes que permitieron visualizar en detalle el paso de Venus frente al Sol (DE FREITAS MOURÃO, 2004)<sup>9</sup>.

De acuerdo con LAUNAY, HINGLEY (2005), el primer dispositivo práctico para la fotografía secuencial (o cronofotografía), inventado por Janssen para registrar el tránsito de Venus en 1874, fue más tarde reconocido como el precursor de la cámara de cinematografía, como en general es reconocido por muchos otros autores.

En ese entonces, el propósito de Janssen no era solo capturar el movimiento, sino lo que era de particular interés para los astrónomos: capturar el propio punto de contacto entre el planeta y el Sol,

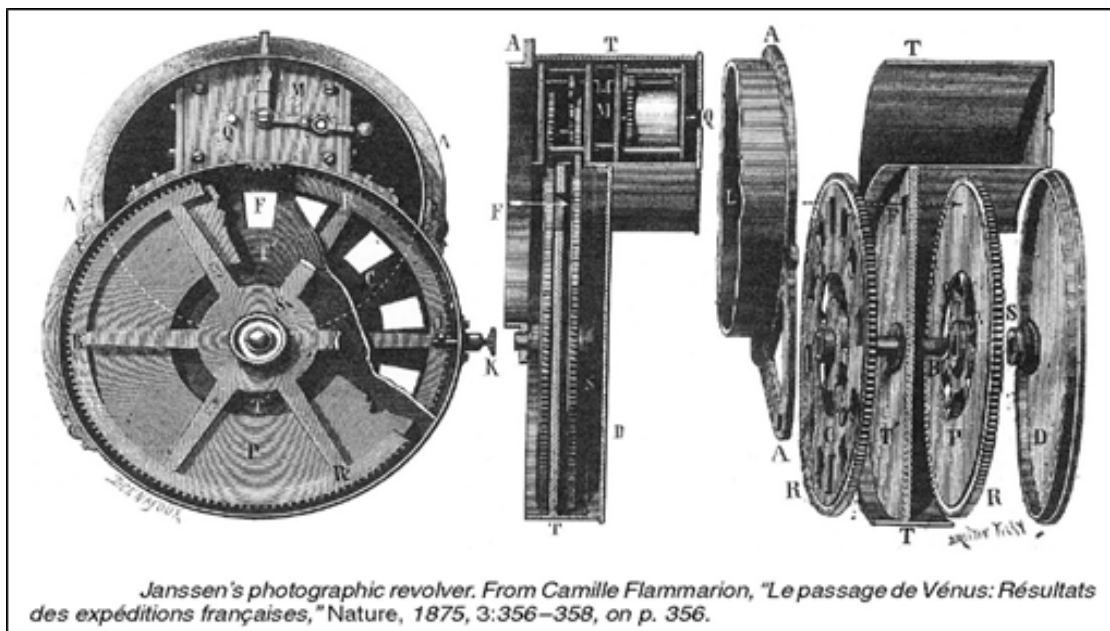


Figura 11. Revólver fotográfico de Janssen.

Fuente: FLAMMARION, 1875.

9 Ver una animación similar a la de Janssen en: <https://thebioscope.net/2012/06/04/the-transit-of-venus/>

lo que era necesario para determinar luego la distancia astronómica entre la Tierra y el Sol (la unidad astronómica). Dado que el momento exacto de contacto no podría preverse con exactitud, el registro de una sola fotografía podría ser arriesgado, teniendo en cuenta la rareza del fenómeno. Siendo así, Janssen buscó obtener una secuencia rápida de fotografías (o por lo menos tan rápido como la tecnología de 1874 lo permitía), en forma automática, sin depender de un observador humano registrando el proceso, y con posibilidad a futuro de replicar los estudios analizando las imágenes obtenidas. El revólver fotográfico satisfizo su búsqueda.

### **Jules Janssen y los hermanos Lumière**

Durante su comunicación a la Société Française de Photographie en 1876, Janssen mencionó otros posibles usos de su revólver fotográfico: "En astronomía, podría usarse para registrar las fases sucesivas de eclipses solares totales o parciales" (LAUNAY, HINGLEY, 2005 p. 72), y había planes para adaptar el instrumento a un espectroscopio, para realizar observaciones meridianas, entre varias otras posibilidades.

Pero, lo más significativo en cuanto a la evolución del cine es que Janssen, en efecto, mostró y defendió enfáticamente las bondades de la *fotografía animada* a muchos e importantes científicos y artistas, entre ellos Eadward Muybridge (quien había realizado la secuencia original del caballo en movimiento), Thomas Edison (quien participó en el desarrollo de los proyectores de cine), Etienn-Jules Marey (fisiólogo que luego estudió animales en movimiento, pájaros en especial), Albert Londe (responsable del servicio de fotografía del Hospital de Salpêtrière), y por supuesto a los hermanos Lumière (figura 13).

En un discurso en honor de los hermanos Lumière, pronunciado en Lyon el 15 de junio de 1895, en la reunión de la Union Nationale des Sociétés Photographiques de Francia, Janssen señaló que los Lumière ya habían desarrollado la utilización de la fotografía en color y que más *maravillas* vendrían

a futuro. En esa oportunidad, Louis Lumière produjo una película de la llegada de Janssen a esta importante reunión, y que este último apareció en dos de las primeras películas de los Lumière, filmadas el 11 de junio de 1895 (LAUNAY, HINGLEY, 2005 p. 76).



**Figura 13.** Auguste Lumière y Louis Lumière, en 1895.

**Fuente:** WIKIPEDIA ([https://es.wikipedia.org/wiki/Hermanos\\_Lumi%C3%A8re#/media/File:Fratelli\\_Lumiere.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Hermanos_Lumi%C3%A8re#/media/File:Fratelli_Lumiere.jpg)).

### **3. Aportes para la didáctica de la astronomía**

En los apartados anteriores hemos mostrado la relación entre ciencia y arte (astronomía y cine, en particular), a través de un proceso de varias décadas que inició con los primeros estudios sobre el tránsito de Venus por delante del Sol, hasta la consolidación de la cinematografía como disciplina moderna. A esta relación han contribuido una gran cantidad de científicos, investigadores, inventores, artistas, con distintas especialidades y modalidades, en gran parte del mundo, durante varias décadas entre los siglos XVIII y XX.



Tomar conciencia de tal evolución fortalece la concepción de que la ciencia es una actividad cultural, social e históricamente contextualizada, que se aboca a la resolución de problemas diversos generados por las preguntas de una sociedad plural, desarrollada en constante, necesaria e indisoluble conexión con personas y disciplinas que no necesariamente pertenecen al propio campo científico, con consecuencias y proyecciones que en general no se pueden predecir *a priori* y que habitualmente se extienden por décadas a futuro.

Resaltamos entonces la importancia de incorporar en las acciones didácticas específicas, que diseñamos y que buscamos concretar en las aulas, ciertos elementos, varios de los cuales fueron presentados en este trabajo: contextualización histórica de los procesos bajo estudio; evidenciar las relaciones personales y profesionales entre los distintos protagonistas de un desarrollo científico; plantear episodios históricos y analizarlos desde más de una perspectiva; resaltar las consecuencias para la cultura, no solo para la propia ciencia, de los desarrollos científicos.

En lo que respecta al vínculo entre la astronomía y el arte, en especial, vale recordar que las relaciones astronomía/música, astronomía/pintura, astronomía/arquitectura, entre otras, tienen una gran riqueza no solo desde lo conceptual sino, y quizás fundamentalmente, desde lo estético y cultural, pues además se extienden por siglos a través de la historia de la humanidad.

En cuanto a la historia y naturaleza de la ciencia, por último, su vinculación con la enseñanza de la ciencia es en la actualidad una línea de investigación y desarrollo de gran fortaleza y potencialidad (PEDUZZI, FERRER P. MARTINS, MESQUITA HIDALGO FERREIRA, 2012; MCCOMAS, ALMAZROA, CLOUGH, 1998), como bien lo afirman DE ALMEIDA, DE OLIVEIRA FARÍAS (2011, p. 474):

[...] la naturaleza de la ciencia se utiliza para describir la intersección de las cuestiones derivadas de la filosofía, historia, sociología y psicología de la ciencia, su aplicación y potencial impacto en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

El trabajo didáctico en la enseñanza de la astronomía sobre episodios históricos es de gran relevancia, y es un camino de gran riqueza aún por recorrer.

#### 4. Consideraciones finales

La relación entre los estudios sobre el tránsito de Venus a finales del siglo XIX y la aparición del séptimo arte fue mostrada en el presente trabajo, en particular a través de la interrelación entre los pioneros de la cinematografía y los astrónomos de aquella época: Janssen, los hermanos Lumière, Mèlies y otros.

Sin embargo, otro fuerte vínculo fue introducido en el apartado “El problema del observador y la realidad bajo estudio”, el cual vale la pena retomar en este momento: la discusión que se profundizó en aquella época sobre relación epistemológica con la *realidad* y la forma de registrarla.

En la actualidad, el *observador* (entidad que no es solo un ser humano) quizás ya no sea un problema, al menos no con respecto a aquel planteamiento de finales del siglo XIX; y los muchos aspectos a cuidar de los distintos dispositivos y técnicas instrumentales, que si bien tienen un desarrollo que sería visto como fantástico hace pocas décadas, ya casi no ponen en discusión el problema de la objetividad, o al menos nos hemos acostumbrado a tratar a los registros obtenidos y a los datos construidos sin generar una permanente reflexión filosófica o epistemológica al respecto.

Podríamos decir que hoy confiamos en nuestros telescopios, confiamos en las imágenes que producimos, y estas ya son objetos epistémicos en sí mismos, posibles de ser analizados y de construir a partir de tal análisis nuevo conocimiento científico sin necesidad de estar vinculado al proceso que las generó.

Como ejemplo de lo anterior, los programas de la IAU y de otros organismos internacionales de astronomía ofrecen al público en general de todo el mundo sus bancos de imágenes aún sin tratar para que cada uno las analice según desee.

Sin embargo, la discusión sobre la relación entre la imagen producida y la realidad, que rápidamente fue salvada en el contexto de la astronomía, siguió

siendo un factor de gran importancia para las disciplinas artísticas (fotografía, cinematografía), que se extiende quizás hasta nuestros días. Esta discusión en particular se enfoca en la utilización del cine como fuente histórica, y se remonta por lo menos hasta 1898 (ALMEIDA KORNIS, 1991).

La separación de la imagen fotográfica o en video de su referente quizás ya no sea una discusión tan activa en astronomía, pero lo fue durante décadas en las artes (LÓPEZ CANTOS, 2015). ¿Es el cine o una fotografía una expresión de la realidad? ¿Cuál es la línea de demarcación entre el observador y la *realidad*, entre el registro y *el mundo exterior*, entre la subjetividad y la *objetividad*? ¿Qué historia contamos? Sin embargo, ha habido una importante evolución, ya que en general hoy tenemos menos la necesidad de demostrar cómo sucedieron ciertos acontecimientos en la historia, y mucho más la necesidad de comprender lo que ciertos acontecimientos pueden significar (NAVARRETE, 2008).

Vale reflexionar entonces, en especial para quienes trabajamos la enseñanza de la astronomía: ¿Nos hacemos estas preguntas cuando estudiamos astronomía, cuando enseñamos astronomía? ¿Qué decimos conocer del cielo y de cómo proceden los astrónomos cuando utilizamos fotografías de planetas, asteroides, nebulosas o agujeros negros? ¿Qué historias contamos en nuestras aulas sobre la astronomía, sobre la cultura, sobre el Universo? ¿Qué significados tienen estas historias?

## 5. Referencias bibliográficas

- ALMEIDA KORNIS, M. História e Cinema: um debate metodológico. **Estudios Históricos**, Río de Janeiro, v. 5, n. 10, 1992, pp. 237-250.
- AUGUSTO, P.; SOBRINHO, J.L. **O trânsito de Vênus e a Unidade Astronômica**. Universidade da Madeira. Funchal: Portugal. Noviembre, 2007.
- CANALES, J. Photogenic Venus: The "cinematographic turn" and its alternatives in nineteenth-century France. **Isis**, Filadelfia, v. 93, n. 4, pp. 585-613. 2002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1086/375953>. Con acceso el 30 de abril de 2019.
- CHALMERS, A. **¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos**. 19a. ed. Siglo Veintiuno Ed. México. 1997.
- COUTINHO, L.M. **Audiovisuais: arte, técnica e linguagem**. Universidade de Brasília. Brasília: Brasil. 2006.
- DE ALMEIDA, A.V.; DE OLIVEIRA FARIAS, C.R. A Natureza da Ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Puerto Alegre, v. 16, n. 3, pp. 473-488, 2011.
- DE FREITAS MOURÃO, R.R. The brazilian contribution to the observation of the transit of Vênus. **Transits of Venus (IAU C196): New Views of the Solar System and Galaxy**, Cambridge, v. 2004, n. IAUC196, pp. 154-160. 2004.
- ESTADOS UNIDOS. January 2, 1839: First Daguerreotype of the Moon. **APS News**, Washington, D.C., v. 22, n. 1. 2013. Disponible en: <https://www.aps.org/publications/apsnews/201301/physicshistory.cfm>. Consultado 30 de abril de 2019.
- ESTADOS UNIDOS. VFSfilmes. **Georges Méliès: A Trip to the Moon**. 2015. Disponible en: <http://vfsfilmes.blogspot.com/2015/03/a-trip-to-moon-hq-720p-full-viaje-la.html>. Consultado 30 de abril de 2019.
- ESTADOS UNIDOS. NASA. **Planetary Transits Across the Sun**. s.f. Disponible en: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/transit/transit.html>. Consultado: 30 de abril de 2019.
- FARBER, M. This Is the First-Ever Photo of a Total Solar Eclipse. **TIME**, EE. UU. Agosto 11. Disponible en: <https://time.com/4883424/solar-eclipse-first-photo-taken/>. Consultado 30 de abril de 2019.
- FLAMMARION, C. Le passage de Vénus: Résultats des expéditions françaises. **La Nature**, París, n. 3, pp. 356-358. 1875.
- GARCÍA, J. E., VERDES-MONTENEGRO, L., GARRIDO, R. Un género cinematográfico: el Astrocine. **Pasaje a la Ciencia**, Alcalá la Real, n. 13, pp. 75-92. 2010.

- LAUNAY, F. **The Astronomer Jules Janssen: A Globetrotter of Celestial Physics**. Springer Science & Business Media. Londres. 2011, 222 p.
- LAUNAY, F.; HINGLEY, P.D. Jules Janssen's "Revolver Photographique" and its British derivative, "The Janssen Slide". **Journal for the History of Astronomy**, Newbury Park, v. 36, n. 1, pp. 57-79. 2005.
- LEITE, C.; HOSOUME, Y. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de Astronomia. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 8, n. 3, pp. 797-811. 2009.
- LICCHELLI, D. The transit of Venus and the Black Drop Effect. **Memorie della Società Astronomica Italiana Supplementi**, Roma, v. 6, n. 17. 2005. Disponible en: <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/2005MSAIS...6...17L>. Consultado 30 de abril de 2019.
- LÓPEZ CANTOS, F. The epistemic representation: visual production and communication of scientific knowledge. **Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences**, Valencia, v. 2, n. 1, 152-173. 2015. Disponible en: <https://polipapers.upv.es/index.php/MUSE/article/view/2226>. Consultado 30 de abril de 2019.
- LUXORION. **Gallery of Masterpieces: The transits of Venus of 8 June 2004 and 6 June 2012**. s.f. Disponible en: [http://www.astrosurf.com/luxorion/imagesgallery-transit-venus.htm#\\_ftnref1](http://www.astrosurf.com/luxorion/imagesgallery-transit-venus.htm#_ftnref1). Consultado 30 de abril de 2019.
- MANNONI, L. **The great art of light and shadow. Archaeology of the Cinema**. University of Exeter Press. Devon, Reino Unido. 2000.
- MCCOMAS, W.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. The Nature of Science in Science Education: An Introduction. **Science & Education**, Dordrecht, v. 7, n. 6, 511-532. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008642510402>
- NAVARRETE, E. O cinema como fonte histórica: diferentes perspectivas teórico-metodológicas. **Revista Urutáguá**, Maringá, v. 16. 2008.
- OLIVEIRA, B.J. de. **História da Ciência no Cinema**. Argymentvm: Brasília. 2005.
- OLIVEIRA, B.J. de. Cinema e imaginário científico. **História, Ciência, Saúde**. Manguinhos, v. 13. supl., pp. 133-150. 2006.
- PASACHOFF, J.; SCHNEIDER, G.; GOLUB, L. The black-drop effect explained. In: KURTZ, D.W. (ed.). **"Transits of Venus: New Views of the Solar System and Galaxy"**. **Proceedings IAU Colloquium, n. 196**. International Astronomical Union. 2004.
- PEDUZZI, L.; FERRER P. MARTINS, A.; MESQUITA HIDALGO FERREIRA, J. (org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. EDUFRN. Natal: Brasil. 2012. 372 p. Disponible en: <http://ppgect.ufsc.br/files/2012/11/Temas-de-Historia-e-Filosofia-da-Ciencia-no-Ensino1.pdf>. Consultado 30 de abril de 2019.
- RANGEL, M., ACCETTA ROJAS, A. Ensaio sobre arte e ciência na formação de professores. **Revista Entreldeias**, Salvador, v. 3, n. 2, pp. 73-86, jul./dez. 2014.
- SALAS MURILLO, B. Esas primeras imágenes cinematográficas. **Revista de Lenguas Modernas**, San José de Costa Rica, n. 12, pp. 273-280. 2010.
- SANFORD, E.C. Personal Equation. **The American Journal of Psychology**, Champaign, EE. UU., v. 2, n. 1, pp. 3-38. Nov. 1888. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/1411405>. Consultado 30 de abril de 2019.
- SCHAEFER, B. The Transit of Venus and the Notorious Black Drop Effect. **Journal for the History of Astronomy**, Washington, v. 34, n. 4, pp. 325-336. 2001.
- SILVA, J.D. da. **Medição das distâncias: a Fotografia aplicada à astronomia**. 2011. Disponible en: <http://ventosdouniverso.blogspot.com.br/2011/07/medicao-das-distancias-fotografia.html>. Con acceso el 30 de abril de 2019.
- THE BIOSCOPE. **The transit of Venus**. 2012. Disponible en: <https://thebioscope.net/2012/06/04/the-transit-of-venus/>. Consultado 30 de abril de 2019.
- TOSI, V. **Cinema before Cinema: The Origins of Scientific Cinematography**. British Universities Film & Video Council. Londres: Reino Unido. 2005.







## ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DE QUAL TECNOLOGIA ESTAMOS FALANDO DESDE ESTA PERSPECTIVA EM NOSSA PRÁTICA DOCENTE?

### A SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY FOCUS IN TEACHING SCIENCES: WHAT TECHNOLOGY ARE WE TALKING ABOUT FROM THIS PERSPECTIVE IN OUR TEACHING PRACTICE?

### ENFOQUE CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: ¿DE QUÉ TECNOLOGÍA ESTAMOS HABLANDO DESDE ESTA PERSPECTIVA EN NUESTRA PRÁCTICA DOCENTE?

Ruth do Nascimento Firme\*

Cómo citar este artículo: Firme, R.N. (2020). Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 65-82. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14300>

#### Resumo

Neste artigo, analisamos uma proposta de organização de conteúdos para a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino de Química. O nosso objetivo foi o de caracterizar, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de ciências. Visamos contribuir tanto com discussões sobre a natureza da tecnologia, quanto com aquelas que direcionam uma prática docente coerente com esta abordagem. A proposta de organização de conteúdos para a abordagem CTS foi elaborada por um grupo de professores de ciências quando cursavam a disciplina optativa “A perspectiva CTS e o ensino de ciências” em um programa de pós-graduação de uma instituição pública de ensino superior brasileiro. Nesta direção, adotamos a pesquisa qualitativa descritiva. Para organização dos resultados, descrevemos a organização de conteúdos a partir das dimensões Ciência, Tecnologia e Sociedade e, em seguida, analisamos a proposta considerando como categorias analíticas: artefato/produto, modo de conhecimento, tipo de atividade humana, e volição. As análises contribuiram para caracterizar a tecnologia na abordagem CTS nestas categorias. Portanto, ao adotar esta perspectiva, é desejável que o professor de ciências considere tais dimensões em sua prática docente, com vistas a contribuir, por exemplo, para desmistificar algumas concepções

Recibido: 21 de diciembre de 2018; aprobado: 09 de mayo de 2019

\* Licenciada em Química. Mestra em Ensino de Ciências. Doutora em Educação. Professora do Departamento de Química/área Ensino de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. Correio eletrônico: ruthquimica.ufrpe@gmail.com

equivocadas sobre a tecnologia, dentre outras, a ideia de tecnologia como ciência aplicada, e promover a compreensão da natureza da tecnologia. Contudo, para o professor de ciências adotar a abordagem CTS em sua prática docente deve atender aos aspectos relativos às diferentes dimensões da tecnologia, discussões. Assim as reflexões sobre seu paradigma de tecnologia se constituem em uma das demandas da formação de professores de ciências.

**Palavras-chave:** ensino de química, modelo didático, educação tecnológica.

### **Abstract**

In this article, we analyze a proposal for content organization to address the Science-Technology-Society (STS) issue in chemistry teaching. Our goal is to characterize technology from a philosophical point of view, namely, the STS perspective, for application in science education. We seek to contribute to both discussions about the nature of technology and those on how to guide practicum teaching coherent with this approach. The content organization proposal was prepared by a group of natural science teachers when they took the elective "The STS perspective and science teaching" in a post-graduate program of a Brazilian institution of higher education. We adopt a qualitative descriptive approach. For the results consolidation, initially, we describe the proposal for the organization of contents based on the Science, Technology and Society dimensions, and then we analyze the proposal based on the analytical categories of artefact/product, mode of knowledge, type of human activity, and evolution. We characterize technology as a product/artefact, a specific type of knowledge, a human activity, and evolution. Therefore, in the adoption of this science teaching approach, it is desirable for the teacher to consider such dimensions in the teaching practice, to contribute, for example, to demystify some misconceptions about technology, such as the idea of technology as applied science, and promote an understanding of the nature of technology. However, for science teachers to adopt the STS approach in teaching practice, they must address aspects related to the different dimensions of technology, discussions, and reflections on the paradigm that constitute one of the conditions of this process and, in this sense, training science teachers is necessary for the debate on this topic.

**Keywords:** Chemistry teaching, Didactic model, Technological education.

### **Resumen**

En este artículo, analizamos una propuesta de organización de contenidos para tratar el tema ciencia-tecnología-sociedad (CTS) en la enseñanza de la Química. Nuestro objetivo fue caracterizar la tecnología desde el punto de vista filosófico, en la perspectiva CTS para la enseñanza de las ciencias. Buscamos contribuir tanto con discusiones sobre la naturaleza de la tecnología, como con aquellas que orienten una práctica docente coherente con este enfoque. La propuesta de organización de contenidos

fue elaborada por un grupo de profesores de ciencias naturales, cuando cursaban la electiva “La perspectiva CTS y la enseñanza de ciencias” en un programa de posgrado de una institución brasileña de educación superior. En este sentido, adoptamos la investigación cualitativa descriptiva. Para la organización de los resultados, inicialmente, describimos la propuesta de organización de contenidos a partir de las dimensiones ciencia, tecnología y sociedad y, a continuación, analizamos su propuesta desde las categorías analíticas: artefacto/producto, modo de conocimiento, tipo de actividad humana, y evolución. Caracterizamos la tecnología como producto/artefacto, como un tipo de conocimiento específico, como actividad humana y como evolución. Por tanto, al adoptar este enfoque de enseñanza de ciencias, es deseable que el profesor considere tales dimensiones en su práctica docente para contribuir, por ejemplo, a desmitificar algunas concepciones equivocadas sobre la tecnología, como la idea de esta como ciencia aplicada, y promover la comprensión de la naturaleza de la tecnología. Sin embargo, para que el profesor de ciencias adopte el enfoque CTS en su práctica docente, debe atender los aspectos relativos a las diferentes dimensiones de la tecnología, discusiones y reflexiones sobre su paradigma que se constituyen como una de las condiciones de este proceso y, en este sentido, se hace necesaria la formación de profesores de ciencias para el debate al respecto.

**Palabras clave:** enseñanza de química, modelo didáctico, educación tecnológica.

## Introdução

Neste artigo, analisamos uma proposta de organização de conteúdos para a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), elaborada por um grupo de professores de ciências da natureza, quando cursavam uma disciplina optativa A perspectiva CTS e o ensino de ciências em um programa de pós-graduação de uma instituição pública de ensino superior brasileiro. O nosso objetivo foi o de caracterizar, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem CTS no ensino de ciências visando contribuir tanto com discussões sobre a natureza da tecnologia, quanto com discussões que direcionem uma prática docente coerente com esta abordagem de ensino.

Ao longo de onze anos temos desenvolvido pesquisas sobre abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino de ciências, mas especificamente, desde a conclusão do mestrado em 2007. Isso porque assumimos tanto a contribuição do ensino de ciências segundo a abordagem CTS para o enfrentamento do contexto sócio-histórico contemporâneo, marcadamente influenciado pela ciência e tecnologia, como o interesse de ampliar reflexões sobre uma prática docente coerente com esta abordagem de ensino. Partimos do pressuposto que a prática docente “pode ser permanentemente questionada e reinventada por ser uma prática humana, portanto, histórica e cultural” (MALDANER, 2000 p. 65).

Nos últimos anos, a Didática das Ciências tem vinculado ciência e democracia, destacando que práticas cidadãs podem ser favorecidas pelo ensino de ciências quando se mobiliza conhecimentos (conceitos, habilidade e atitudes) próprios da atividade científica em diferentes situações que contribuam para uma formação cidadã (GARCÍA, 2002). Contudo, corroborando com SANTOS (2010 p. 85), precisamos considerar que o conceito de cidadania “é um conceito historicamente situado” e, nesta direção, “o cidadão do século XXI, para além de um ser individual, é um ser social, com uma identidade cultural construída dialogicamente nas relações sociais da comunidade” (SANTOS, 2010 p. 86).

É na perspectiva de formação do cidadão contemporâneo que destacamos a necessária alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, entendida como a condição de “saber ler a realidade, uma realidade concreta marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico” (MARCO-STIEFEL, 2002 p. 34) (tradução nossa).

Um cidadão científica e tecnologicamente alfabetizado lida, por exemplo, com desafios científicos e tecnológicos postos por uma sociedade caracterizada pela mudança, age a partir da compreensão de como o sistema funciona, toma decisões considerando seus conhecimentos e valores, e dentre outros aspectos, tem conhecimento de ciência e de tecnologia para “apreciar as convenções comunicacionais da ciência, os seus pressupostos, as suas crenças fundamentais, as suas convenções e o seu caráter humano” (AIKENHEAD, 2009 p. 21) (tradução nossa). Portanto, corroboramos com ALONSO (2010) ao considerarmos que a alfabetização científica e tecnológica se constitui como um dos paradigmas do ensino de ciências para o século XXI.

É considerando a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes que destacamos a abordagem CTS no ensino de ciências cujos objetivos são, entre outros, os de alfabetizar científica e tecnologicamente os estudantes de forma a dar aos mesmos condições de participação no processo democrático de tomada de decisão sobre aplicações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico, e de contribuir para práticas cidadãs no que se refere à resolução de problemas relacionados com a ciência e a tecnologia na sociedade (MEMBIELA, 2002) (tradução nossa). Segundo DIÁZ, ALONSO, MAS (2003 p. 90), a alfabetização científica e tecnológica inclui vários aspectos próprios da abordagem CTS, como, por exemplo, “a presença da tecnologia como elemento que facilita a conexão com o mundo real e uma melhor compreensão da natureza da ciência e da tecnociência contemporâneas”.

Adicionalmente, segundo SANTOS (2010 p. 89), esta abordagem de ensino se constitui de perspectivas sociais e de abordagens de ensino mais externalistas voltadas para contextos do mundo real,

implicando em uma organização curricular que questiona, entre outros aspectos, “os usos políticos do conhecimento científico e os dilemas éticos de algumas tecnologias, [...], e o sistema de valores e de crenças que nos rege; [...]”, exigindo, nesta perspectiva, discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade em si mesmas e, particularmente, sobre interações que estabelecem entre as mesmas (SANTOS, 1999, 2010).

Segundo ALONSO (2010), um dos objetivos das discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade inerentes à abordagem CTS, é compreender a natureza da ciência e da tecnologia, ou seja, compreender um conjunto “de características de C e T como uma maneira de conhecer” (tradução nossa). Neste contexto, à luz das especificidades da alfabetização científica e tecnológica e da abordagem CTS no ensino de ciências discutidas até então, temos como hipótese neste estudo que as características da tecnologia nesta abordagem de ensino, são diferentes daquelas para as quais ela é considerada como ciência aplicada, por exemplo, visto que “aquilo que denominamos tecnologia se apresenta, pois, como uma realidade polifacetada: não apenas em forma de objetos e conjuntos de objetos, mas também como sistemas, como processos, como modos de proceder, como certa mentalidade” (CUPANI, 2016 p. 12). É a partir desta hipótese, que problematizamos a dimensão Tecnologia na abordagem CTS de ensino de ciências, e por conseguinte, a tecnologia se constitui como objeto de estudo neste artigo.

A tecnologia está presente de forma significativa na sociedade contemporânea (CUPANI, 2016) e tem sido compreendida de diferentes maneiras. ACEVEDO DIÁZ (1996) concebe a tecnologia como constituída de diferentes componentes: o científico-tecnológico considerando as relações mútuas entre a ciência e a tecnologia e as finalidades específicas de cada uma; o histórico-cultural destacando as mudanças provocadas pela tecnologia no meio natural e cultural; o organizativo-social enfatizando a relevância da tecnologia como fator que influencia as formas de organização social; o verbal-iconográfico considerando a linguagem própria da tecnologia; e

o técnico-metodológico que expressa capacidades técnicas para produção e manuseio dos artefatos tecnológicos. PACEY (1990) define tecnologia e prática tecnológica considerando três aspectos: o técnico referente às habilidades, instrumentos, recursos humanos, artefatos/produtos, conhecimentos; o organizacional relativo à gestão da tecnologia; e o cultural envolvendo valores, criatividade, concepções sobre a tecnologia. Para KNELLER (1980 p. 268) a tecnologia é “o empreendimento historicamente em desenvolvimento que consiste em construir artefatos e organizar o trabalho para satisfazer necessidades humanas”. Quanto à compreensão da tecnologia como ciência aplicada, STAUNDENMAIER (1985 apud PALACIOS et al. 2003), por exemplo, discute alguns argumentos que buscam desmistificá-la, são eles: a tecnologia modifica os conceitos científicos; os problemas que busca resolver têm natureza diferente dos problemas da ciência; e o conhecimento tecnológico tem suas especificidades e é dependente de habilidades técnicas.

Os primeiros estudos sobre a abordagem CTS no ensino de ciências tiveram início no Brasil na década de 1990 (SANTOS, 2010). Em trabalho anterior, realizamos uma breve revisão de publicações em cinco periódicos nacionais de Qualis da Capes entre A e B, considerando o período de 2013 a 2018, e mapeamos artigos nos quais constavam a sigla CTS em seus títulos. Do conjunto de vinte e três artigos mapeados, encontramos trabalhos sobre a abordagem CTS com objetos de estudos diversificados, como, por exemplo: concepções docentes de ciência, tecnologia e sociedade (TORO-BAQUERO, 2014); diretrizes curriculares e relações CTS (ROEHRIG, CAMARGO, 2014; ROSO, AULER, 2016); materiais ou recursos didáticos na perspectiva CTS (BARBOSA, BAZZO, 2013; SILVA, MARCONDES, 2015; OLIVEIRA et al., 2018; VIECHENESKI, SILVEIRA, CARLETTI, 2018;); saberes populares e o enfoque CTS (ZANOTO, SILVEIRA, SAUER, 2016); relações CTS a partir de Marx (CARVALHO, ZANIN, SHIMBO, 2017); sequências/propostas didáticas na perspectiva CTS (OLIVEIRA, RECENA, 2014; BUFFOLO, RODRIGUES, 2015; CAVALCANTI, RIBEIRO, BARRO, 2018; SOUZA,

AMAURO, FERNANDES-SOBRINHO, 2018; FERREIRA et al., 2018); mapeamento de trabalhos sobre CTS (CHRISPINO et al., 2013; FREITAS, GHEDIN, 2015); alfabetização científica e tecnológica a partir da abordagem CTS (FABRI, SILVEIRA, 2013); modelos tecnocráticos em práticas educativas CTS (ROSA, AULER, 2016); formação continuada de professores de ciências e a educação CTS (STRIEDER, KAWAMURA, 2017; MILLI, ALMEIDA, GEHLENA, 2018); formação inicial e a abordagem CTS (ROSO et al., 2015); ensino de gênero e sexualidade e a perspectiva CTS (LIMA, SIQUEIRA, 2013); concepção discentes de tecnologia na abordagem CTS (OLIVEIRA, GUIMARÃES, LORENZETT, 2016).

Entretanto, dentro deste conjunto de artigos, identificamos apenas um trabalho referente a tecnologia na abordagem CTS, o de OLIVEIRA, GUIMARÃES, LORENZETT (2016). Neste trabalho, os autores analisaram concepções de tecnologia apresentadas por alunos do Ensino Médio durante uma intervenção didático-pedagógica com enfoque CTS em uma escola da rede pública de ensino da região metropolitana de Curitiba-PR e concluíram que os alunos têm diferentes compreensões acerca da tecnologia e do como ela influencia e é influenciada pela sociedade. Portanto, trabalhos cujo objeto de estudo seja a natureza da tecnologia inerente a esta abordagem de ensino ainda são incipientes no Brasil. Neste sentido, consideramos que a ausência deste tipo de discussão pode contribuir para o desenvolvimento de uma prática docente que assume a tecnologia com uma compreensão incoerente à esperada para a abordagem CTS no ensino de ciências. Adicionalmente, a palavra tecnologia tem sido bastante disseminada em nossa sociedade contemporânea, contudo esta disseminação não tem garantido, por exemplo, uma melhor compreensão do seu sentido e “uma competência para emitir opiniões racionais fundamentadas sobre aspectos tecnológicos que nos afetam a todos” (SANTOS, 1999 p. 87).

Portanto, neste estudo buscamos respostas para o seguinte questionamento: de que tecnologia estamos falando quando adotamos a abordagem CTS no ensino de ciências? Mas, especificamente,

questionamos: o que é tecnologia?; é artefato/produto?; é um modo específico de conhecimento?; se sim, quais aspectos estão envolvidos na produção deste conhecimento?; é uma atividade humana?; quais são as dimensões da tecnologia?; qual a natureza da tecnologia?. E nesta direção, quais implicações para a prática docente ao adotar a abordagem CTS considerando a natureza da tecnologia?

Buscando respostas para estas questões, perspectivas históricas ou filosóficas, por exemplo, poderiam nortear nossa discussão. Contudo, optamos por caracterizar a natureza da tecnologia a partir de uma perspectiva filosófica, considerando que “quando dirigimos a nossa reflexão filosófica para qualquer assunto, descobrimos que é ocasião de formular questões que dizem respeito às diversas áreas tradicionais da filosofia”, como, por exemplo, formular questões ontológicas, epistemológicas e axiológicas (CUPANI, 2016 p. 23). Portanto, é a partir de uma reflexão do ponto de vista da filosofia da tecnologia que buscaremos responder às questões postas neste estudo.

## 1. A tecnologia sob a perspectiva filosófica

A natureza da tecnologia é complexa. E esta complexidade é percebida, por exemplo, considerando as diferentes compreensões de tecnologia postas na literatura (CUPANI, 2016 p. 15-16):

[...] “Fabricação e uso de artefatos” (MITCHAM, 1994); “uma forma de conhecimento humano” endereçada a “criar uma realidade conforme nossos propósitos” (SKOLIMOWSKI, 1983); “conhecimento que funciona, knowhow” (JARVIE, 1983); “implementações práticas da inteligência” (FERRÉ, 1995); “a humanidade trabalhando [at work]” (PITT, 2000); colocação da Natureza à disposição do homem como recurso (HEIDEGGER, 1997); “o campo de conhecimento relativo ao projeto de artefatos e à planificação da sua realização, operação, ajustamento, manutenção e monitoramento, à luz de conhecimento científico” (BUNGE, 1985c); o modo de vida próprio da Modernidade (BORGSMANN, 1984); “a totalidade

dos métodos a que se chega racionalmente e que têm eficiência absoluta (para um dado estágio do desenvolvimento) em todo campo de atividade humana” (ELLUL, 1964, grifo do autor); “a estrutura material da Modernidade” (FEENBERG, 2002). (aspas do autor)

Segundo CUPANI (2016), MITCHAM (1994) distingue quatro manifestações ou dimensões da tecnologia: artefato; modo de conhecimento; tipo de atividade humana; e como volição. Neste sentido, tomamos por base estas dimensões para discorrermos sobre a natureza da tecnologia.

### **a. Tecnologia como artefato**

Uma das manifestações da tecnologia é, antes de tudo, relacioná-la aos produtos/artefatos, considerados como “todos os artefatos materiais fabricados pelo homem cuja função depende de uma específica materialidade enquanto tal” (MITCHAM, 1994, apud CUPANI, 2016 p. 16). Nesta direção, podemos dizer que “a tecnologia é uma atividade endereçada à produção de algo novo, e não à descoberta de algo existente” (CUPANI, 2016 p. 171).

Tomamos o termo artefato como objetos ou processos artificiais (CUPANI, 2016). Desta forma:

Ambas as palavras: artefato e artificiais denotam o que foi produzido conforme uma ‘arte’, um saber-fazer que implica regras de procedimento. A palavra arte é o equivalente latino do termo grego *techne*, que designava uma habilidade envolvendo um saber específico, [...]. O artefato[...] resulta ser, literalmente, ‘aquilo feito com arte’. (CUPANI, 2016 p. 14) (aspas do autor)

Por conseguinte, a produção e o uso de artefatos, segundo CUPANI (2016 p. 18), “implicam maneiras específicas de conhecer o mundo material”, as quais têm características próprias.

### **b. Tecnologia como modo de conhecimento**

Etimologicamente, a palavra tecnologia é uma derivação da expressão grega *techne*, indicando que

ela se refere um tipo de conhecimento, ao tempo em que é o logos da técnica (GONZALÉZ, 2005). Nesta direção, “a tecnologia é um modo específico de conhecimento e, previamente, um modo específico de resolver determinados problemas cognitivos” (CUPANI, 2016 p. 183). Portanto, o conhecimento tecnológico é prescritivo à medida que visa a produção de algo novo em função “de um determinado propósito humano, um objeto (artefato) com propriedades desejadas, idealizado e fabricado conforme um projeto (design)” e busca resolver problemas relativos à factibilidade, à confiabilidade e à eficiência dos inventos, à relação custo-benefício etc. (CUPANI, 2016 p. 171).

VICENT (1990 apud CUPANI, 2016 p. 176) propõe categorias para o conhecimento tecnológico e para atividades geradoras deste conhecimento. Quanto ao conhecimento tecnológico as categorias são relativas aos: conceitos fundamentais que definem o design; critérios e especificações que condicionam “metas específicas e quantitativas, tecnicamente definidas”; conceitos teóricos; dados quantitativos prescritivos que estabelecem os critérios a serem atendidos; saberes “provenientes da experiência profissional”; e procedimentos para projetar, “como a otimização, modos de pensar que se mostraram eficazes e, sobretudo, habilidade para julgar”. Quanto às atividades geradoras do conhecimento tecnológico, as categorias propostas são: a transferência de conhecimentos científicos para o fazer tecnológico, adaptando-os; a criação de noções; a pesquisa teórica direcionada ao projeto; a pesquisa experimental; a prática de projetar nas quais são revelados problemas e necessidades estimulando a busca pelo conhecimento; a produção do artefato que pode indicar problemas que necessitam de novos conhecimentos; e o uso do artefato que pode revelar aspectos que precisam ser melhorados.

É neste contexto das atividades geradoras do conhecimento tecnológico que destacamos a relação da tecnologia com a ciência. Segundo SANTOS (1999), existem diferentes abordagens desta relação: abordagens idealistas que consideram a tecnologia como ciência aplicada; abordagens materialista

considerando a tecnologia precedente da ciência; e as abordagens interacionistas para as quais a relação ciência-tecnologia é simbiótica. Nesta direção, assumimos neste estudo a perspectiva interacionista da relação ciência-tecnologia considerando que:

Os esforços de uma são necessários à outra. Cientistas e tecnólogos são grupos de pessoas que aprendem uns com os outros, de modos mutuamente benéficos, quer os seus trabalhos se desenvolvam sincrônica quer diacronicamente. É da interação social entre cientistas e tecnólogos que se geram inovações. Na realidade, os conhecimentos e as competências da ciência servem frequentemente, mas não exclusivamente, de instrumentos intelectuais à tecnologia bem como os da tecnologia servem de instrumentos materiais à ciência. (SANTOS, 1999 p. 147)

Portanto, a partir das discussões sobre a tecnologia como modo de conhecimento, entendemos que ela não se reduz à ciência aplicada, dado que “a produção e o uso de artefatos implicam maneiras específicas de conhecer o mundo material, maneiras essas que, parcialmente, incorporam o saber científico, mas que possuem igualmente características próprias” (CUPANI, 2016 p. 18).

### **c. Tecnologia como atividade humana**

A tecnologia é uma atividade social que se desenvolve intersubjetivamente para transformar a realidade natural ou social (GONZÁLEZ, 2005). A dimensão social da tecnologia, segundo GONZÁLEZ (2005), permeia os principais estágios da saber tecnológico. Isso porque: este saber leva em conta, além de conhecimentos científicos e tecnológicos, valores sociais (envolvendo os usuários do produto) e econômicos (o potencial de rentabilidade do artefato) que interferem no design; o processo tecnológico se desenvolve em empresas organizadas socialmente, considerando valores tais como, culturais, econômicos, estéticos, etc., e institucionalmente; o produto/artefato tecnológico é produzido e usado pela sociedade e “tem um uma avaliação econômica no

mercado”. Adicionalmente, “os critérios da sociedade têm uma influência considerável na promoção de algum tipo de inovação (com suas patentes) ou de uma tecnologia alternativa (um novo design, processo e produto)” (GONZÁLEZ, 2005 p. 28) (tradução nossa). Em outras palavras, em diferentes níveis, a sociedade pode se constituir como um dos motores da tecnologia, bem como, a tecnologia pode funcionar como motor da sociedade (SANTOS, 2002).

É nesta perspectiva que se constitui a relação tecnologia-sociedade, dado que “não é suficiente que o produto ‘funcione’ [...], tem ainda de satisfazer uma gama de outras condições de natureza social que podem incluir impacto ambiental, custo, preferências, estéticas, valores, exigências ergonômicas, extensão de mercado [...]” (SANTOS, 1999 p. 161). Portanto, podemos considerar a tecnologia “como uma tentativa de direcionar uma atividade humana para obter um domínio criativo e transformador daquela realidade - natural ou humana e social - sobre a qual ela está trabalhando” (GONZÁLEZ, 2005 p. 12). (tradução nossa).

### **d. Tecnologia como volição**

Esta manifestação refere-se às atitudes ou propósitos do homem em sua relação com a realidade (CUPANI, 2016). Nesta direção, por exemplo:

[...] a máquina e as trucagens técnicas a ela associadas são, hoje, a chave de muitos sonhos. Por um efeito regressivo, à medida que a técnica vai permitindo sonhos, vai-os reforçando. A sociedade atual, muitas vezes com base na publicidade, espera da ciência e da técnicas que salvaguardem as suas ilusões, que a façam viver de sonhos. (SANTOS, 1999 p. 171)

Nesta perspectiva, o aspecto volitivo é, dos modos de manifestação da tecnologia, o mais subjetivo: “a maneira única como a motivação da pessoa se conecta com a produção, o uso e o conhecimento dos artefatos” (CUPANI, 2016 p. 22), ou seja, diz respeito às diferentes formas de se relacionar com a tecnologia. Neste sentido, diferentes maneiras



podem ser consideradas, como, por exemplo, “como vontade de sobreviver, como vontade de controle ou poder, como vontade de liberdade, como procura de eficiência, como afã de realizar um ideal humano...” (CUPANI, 2016 p. 22). Neste contexto, esta dimensão da tecnologia parece ter relação com a questão da consciência tecnológica necessária, para, por exemplo, fazer com que os cidadãos se relacionem com a tecnologia “resistindo aos seus efeitos negativos e aproveitando o seu papel social positivo” (SANTOS, 1999 p. 173). Por conseguinte, “considerar a tecnologia como volição aponta assim para a necessidade de uma análise ética da tecnologia” (MITCHAM, 1994 apud CUPANI, 2016 p. 22).

À luz das discussões sobre as diferentes manifestações da tecnologia, temos neste estudo o objetivo de caracterizar, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem CTS no ensino de ciências visando contribuir tanto com discussões sobre a natureza da tecnologia, quanto com discussões que direcionem uma prática docente coerente com esta abordagem de ensino.

## 2. Metodologia

Para este estudo seguimos uma abordagem qualitativa e descritiva dos dados ao considerarmos que, segundo DENZIN, LINCOLN (2006), buscamos pela interpretação dos fatos no sentido de entender seus significados, sem interferir neles.

Para o atendimento do objetivo deste estudo, isto é, caracterizar, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem CTS de ensino de ciências, analisamos uma proposta de organização de conteúdos para este tipo de abordagem. A proposta em tela foi elaborada por um grupo de professores de ciências da natureza quando cursavam, no segundo período de 2016, uma disciplina optativa que discute a abordagem CTS no ensino de ciências em um Programa de Pós-Graduação de uma instituição pública de ensino superior brasileiro.

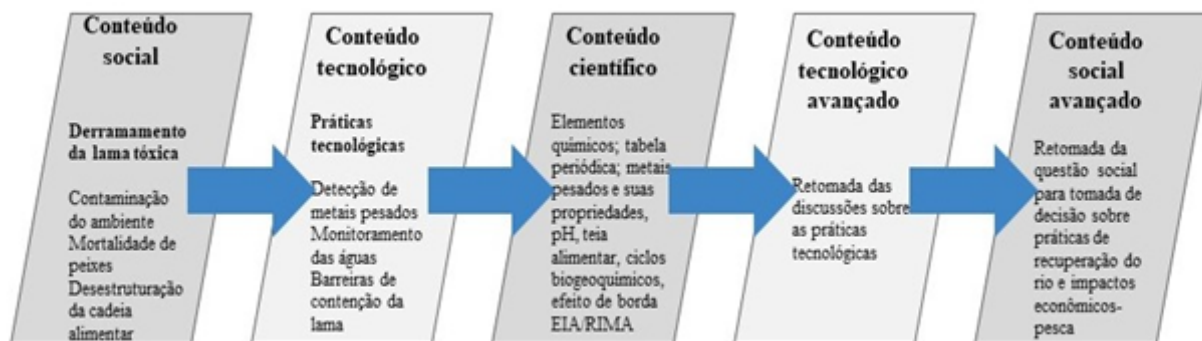
Naquela ocasião, após discussão em sala de aula sobre pressupostos teóricos e metodológicos desta abordagem, os sete professores de ciências da

natureza foram solicitados, em grupos, a elaborarem, no computador no programa power point, propostas de organização de conteúdos para abordagem CTS. Para a elaboração das propostas foi sugerido a sequência de conteúdos proposta por EIJKELHOF, KORTLAND (1987 apud AIKENHEAD, 2009 p. 31) constituída por: “conteúdo social; conteúdo tecnológico; conteúdo científico canônico; conteúdo tecnológico avançado; conteúdo social avançado”. Este modelo, segundo AIKENHEAD (2009), busca a integração do conteúdo CTS e o conteúdo científico canônico, assegurando a contextualização deste último de forma relevante para os alunos. Nesta direção, ao adotarmos a abordagem CTS, podemos organizar os conteúdos da seguinte forma: inicialmente, discutir uma questão social (conteúdo social) e tecnologias a ela relacionadas (conteúdo tecnológico) que gere a necessidade da aprendizagem de conceitos e práticas científicas (conteúdo científico); e em seguida, aprofundar as discussões sobre as tecnologias possibilitando uma maior compreensão das mesmas (tecnologia avançada), e retomar a questão social inicial com vistas à tomada de decisão (conteúdo social avançado).

Foram elaboradas três propostas pelos grupos de professores, das quais selecionamos a proposta ilustrada a seguir (Figura 1), considerando que esta atendeu a todas as etapas da sequência de conteúdos discutida anteriormente.

Fonte: elaboração de um grupo de mestrandos.

Na proposta de organização de conteúdos para a abordagem CTS ilustrada na figura 1, observamos que o grupo de professores de ciências da natureza optou pela questão social do derramamento de lama tóxica nos rios, e este derramamento foi por eles associado à mortalidade de peixes, desestruturação da cadeia alimentar e contaminação do ambiente (conteúdo social). Relacionada à questão social, as práticas tecnológicas selecionadas foram: detecção de metais pesados, barreiras de contenção da lama e monitoramento da água (conteúdo tecnológico). Visando a compreensão da questão social e das práticas tecnológicas, os professores definiram como conteúdos científicos elementos químicos, tabela



**Figura 1.** Proposta de Organização de Conteúdos na Abordagem CTS.

**Fonte:** elaboração de um grupo de mestrandos.

periódica, metais pesados e suas propriedades, pH, teia alimentar, ciclos biogeoquímicos, efeito de borda EIA/RIMA (conteúdo científico). Após a aprendizagem dos respectivos conteúdos científicos, as práticas tecnológicas seriam rediscutidas (conteúdo tecnológico avançado) para tomada de decisão sobre práticas de recuperação do rio e impactos econômicos-pesca (conteúdo social avançado).

Na condução deste estudo seguimos dois procedimentos metodológicos: inicialmente, descrevemos a proposta de organização de conteúdos na abordagem CTS ilustrada na figura 1 a partir das três dimensões inerentes à abordagem CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade –; e, posteriormente, analisamos a respectiva proposta buscando caracterizar, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem CTS. Para a análise da proposta de organização de conteúdos para a abordagem CTS, adotamos como categorias analíticas quatro dimensões da tecnologia: artefato, modo de conhecimento, tipo de atividade humana e volição (MITCHAM, 1994 apud CUPANI, 2016).

### 3. Resultados e discussão

Inicialmente, descrevemos a proposta de organização de conteúdos em tela considerando as três dimensões da abordagem CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nesta direção, quanto à dimensão

Sociedade, o derramamento de lama tóxica com a presença de metais pesados nos rios, como, por exemplo, o mercúrio, se constitui como uma problemática sócio-ambiental-econômica. Social, considerando, por exemplo, que “o metilmercúrio é uma toxina mais potente do que os sais de Hg<sup>2+</sup>, porque é solúvel em tecidos gordurosos de animais, bioacumula e biomagnifica, [...] podendo quando ingerido, “atravessar a barreira sangue-cérebro e a barreira da placenta humana (BAIRD, CANN, 2011 p. 695) e ocasionar diversos problemas de saúde. O metilmercúrio, sendo uma toxina solúvel em tecidos gordurosos, tem seus principais efeitos tóxicos no sistema nervoso central (BAIRD, CANN, 2011). Ambiental, à medida que desestrutura a cadeia alimentar. E econômica, considerando os impactos econômicos nas atividades dos pescadores da região devido à mortalidade de peixes. Isso porque, pela ação de bactérias anaeróbicas o mercúrio inorgânico é convertido em mercúrio orgânico e, desta forma, pequenos animais aquáticos consomem mercúrio orgânico. Ao longo da cadeia alimentar, animais aquáticos de pequeno porte são consumidos por animais aquáticos maiores. Portanto, “à medida que o elemento move-se para cima na cadeia alimentar desde os micróbios até o camarão e o peixe [...], o mercúrio torna-se cada vez mais concentrado” (SKOOG et al, 2008 p. 822). É nesta perspectiva que grande parte do metilmercúrio presente no

organismo humano é decorrente de peixes usados na alimentação (BAID, CANN, 2011).

Quanto à dimensão Tecnologia, a detecção de metais pesados, as barreiras de contenção da lama e o monitoramento da água foram mencionadas pelo grupo de professores como práticas tecnológicas. A detecção de metais pesados, por exemplo, pode contribuir para o monitoramento das águas com vistas à recuperação das águas do rio contaminado pela lama tóxica. A detecção de metais pode ser realizada por meio de diferentes técnicas. Segundo SKOOG et al (2008 p. 796), “traços de metais em água contaminadas são frequentemente determinados por meio de uma técnica multielementar como a espectroscopia de massas com plasma acoplado indutivamente ou a espectroscopia de emissão atômica em plasma acoplado indutivamente”.

Para discussão neste texto, iremos considerar a espectroscopia de absorção atômica em chama (EAA) visto que “é coerentemente o método atômico mais empregado [...] em razão de sua simplicidade, efetividade e custo relativamente baixo” (SKOOG et al, 2008 p. 814), embora tenha como limitação o fato de precisar de lâmpadas diferentes para cada analito, ou seja, sua característica monoelementar.

Ainda de acordo com SKOOG et al (2008), esta técnica foi introduzida em 1955, mas o primeiro espectrômetro foi comercializado em 1959 devido aos problemas relativos às larguras das linhas de absorção atômica que eram muito estreitas. Neste sentido, com o uso de fontes de radiação que “emitem não somente uma linha com o mesmo comprimento de onda selecionado para a medida de absorção, mas também uma linha que é mais estreita” (SKOOG et al, 2008 p. 814) (grifo do autor), o problema criado pelas linhas de absorção estreitas foi contornado.

A espectroscopia de absorção atômica em chama “envolve a quantificação da energia absorvida de uma fonte de radiação incidente para a promoção de elétrons de elementos no estado fundamental, sendo que a quantidade de luz absorvida é proporcional ao número de átomos, em seu estado fundamental, presentes na chama” (SKOOG et al., 2006 apud LEMES, SILVA, VARGEM, 2017 p.

117). Segundo SKOOG et al (2008 p. 822-823), o método de absorção atômica da radiação de 253,7 nm pelo mercúrio, por exemplo, é um dos métodos analíticos mais úteis no monitoramento de águas.

O método de absorção atômica da radiação de 253,7 nm pelo mercúrio tem o seguinte funcionamento:

uma amostra suspeita de conter mercúrio é decomposta a quente em um mistura de ácidos nítrico e sulfúrico, a qual converte o mercúrio ao estado +2. Os compostos de Hg(II) são reduzidos ao metal com uma mistura de sulfato de hidroxilamina e sulfato de estanho (II). O ar é então bombeado através da solução para carregar o vapor resultante contendo mercúrio por um tubo de secagem e para a célula de medida. O vapor de água é retido por Drierite em um tubo de secagem de forma que somente o mercúrio e o ar passam através da célula. O monocromador de espectrofotômetro de absorção atômica é sintonizado em um banda próxima a 254 nm. A radiação da linha de uma lâmpada de cátodo oco de mercúrio de 253,7 nm passa através das janelas de quartzo da célula medida, a qual é colocada no caminho óptico do instrumento. A absorvância é diretamente proporcional à concentração de mercúrio na amostra. As soluções de concentrações de mercúrio são tratadas de forma similar com a finalidade de calibração do instrumento. [...]. (SKOOG et al, 2008 p. 822-823)

É neste contexto que a espectroscopia de absorção atômica por chama se configurou como uma das técnicas analíticas discutidas neste trabalho para a detecção de metais pesados com vistas ao monitoramento das águas do rio contaminado pela lama tóxica. Isso porque o método baseado na absorção atômica da radiação de 253,7 nm pelo mercúrio, por exemplo, é “empregado para se determinar mercúrio em alimentos, metais, minérios e amostras ambientais” tendo como uma de suas vantagens, sensibilidade de cerca de 1 ppb, simplicidade do método, e condições de operação à temperatura ambiente (SKOOG et al, 2008 p. 823).

Quanto à dimensão Ciência, a partir da proposta de organização de conteúdos na abordagem CTS elaborada pelos professores, podemos considerar que a toxicidade da lama em rios é decorrente, por exemplo, da presença de metais pesados. Os metais pesados são elementos químicos localizados próximos ao meio e topo da tabela periódica, têm densidades altas quando comparadas aos materiais comuns e são considerados venenosos para os seres humanos (BAIRD, CANN, 2011). O mercúrio, por exemplo, é um metal pesado, cuja forma inorgânica mais recorrente é  $Hg^{+2}$ . Quando ocorre a deposição destes cátions em sedimentos lamacentos de águas naturais, pode ocorrer a formação do dimetilmercúrio, “especialmente sob condições anaeróbicas, quando as bactérias anaeróbicas e microrganismos convertem  $Hg^{+2}$  para  $Hg(CH_3)_2$ ” (BAIRD, CANN, 2011 p. 694).

Adicionalmente, as águas ácidas ou neutras, aquelas que possuem, respectivamente, pH menor que 7 e pH igual a 7, favorecem o aumento da solubilidade do mercúrio e da velocidade da metilação do mercúrio, e isto pode propiciar a formação do metilmercúrio em detrimento da formação do dimetilmercúrio. Por conseguinte, a “acidificação de águas naturais indiretamente aumenta a exposição de peixes predadores ao metilmercúrio” (BAIRD, CANN, 2011 p. 696). Os ácidos, em solução aquosa produzem íons  $H_3O^+$ , e neste sentido, a concentração desses íons é expressa pelo pH, ou seja, o pH de uma solução é o negativo do logaritmo da concentração de íon hidrônio (ATKINS, JONES, 2006).

Concluída a descrição da proposta de organização de conteúdos para a abordagem CTS ilustrada na figura 1, buscamos responder à questão norteadora deste estudo: de que tecnologia estamos falando quando adotamos a abordagem CTS de ensino de ciências?

Nesta direção, para responder esta questão, buscamos caracterizar, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem CTS considerando as quatro manifestações ou dimensões da tecnologia propostas por MITCHAM (1994 apud CUPANI, 2016): artefato/produto; modo de conhecimento; atividade humana; e volição.

Quanto à manifestação da tecnologia como artefato/produto, temos neste estudo, por exemplo, o espectrômetro de absorção atômica em chama. Este tipo de espectrômetro é “um instrumento espectroscópico que utiliza um monocromador ou um policromador juntamente com um transdutor para converter as intensidades radiantes em sinais elétricos” cuja finalidade é permitir a identificação de medidas de absorção (SKOOG et al, 2008 p. 729). Adicionalmente, para além do artefato propriamente dito, parece relevante compreendermos o espectrômetro de absorção atômica em chama como produto da atividade tecnológica que foi planejado e desenhado para uma finalidade específica, a qual envolve conhecimentos científicos e conhecimentos tecnológicos, etapas e procedimentos para sua produção.

Quanto à manifestação da tecnologia como um modo de conhecimento, destacamos neste estudo que a espectrometria de absorção atômica por chama, enquanto método analítico, mobiliza conhecimentos científicos como, por exemplo, atomização, “processo no qual a amostra é volatilizada e decomposta de forma que produza uma fase gasosa de átomos e íons” (SKOOG et al, 2006 p. 798), e mobiliza conhecimentos tecnológicos relativos ao processo de produção do espectrômetro e aos procedimentos de uso deste artefato, ou seja, ao manuseio do espectrômetro. Nestes dois aspectos, os conhecimentos tecnológicos são relativos, por exemplo, às características dos atomizadores, aos tipos de chamas empregadas, aos tipos de lâmpadas como fontes de radiação e às técnicas para evitar ao máximo as interferências.

Em outras palavras, os conhecimentos tecnológicos relativos à produção do espectrômetro e à técnica da espectrometria de absorção atômica por chama envolvem, por exemplo: conceitos fundamentais relativos aos componentes básicos dos instrumentos analíticos para a espectrometria de absorção atômica em chama – fonte de energia radiante, o seletor de comprimento de onda, cubetas para conter a amostra, detector de radiação, e unidade de processamento e leitura do sinal (SKOOG et al, 2006) –, que definem o design do espectrômetro; e

saberes provenientes da experiência, relativos, por exemplo, à informação de que as cubetas de melhor qualidade “têm janelas que são perpendiculares à direção do feixe de forma que minimize as perdas por reflexão” (SKOOG et al, 2006 p. 728) e à otimização do processo considerando, por exemplo, as interferências físicas, químicas e de ionização do analito (SKOOG et al, 2006).

A manifestação da tecnologia como um tipo de atividade humana, ou seja, um tipo de atividade social, é evidenciada à medida que ela se desenvolve intersubjetivamente para transformar a realidade natural ou social (GONZÁLEZ, 2005). No caso deste estudo, a dimensão social relativa à técnica da espectrometria de absorção atômica de chama pode ser destacada, considerando, segundo GONZÁLEZ (2005): valores sociais e econômicos relativos, por exemplo, às empresas usuárias deste equipamento e aos critérios de rentabilidade que são considerados na produção do espectrômetro de absorção atômica por chama, os quais impactam no design deste artefato; a espectrometria de absorção atômica por chama, enquanto um dos métodos analíticos de determinação qualitativa e quantitativa de espécies atômicas, é realizada em laboratórios de pesquisa ou industriais de esferas públicas ou privadas, as quais têm uma estrutura organizacional e institucional; e o resultado da atividade tecnológica relativo tanto à produção do espectrômetro de absorção atômica por chama como às informações obtidas por meio deste artefato. Neste segundo aspecto, destacamos que tais informações têm implicações sociais, dentre as quais no caso da proposta analisada, uma das implicações se refere à identificação da quantidade de mercúrio nas águas do rio poluído pelo derramamento da lama tóxica. Adicionalmente, a dimensão social da atividade tecnológica evidencia-se dado que “os critérios da sociedade têm uma influência considerável na promoção de algum tipo de inovação (com suas patentes) ou de uma tecnologia alternativa (um novo design, processo e produto)” (GONZÁLEZ, 2005 p. 28) (tradução nossa).

Um outro aspecto da atividade tecnológica como atividade humana é o fato desta atividade não só

gerar artefatos, mas gerar conhecimento tecnológico. No caso deste estudo, e tomando por base as ideias de VICENT (1990 apud CUPANI, 2016), o conhecimento tecnológico é gerado, por exemplo, quando: conhecimentos científicos relativos à produção e ao manuseio com o espectrômetro de absorção atômica em chama são transferidos e adaptados para o que se propõe; pesquisas teóricas e experimentais sobre, por exemplo, o design do espectrômetro e o seu funcionamento, são desenvolvidas; problemas relativos à produção do espectrômetro são identificados; se desenvolve melhorias sobre aspectos identificados no uso do espectrômetro.

Quanto a volição como uma das dimensões da tecnologia, um aspecto a ser considerado são as formas como as práticas tecnológicas podem ser concebidas do ponto de vista da sociedade, mais especificamente, do ponto de vista da questão social do derramamento de lama tóxica nos rios que causou a mortalidade de peixes, a desestruturação da cadeia alimentar, a contaminação do ambiente e impactos econômicos na pesca no local. De modo mais específico, discussões sobre a relação custo/benefício entre tais práticas tecnológicas e a recuperação da água do rio contaminado, ou sobre os problemas éticos, econômicos e políticos suscitados pelas práticas tecnológicas, as quais no caso do nosso estudo, foram a detecção de metais pesados, as barreiras de contenção da lama e o monitoramento da água, podem ser desenvolvidas.

As análises empreendidas sobre a espectrometria de absorção atômica por chama, método analítico para a medição de traços de metais pesados em águas contaminadas, a partir das quatro dimensões da tecnologia propostas por MITCHAM (1994 apud CUPANI, 2016), contribuíram para caracterizarmos, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem CTS. Por conseguinte, podemos dizer que, quando adotamos a abordagem CTS em nossa prática docente, estamos falando da tecnologia que se manifesta:

- como artefato/produto fabricado pelo homem com uma função definida, os quais vão desde

artefatos físicos, como, por exemplo, aos artefatos que se constituem como instrumentos para a ação (MITCHAM, 1994 apud CUPANI, 2016).

- como um tipo de conhecimento específico, que incorpora parcialmente o conhecimento científico estabelecendo uma relação simbiótica com a ciência (C-T) (SANTOS, 1999), mas que tem características próprias no que diz respeito aos conhecimentos necessários à produção e ao manuseio dos artefatos (CUPANI, 2016).
- como atividade humana à medida que a tecnologia: é desenvolvida intersubjetivamente para transformar a realidade natural ou social; considera aspectos sociais e econômicos relativos, por exemplo, às empresas usuárias e aos critérios de rentabilidade; é realizada em laboratórios de pesquisa ou industriais de esferas públicas ou privadas, com estrutura organizacional e institucional; tem seus resultados relativos à produção e às informações obtidas por meio do uso de seus artefatos têm implicações sociais; e é influenciada pela demanda da sociedade (CUPANI, 2016);
- como volição, considerando que esta dimensão da tecnologia está voltada para questões sobre a autonomia das práticas tecnológicas bem como para questões relativas às maneiras subjetivas dos indivíduos se relacionarem com a tecnologia.

É na perspectiva da compreensão da natureza da tecnologia, um dos objetivos da abordagem CTS de ensino de ciências e uma das condições da alfabetização científica e tecnológica dos mesmos (ALONSO, 2010), que algumas expectativas podem ser propostas para a prática docente ao adotar a abordagem CTS de ensino de ciências. Nesta direção, enquanto professores de ciências, ao adotarmos esta abordagem em nossa prática docente, no que se refere à tecnologia, parece desejável:

- considerarmos os artefatos/produtos tecnológicos, como, por exemplo, o espectrômetro de absorção atômica em chama, abordando os

fins para os quais foram produzidos, ou seja, permitir a identificação de medidas de absorção (SKOOG et al, 2008), bem como seu manuseio e funcionamento.

- discutirmos a tecnologia, como, por exemplo, a espectrometria de absorção atômica por chama, como modo de conhecimento específico com características próprias, que mobiliza conhecimentos científicos, estabelecendo uma relação simbiótica com a ciência, e tecnológicos relativos, por exemplo, ao processo de produção do espectrômetro e aos procedimentos de uso, visando desmistificar concepções equivocadas sobre a tecnologia, mais especificamente, a ideia de tecnologia como ciência aplicada.
- caracterizar a tecnologia como atividade humana que busca transformar a realidade (natural e social) estabelecendo relações com a sociedade, visto que a sociedade pode se constituir como um dos motores da tecnologia, bem como, a tecnologia pode funcionar como motor da sociedade (SANTOS, 2002), e gera conhecimento tecnológico sobre, por exemplo, melhorias de aspectos identificados no uso do espectrômetro.
- considerarmos a dimensão volitiva da tecnologia, no sentido de contribuir para o desenvolvimento de uma consciência tecnológica pelos estudantes, sobre, por exemplo, a relação custo/benefício e a importância da espectrometria de absorção atômica por chama na detecção de metais pesados na recuperação da água do rio contaminado, fazendo-os apreender a se relacionar com a tecnologia “resistindo aos seus efeitos negativos e aproveitando o seu papel social positivo” (SANTOS, 1999 p. 173).

Em outras palavras, podemos dizer que quando o professor de ciências trabalha estas dimensões da tecnologia no contexto de uma abordagem CTS em sua prática docente, pode contribuir para:

- a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes na perspectiva da formação para a

cidadania, ou seja, para a leitura do mundo marcado culturalmente científico e tecnológico (MARCO-STIEFEL, 2002);

- dar condições aos estudantes para: lidarem com desafios tecnológicos postos pela sociedade em constante mudança; agirem a partir da compreensão de como o sistema tecnológico funciona; tomarem decisões considerando seus conhecimentos e valores sobre a tecnologia (AIKENHEAD, 2009);
- desenvolver nos estudantes o exercício da participação de tomada de decisão sobre aplicações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico (MEMBIELA, 2002);
- desenvolver uma prática docente mais coerente com a abordagem CTS no que se refere à dimensão Tecnologia, ao discutir suas diferentes manifestações e questionar, por exemplo, “[...] os dilemas éticos de algumas tecnologias, [...]”, bem como, as interações que a tecnologia estabelece com a ciência e com a sociedade (SANTOS, 2010 p. 89).

Contudo, para o professor de ciências, ao adotar a abordagem CTS em sua prática docente, atender aos aspectos desejáveis relativos às diferentes dimensões da tecnologia, as discussões e reflexões sobre seu paradigma de tecnologia se constituem como uma das condições deste processo. Isso porque, “depois que se conhecem as regras do jogo, já não se pode jogar ingenuamente” (VASCONCELOS, 2013 p. 163).

#### 4. Considerações finais

Neste estudo temos como objetivo caracterizar, do ponto de vista filosófico, a tecnologia na abordagem CTS no ensino de ciências visando contribuir tanto com discussões sobre a natureza da tecnologia, quanto com discussões que direcionem uma prática docente coerente com esta abordagem de ensino. A nossa hipótese considerou que a tecnologia nesta abordagem de ensino, não pode ser reduzida a ideia de ciência aplicada.

A partir das análises realizadas neste estudo, podemos dizer que quando adotamos a abordagem

CTS em nossa prática docente, estamos falando de uma tecnologia que se manifesta: como artefato/produto fabricado pelo homem com uma função definida; como um tipo de conhecimento específico, que incorpora parcialmente o conhecimento científico estabelecendo uma relação simbiótica com a ciência, tendo características próprias; como atividade humana influenciando e sendo influenciada pela sociedade; e como volição, que envolve questões sobre a autonomia da tecnologia, bem como questões sobre as diversas maneiras dos indivíduos se relacionarem com a tecnologia.

Nesta direção, ao adotar a abordagem CTS, é desejável que o professor de ciências em suas aulas: considere os artefatos/produtos tecnológicos abordando os fins para os quais foram produzidos, bem como seu manuseio e funcionamento; discuta a tecnologia como modo de conhecimento específico com características próprias, mas que se desenvolve em uma relação simbiótica com a ciência; caracterize a tecnologia como atividade humana que busca transformar a realidade (natural e social) estabelecendo relações com a sociedade em diferentes níveis; e considere a dimensão volitiva da tecnologia, no sentido de contribuir para o desenvolvimento de uma consciência tecnológica pelos estudantes.

Entretanto, a adoção da abordagem CTS de ensino de ciências na prática docente a partir do que apontamos como desejável, implica uma reflexão sobre o paradigma de tecnologia do professor e, neste sentido, destacamos a relevância de discussões epistemológicas sobre a natureza da tecnologia nos processos de formação de professores de ciências. Pensando em discussões desta natureza, somos levados a outro questionamento: de qual sociedade estamos falando quando adotamos a abordagem CTS em nossa prática docente?

#### 5. Referências bibliográficas

- ACEVEDO DIÁZ, J.A. A tecnología en las relaciones CTS: una aproximación al tema. **Revista Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 14, n. 1, pp. 35-44. 1996.

- AIKENHEAD, G.S. **Educação científica para todos**. Edições Pedagogo. Portugal. 2009.
- ALONSO, A.V. Importância da alfabetização científica e do conhecimento acerca da natureza da ciência e da tecnologia para a formação de um cidadão. In: MACIAL, M.D.; AMARAL, C.L.C.I.; GUAZZELLI, R.B. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: pesquisa e ensino**. Terracota. São Paulo. 2010. pp. 43-70.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Bookman. Porto Alegre: Brasil. 2006.
- BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Bookman. Porto Alegre: Brasil. 2011.
- BARBOSA, L.C.A.; BAZZO, W.A. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, pp. 149-161. 2013.
- BUFFOLO, A.C.C.; RODRIGUES, M.A. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, pp. 1-14. 2015.
- CARVALHO, H.J.R. de.; ZANIN, M.; SHIMBO, I. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade?: evitando equívocos e ampliando possibilidades na aplicação de conceitos marxianos da teoria do mais-valor no campo CTS. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, pp. 1077-1090. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170040016>
- CAVALCANTI, M.H. da S.; RIBEIRO, M.M.; BARRO, M.R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, pp. 859-874. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040004>
- CHRISPINO, A. et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, pp. 455-479. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132013000200015>.
- CUPANI, A. **Filosofia da tecnologia: um convite**. Editora da UFSC. Florianópolis: Brasil. 2011.
- DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2006. pp. 15-41.
- DÍAZ, J.A.A.; ALONSO, A.V.; MAS, M.A.M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 2, 2003. Disponível em: <[http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen2/REEC\\_2\\_2\\_1.pdf](http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf)>. Acesso: 4, maio, 2019.
- FABRI, F.; SILVEIRA, R.M.C.F. O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, pp. 77-105. 2013.
- FERREIRA, W.M. et al. Corantes: Uma abordagem com enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) usando processos oxidativos avançados. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 4, pp. 249-257. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/1021577/0104-8899.20160118>
- FREITAS, L.M.; GHEDIN, E. Pesquisas sobre estado da arte em CTS: análise comparativa com a produção em periódicos nacionais. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 3, pp. 3-25. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n3p3>
- GARCIA, T.A. Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía. In: MEMBIELA, P. **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía**. Madri: Espanha, 2002. pp. 77-90.
- GONZÁLEZ, W.J. **Science, technology and society: a philosophical perspective**. Netbiblo. A Coruña: Espanha. 2005.
- KNELLER, G.F. **A ciência como atividade humana**. Zahar; Ed. da Universidade de São Paulo. Rio de Janeiro; São Paulo: Brasil. 1980.



- LEMES, E. O.; SILVA, J. R.; VARGEM, D. S. Proposta didática para o ensino da química analítica. **Revista de ensino, educação e ciências humanas**, Londrina, v. 18, n. 2, pp. 115-118. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17921/2447-8733.2017v18n2p115-118>
- LIMA, A.C.; SIQUEIRA, V.H.F. de. Ensino de gênero e sexualidade: diálogo com a perspectiva de currículo CTS. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 6, n. 3, pp.151-172. 2013.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professor/pesquisador**. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2000.
- MARCO-STIEFEL, B. Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias: estado de la cuestión. In: MEMBIELA, P. **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía**. Madri: Espanha, 2002. pp. 77-90.
- MEMBIELA, P. Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. In: **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía**. Madri: Espanha. 2002. pp. 91-106.
- MILLI, J.C.L.; ALMEIDA, E. dos S.; GEHLENA, S.T. A rede temática e o ciclo temático na busca pela cultura de participação na educação CTS. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 1, pp. 71-100. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2018v11n1p71>
- OLIVEIRA, A.M. de.; RECENA, M.C.P. O ensino de polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque em CTS. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 7, n. 1, pp. 103-126. 2014.
- OLIVEIRA, E.C. et al. Abordagem CTS em manuais escolares de Química do 10º ano em Portugal: um estudo de avaliação. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, pp. 891-910. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040006>
- OLIVEIRA, S. de.; GUIMARÃES, O.M.; LORENZETT, L. O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2, pp. 121-147. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n2p121>
- PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. Fondo de Cultura Económica. México. 1990.
- PALACIOS, E.M.G et al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade)**. CADERNOS Ibero-americanos. Organização dos Estados Ibero-americanos para Educação, Ciência e Cultura. 2003. Disponível em: <[http://www.oei.es/salactsi/Livro\\_CTS\\_OEI.pdf](http://www.oei.es/salactsi/Livro_CTS_OEI.pdf)>. Acesso em: 20 de ago. 2018.
- ROEHRIG, S.A.G; CAMARGO, S. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 4, pp. 871-887. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400007>
- ROSA, S.E. da.; AULER, D. Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2, pp. 203-231. 2016. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n2p203>
- ROSO, C.C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 22, n. 2, pp. 371-389. 2016.
- ROSO, C.C. et al. Currículo temático fundamentado em Freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, pp. 372-389. 2015.
- SANTOS, M.E.V.M. dos. **Desafios pedagógicos para o século XXI: suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social**. Livros Horizonte. Lisboa: Portugal. 1999.
- SANTOS, M.E.V.M. dos. Relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. In: MEMBIELA, P. **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía**. Narcea: Madri, Espanha. 2002. pp. 61-76.

- SANTOS, M.E.V.M. dos. A dimensão CTS do ensino de ciências: fundamentos, contextos e desafios. In: MACIAL, M.D.; AMARAL, C.L.C.I.; GUAZZELLI, R.B. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: pesquisa e ensino**. Terracota. São Paulo. 2010. pp. 71-92.
- SILVA, E.L. da.; MARCONDES, M.E.R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, pp. 65-83. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010005>
- SKOOG, D.A. et al. **Fundamentos da Química Analítica**. 8 ed. Cengage Learning: São Paulo, Brasil. 2008.
- SOUZA, P.V.T.; AMAURO, N.Q.; FERNANDES-SOBRINHO, M. Modelizações astronômicas na perspectiva da educação CTS: proposta de Atividade Integradora ao Ensino de Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 3, pp. 186-195. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160120>
- STRIEDER, R.B.; KAWAMURA, M.R.D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, pp. 27-56. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>
- TORO-BAQUERO, J. Qué visiones de CTS tienen los docentes de 5° y 9° grado de Colombia? Y ¿cuál es su relación con los estándares de ciencias del Ministerio de Educación Nacional? **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 4, pp. 853-869. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400006>
- VASCONCELOS, M.J.E. de. **Pensamento Sistemico: o novo paradigma da ciência**. Papirus. São Paulo: Brasil. 2013.
- VIECHENESKI, J.P.; SILVEIRA, R.M.C.F.; CARLETTO, M.R. Relações CTS em livros didáticos da área de ciências: uma análise das pesquisas realizadas no período de 2010 a 2017. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, pp. 257-278. 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2018v11n2p257>
- ZANOTO, R.L.; SILVEIRA, R.M.C.F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, pp. 727-740. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160030011>





## RELACIÓN ENTRE LA COMPETENCIA DE PENSAMIENTO ANALÓGICO Y LA COMPETENCIA DE MODELIZACIÓN EN TORNO AL CAMBIO QUÍMICO

### RELATIONSHIP BETWEEN ANALOGICAL THINKING COMPETENCE AND COMPETENCE IN MODELING ABOUT CHEMICAL CHANGE

### RELAÇÃO ENTRE COMPETÊNCIA DE PENSAMENTO ANALÓGICO E COMPETÊNCIA DE MODELAGEM SOBRE PROCESSOS QUÍMICOS

María del Mar Aragón-Méndez <sup>\*ID</sup>, José María Oliva <sup>\*\*ID</sup>

Cómo citar este artículo: Aragón-Méndez, M.M. y Oliva, J.M. (2020). Relación entre la competencia de pensamiento analógico y la competencia de modelización en torno al cambio químico. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 83-100. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14441>

#### Resumen

Presentamos el estudio de la correlación existente entre pensamiento analógico y competencia de modelización, a través de distintas dimensiones relacionadas con la componente representacional y metarrepresentacional de tales variables. El escenario de investigación lo constituye la implementación de una propuesta didáctica sobre el cambio químico dirigida a estudiantes de tercer curso de educación secundaria, utilizando analogías como herramienta recurrente para favorecer la modelización. La metodología de investigación incluyó instrumentos de toma de datos, como porfolio, entrevistas, diario del profesor y una combinación de procedimientos cualitativos y cuantitativos de análisis de datos. Como resultado, constatamos niveles de desempeño bastante adecuados en la mayoría de dimensiones correspondientes al pensamiento analógico y la modelización, así como un grado significativo de asociación entre ambas facetas en las dimensiones referentes al ámbito representacional y metacognitivo, aunque no en las relacionadas con los conocimientos epistémicos. Estos resultados se interpretan a la luz del marco teórico planteado y se plantean implicaciones para la enseñanza y para acciones futuras de investigación.

**Palabras clave:** competencia, modelos, modelaje, química.

Recibido: 12 de febrero de 2019; aprobado: 13 de mayo de 2019

\* Doctora en Ciencias de la Educación. Docente del Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz, España. Correo electrónico: mariadelmar.aragon@uca.es

\*\* Doctor en Ciencias. Docente del Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz, España. Correo electrónico: josemaria.oliva@uca.es

## Abstract

We present a study about the correlation between analogue thinking and modelling competence, through different dimensions related to the representational and meta-representational component of such variables. A didactic proposal was implemented in the third year of secondary school, based on the concept of “chemical change,” which uses analogies as a common tool to stimulate students to make models. The research methodology included data collection instruments such as portfolios, interviews, a teacher’s diary, and a combination of qualitative and quantitative data analysis procedures. We found adequate levels of performance in most dimensions corresponding to analogical thinking and modelling, as well as a significant degree of association between both facets in the dimensions related to the representational and metacognitive fields, although not in those related to epistemic knowledge. These results are interpreted in light of the proposed theoretical framework, and implications for teaching and future research actions are raised.

**Keywords:** Competition, Models, Modelling, Chemistry.

## Resumo

Neste artigo, a correlação entre o pensamento analógico e a competência de modelagem foi estudada através de diferentes dimensões, relacionadas ao componente representacional e meta-representacional de tais variáveis. O cenário da pesquisa foi a implementação de uma proposta didática sobre os processos químicos, utilizando as analogias como suporte repetido e contínuo para modelagem. Os participantes do estudo eram alunos do 3º ano do ensino secundário obrigatório. A metodologia de pesquisa incluiu o uso de ferramentas de coleta de dados, tais como portfólio, entrevistas, diário do professor, e uma combinação de procedimentos qualitativos e quantitativos de análise de dados. Como resultado, verifica-se níveis de desempenho bastante adequados na maioria das dimensões correspondentes ao pensamento analógico e modelagem. Também um grau significativo de associação entre ambas as facetas nas dimensões referidas ao campo representacional e metacognitivo, embora não naqueles relacionados ao conhecimento epistêmico. Os resultados foram interpretados a partir do referencial teórico e foram consideradas implicações para o ensino e para futuras ações de pesquisa.

**Palavras-chave:** competência, modelos, modelagem, química.

## Introducción

El cambio químico constituye uno de los núcleos de la enseñanza de la química en la educación secundaria, ya que ocupa un papel central dentro del currículum y es básico para entender situaciones y fenómenos de la vida cotidiana. Por este motivo, y dadas las dificultades de comprensión que encierra dicho tópico, se puede entender que la construcción del modelo daltoniano del cambio químico haya sido un problema recurrente en torno al que se ha debatido e investigado abundantemente desde la didáctica de las ciencias (JOHNSTONE, 1982; JENSEN, 1998; RAVIOLO, GARRITZ, SOSA, 2011; MERINO, IZQUIERDO, 2011).

En este contexto, hemos de considerar el papel de las analogías como recurso didáctico de interés para el aprendizaje de estos temas, ya que ellas permiten a los estudiantes comprender ideas abstractas y poco conocidas, a través de otras que son más cercanas y familiares. En el caso concreto de la química, facilitan conectar el conocimiento intuitivo previo del estudiante con representaciones submicroscópicas, que son siempre más complejas y abstractas (ARAGÓN, OLIVA, NAVARRETE, 2013).

Sin embargo, aunque existe un cierto consenso en admitir su utilidad en el aprendizaje de modelos científicos escolares, cuando se eligen analogías apropiadas y se implementan a través de estrategias adecuadas (DUIT, 1991; DAGHER, 1995), su función en el desarrollo de destrezas de pensamiento científico ha sido mucho menos defendido. Ello a pesar de que analogías y modelos podrían compartir mecanismos de funcionamiento muy similares, por lo que un buen desarrollo de destrezas de pensamiento analógico podría repercutir positivamente en la competencia de modelización del alumnado.

En este estudio se intenta aportar datos empíricos en esta dirección, mediante el análisis de la relación entre destrezas de pensamiento analógico en el alumnado y las distintas dimensiones de la competencia de modelización en el ámbito del cambio químico.

## 1. Marco teórico

Los modelos cumplen un papel esencial tanto en la ciencia como en la enseñanza de la ciencia (HALLOUN, 1996; GILBERT, BOULTER, RUTHERFORD, 1998; NERSESIAN, 1999; JUSTI 2006). De ahí que no deba de extrañar que, entre las líneas de investigación actuales que focalizan su atención en la competencia científica, la modelización ocupe un lugar relevante (HALLOUN, 1996; JUSTI, GILBERT, 2002; SCHWARZ *et al.*, 2009).

En el ámbito escolar, la modelización la entendemos como aquel proceso en el que los alumnos elaboran modelos, trabajan con ellos, los revisan, o han de hablar y opinar acerca ellos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante y, también, sus limitaciones (ARAGÓN, OLIVA, NAVARRETE, 2013). No se trataría solo de aprender los modelos del currículum escolar, sino al mismo tiempo desarrollar las destrezas que conlleva su construcción, uso y revisión (JUSTI, GILBERT, 2002), junto a las destrezas metacognitivas y conocimientos epistémicos implicados en el manejo de estos (SCHWARZ, 2002; KOZMA, RUSSELL, 2005; DISESSA, 2004; NICOLAOU, CONSTANTINOU, 2014). Todo lo cual viene acuñándose bajo el término de *competencia de modelización* (LOPES, COSTA, 2007; NICOLAOU, CONSTANTINOU, 2014; PAPAERVIPIDOU, NICOLAOU, CONSTANTINOU, 2014; OLIVA, ARAGÓN, CUESTA, 2015), como parte integrante de la competencia científica.

Más concretamente, diferentes autores han propuesto dos grandes componentes de la actividad de modelización, una de carácter representacional, relacionada con prácticas de modelización propiamente dichas (construir modelos, usarlos, revisarlos, compararlos, valorarlos), y otra de tipo metarrepresentacional o de metamodelización, asociadas a la reflexión metacognitiva acerca del perfil y alcance de los modelos que se poseen, y con las visiones epistemológicas acerca de la naturaleza de los modelos (KOZMA, RUSSELL, 1997; DISESSA, 2004; NICOLAOU, CONSTANTINOU, 2014).

Según esto, la modelización constituye un fenómeno complejo, de modo que la enseñanza de las ciencias debería enfocarse en promover en los alumnos las destrezas y conocimientos epistémicos necesarios para este tipo de tareas (VAN DRIEL, VERLOOP, 1999; HARRISON, TREAGUST, 2000a; JUSTI, GILBERT, 2002; IZQUIERDO, ADÚRIZ-BRAVO, 2005; HALLOUN, 2007; PRINS *et al.*, 2009; CHAMIZO, 2010; CAMACHO *et al.*, 2012). De hecho, parece existir un consenso en torno a que esta actividad es susceptible de ser abordada y desarrollada en el proceso de enseñanza (SCHWARZ, 2002; SCHWARZ, WHITE, 2005; HALLOUN, 2007; PRINS *et al.*, 2009; CARDOSO MENDONÇA, JUSTI, 2011; MADDEN, JONES, RAHM, 2011; BAMBERGER, DAVIS, 2013).

Según JUSTI, GILBERT (2002), la modelización y su aprendizaje pueden abordarse desde diferentes niveles de complejidad, cuya diferenciación es importante a la hora de tomar decisiones respecto al diseño didáctico. En concreto, dichos autores sugieren la existencia de, al menos, cinco niveles distintos:

- Aprendizaje de modelos ya propuestos, entendido como la adquisición de la capacidad de expresar las ideas y relaciones que constituyen los modelos explicativos de un fenómeno.
- Aplicación de los modelos para representar e interpretar la realidad, así como usar modelos en situaciones de indagación. Si se usan varios modelos interpretativos, los alumnos deberán valorar cuál es el más apropiado para cada caso, en función de las circunstancias. Además, deberían ser conscientes de la importancia de estos como instrumentos para interpretar la realidad e interactuar con ella.
- Revisión de modelos propuestos, que supone su propia validación y, de ser necesario, la modificación de los planteamientos iniciales y la delimitación del rango de validez o ámbito de aplicación de los modelos. Esto implica al propio tiempo reconocer el carácter aproximativo y provisional de los modelos.

- Reconstrucción de modelos, tarea que precisa la implicación del alumno dándole la oportunidad de aportar ideas, de sugerir hipótesis, que complemente las inicialmente propuestas o sugeridas por el profesor, delimitar la realidad que se pretende modelizar y ser consciente del proceso que está iniciando.
- Elaboración autónoma de modelos, herramienta fundamental para la construcción del conocimiento como muestra la historia de las ciencias. Sería un objetivo de aprendizaje apropiado para niveles superiores, sobre todo universitario.

Así, pues, implicar a los alumnos en la modelización requiere proporcionar herramientas que faciliten el desarrollo de las capacidades asociadas, dotarles de útiles de razonamiento, como la capacidad de abstracción, que favorezcan el uso y aplicación de modelos, así como el proceso imaginativo y creativo que implica la construcción o reconstrucción de modelos. De ahí que se comprenda el interés de estos enfoques y el importante espacio que han cobrado actualmente en la investigación sobre enseñanza de las ciencias, como está ocurriendo por ejemplo en el ámbito iberoamericano (PEREIRA, RODRIGUES, 2017; PÉREZ, GÓMEZ, GONZÁLEZ, 2018; LÓPEZ SIMÓ, GRIMALT-ÁLVARO, COUSO LAGARÓN, 2018).

Desde esta perspectiva, las analogías se muestran como instrumentos que pueden aportar múltiples beneficios, dado su potencial para acercar los conceptos científicos a un plano más familiar al alumno y desarrollar estrategias, destrezas y visiones epistemológicas de interés para la modelización (GILBERT, 1993; HARRISON, TREAGUST, 2000b; GALAGOVSKY, ADÚRIZ-BRAVO, 2001; OLIVA, ARAGÓN, 2009). Construir analogías supone, en cierto modo, construir modelos, aunque en un dominio familiar y cercano al alumno (DUIT, 1991). Por poner un ejemplo reciente de estudio que incide en esta dirección, podemos citar uno realizado en el contexto español, en el que se pudo constatar que tanto profesores como estudiantes de secundaria valoraban positivamente las analogías

empleadas en la clase de ciencias. En particular, los alumnos percibían que las analogías eran recursos útiles que les ayudaban no solo en la comprensión del modelo cinético molecular, sino también a explicar las propiedades y cambios de los estados de agregación de la materia (RUBIO, SÁNCHEZ, VALCÁRCEL, 2018).

La actividad analógica puede considerarse de forma paralela a la modelización, desarrollándose según diferentes niveles de complejidad. Estos niveles irían desde el aprendizaje de analogías ya construidas, pasando por su aplicación, validación y reconstrucción, hasta la elaboración autónoma de analogías. La gradación implícita en el razonamiento analógico podría facilitar, por tanto, la modelización en cada uno de los niveles descritos (OLIVA, ARAGÓN, 2009):

- Usar analogías para facilitar la construcción del discurso verbal en el dominio del modelo: comprensión de los conceptos implicados, establecimiento de relaciones entre ellos, manejo de distintos tipos de lenguaje para comunicar ideas, etc. (HARRISON, TREAGUST, 2000b; ARAGÓN, OLIVA, NAVARRETE, 2013).
- Emplear las analogías para favorecer la aplicación de modelos en diferentes situaciones, la resolución de problemas y la realización de predicciones en el dominio del objeto. Las conclusiones alcanzadas a través de las analogías pueden ser comprobadas mediante diseños experimentales o mediante experimentos mentales (JUSTI, 2006; JUSTI, GILBERT, 2002, 2006).
- Uso crítico de las analogías como medio de revisión y cambio de los modelos. Así mismo, el hecho de poner en tela de juicio la validez de las propias conclusiones, buscando las limitaciones de estas, puede permitir la adquisición de visiones más ajustadas sobre cómo funciona la ciencia (OLIVA, 2004; JUSTI, GILBERT, 2006; JUSTI, 2006).
- Participación en la elaboración de las analogías sugeridas por el profesor, así como en la

formulación de hipótesis sobre las relaciones existentes entre los elementos que conforman el análogo. Ello abre la puerta a nuevas formas de ver y relacionar los elementos del modelo objeto, contribuyendo así a una reconstrucción del modelo inicial del que se disponía.

- Elaborar analogías propias autogeneradas, lo que contribuye al proceso de generación de modelos. La historia de la ciencia nos muestra múltiples casos en los que los científicos usan analogías en este sentido justamente en los momentos más creativos (NERSESSIAN, 1992). Por tanto, fomentar que los alumnos conciban sus propias analogías contribuiría al desarrollo de habilidades como la creatividad y el pensamiento hipotético-deductivo que se encuentran en la base del trabajo científico.

Pero la relación entre razonamiento analógico y de modelización es compleja y bidireccional, de modo que también es cierto que el aprendizaje de modelos y el desarrollo de las competencias necesarias para ello podrían influir favorablemente en el sentido de que los alumnos otorgan a las analogías manejadas y en el trabajo con estas.

El asunto que nos preocupa en este estudio es analizar la relación entre ambos aspectos, cuando las analogías se emplean como herramienta recurrente en un marco participativo y colaborativo en el aula. Concretamente, la investigación se centra en la implementación de una secuencia diseñada para la modelización del cambio químico en la que las analogías constituyen el recurso central. Con esta perspectiva se pretende analizar la conexión entre las capacidades inherentes al pensamiento mediante analogías y la competencia de modelización.

## 2. Contexto didáctico y cuestiones de investigación

El enfoque didáctico adoptado en la secuencia se sitúa en el marco socioconstructivista, con una fuerte implicación de los alumnos en los procesos de

modelización. La dimensión social del aprendizaje se articuló a través del trabajo colectivo en pequeño y gran grupo, favoreciendo la discusión de los modelos explicativos que se iban generando a partir de los modelos de partida.

Respecto al cambio químico, con la propuesta didáctica se pretendía que los alumnos desarrollasen:

- Un modelo macroscópico de cambio químico, implicando los conceptos de *cambio físico y químico, sustancia, sustancia elemental y compuesta, y la ley de conservación de la masa*.
- Modelos submicroscópicos interpretativos del cambio químico, en concreto el modelo atómico y el modelo de colisiones.
- Modelos icónicos de representación del cambio químico. Estos fueron de dos tipos: uno consistente en diagramas de partículas, y otro constituido por símbolos químicos, fórmulas y ecuaciones.

La secuencia, basada en el ciclo de modelización propuesto por JUSTI, GILBERT (2002) y JUSTI (2006) pretende que los alumnos se impliquen en la reconstrucción de modelos, lo que entraña el planteamiento de los modelos iniciales, su revisión y validación mediante su aplicación a diversas situaciones y la formulación de los modelos que definitivamente se acepten. Entendemos que, de esta forma, los estudiantes son puestos en situación de construir *modelos*, trabajar con ellos, y aprender *acerca* de su naturaleza. Así mismo, el propósito era involucrar a los alumnos en la reconstrucción de múltiples modelos sobre el cambio químico.

Como herramienta facilitadora de estos aprendizajes se emplearon actividades analógicas, siendo estas un recurso recurrente durante toda la unidad. En algunos casos (frutas y fruteros, discos de colores, etc.), los análogos empleados promovían simplemente una visión discontinua de los sistemas manejados, evocando un modelo análogo a la versión del modelo atómico-molecular

de Dalton que suele presentarse en los libros de texto a estas edades. En otros casos, se intentaba representar las uniones entre átomos y la ruptura y formación de uniones, de modo análogo a lo que sucede en un cambio químico (piezas de Lego, bolas de plastilina con imanes). Finalmente, alguno de los sistemas considerados evocaba, además, la idea de movimiento de las moléculas, introduciendo el factor agitación de las unidades manejadas (bolas de plastilina con imanes en una caja, alumnos moviéndose en la clase, etc.).

Respecto al pensamiento analógico, se pretendía que los alumnos tuvieran la ocasión de participar en la construcción de analogías, aprendieran a revisarlas y a aplicarlas, además de saber expresar las relaciones analógicas que constituyen las analogías. En este sentido, las analogías manejadas no solo fueron un recurso para facilitar la comprensión sobre los distintos modelos de cambio químico (macroscópico, submicroscópico, simbólico), sino que además pretendieron ser una herramienta para el desarrollo de capacidades y valores relacionados con la modelización.

La secuencia didáctica diseñada con estos fines se describe en la tabla 1. Aunque se presenta de forma lineal, se concibió bajo la estructura de una trama cíclica, de modo que los modelos finalmente formulados pueden ser el resultado de diversas revisiones. En la primera columna, se presentan las fases que conforma la secuencia; en la segunda, se describe brevemente el tipo de actividades de modelización y analógicas que se diseñaron para la unidad didáctica, y en la tercera, se detalla cada una de las actividades. Conviene indicar que se emplearon diversas analogías, no solo como oportunidad de abordar distintas facetas del cambio químico, sino también como ocasión para analizar una misma faceta desde distintos puntos de vista. Una descripción más pormenorizada acerca de las analogías empleadas y su función puede consultarse en trabajos anteriores (OLIVA, ARAGÓN, 2009; ARAGÓN, OLIVA, NAVARRETE, 2013; OLIVA, ARAGÓN, CUESTA, 2015).



**Tabla 1.** Secuencia didáctica para la modelización con apoyo de analogías.

Fases	Procesos analógicos y de modelización I	Actividades
I. Fase inicial. Centrar el tema. Construcción de primeros modelos mentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Presentación de situaciones y experiencias que generen interés y la formulación de preguntas.</li> <li>– Completar análogos y facilitar la construcción de modelos mentales.</li> <li>– Delimitación y caracterización de la realidad que se va a modelizar.</li> </ul>	<p><b>Actividad inicial.</b> Modelos iniciales sobre el cambio químico</p> <p><b>A.1.</b> Análisis de cambios ya conocidos (electrolisis del agua, fusión del estaño, oxidación del hierro, combustión del butano), a escala macroscópica, diferenciando entre cambios físicos y químicos.</p> <p><b>A.2</b> Actividad analógica: la caracterización de las sustancias. Formulación de un modelo macroscópico sobre el cambio químico.</p> <p><b>A.3</b> Actividad práctica: aplicación del modelo macroscópico de cambio químico (descomposición de la malaquita, reacción de la malaquita con el ácido clorhídrico).</p> <p><b>A.4</b> Generar analogías propias sobre sistemas formados por unidades que pueden unirse de distinta forma. Construcción de un modelo mental sobre el cambio químico a escala submicroscópica.</p> <p><b>A.5</b> Actividad analógica: completar la analogía sugerida (analogía del Lego) para generar un modelo atómico.</p> <p><b>A.16.</b> Actividad analógica; completar la analogía sugerida (analogía de bolas de plastilina con y sin imanes en el interior) para elaborar el modelo de colisiones.</p>
II. Representación/ reconstrucción de modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Establecimiento de los principios de los modelos submicroscópicos interpretativos del cambio químico.</li> <li>– (Re)construcción de modelos icónicos a través de sistemas análogos de representación.</li> <li>– Interpretación de sistemas materiales y cambios, lo que implica expresar los modelos usando los sistemas de representación establecidos.</li> </ul>	<p><b>A.6</b> Establecimiento de un modelo atómico y representación simbólica de los elementos.</p> <p><b>A.7</b> Aplicación de la analogía del lego para justificar el comportamiento de sustancias elementales y compuestas.</p> <p><b>A.8</b> Completar un análogo sugerido (fruteros y frutas) para establecer modelos icónicos de representación.</p> <p><b>A.9</b> Reconstrucción de modelos icónicos para representar moléculas y sustancias moleculares.</p> <p><b>A.10</b> Completar los análogos sugeridos (fruteros y expositores) para establecer modelos icónicos de representación.</p> <p><b>A.11</b> Reconstrucción de modelos icónicos para representar moléculas y sustancias cristalinas.</p> <p><b>A.12</b> Actividad analógica: simulación con alumnos como análogos de los átomos, para diferenciar sustancia molecular de cristalina.</p> <p><b>A.13</b> Actividad experimental. Realizar predicciones e interpretar de la oxidación del hierro mediante diferentes modelos</p> <p><b>A.14</b> Actividad analógica. Completar los análogos sugeridos (Lego) para establecer modelos icónicos de representación de los cambios químicos, la ecuación química.</p> <p><b>A.15</b> Aplicación de modelos icónicos para representar cambios químicos.</p> <p><b>A.17</b> Interpretación de cambios físicos y químicos (electrolisis y ebullición del agua, combustión del carbón, fotosíntesis) aplicando múltiples modelos.</p>
III. Comprobación de los modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Uso los modelos en situaciones de interpretación e indagación.</li> <li>– Empleo de analogías en situaciones de indagación.</li> </ul>	<p><b>A.18</b> Actividad experimental de estudio de cambios químicos (precipitación del cloruro de plata y obtención de hidrógeno a partir de cinc y ácido clorhídrico) e interpretación usando múltiples modelos para ponerlos a prueba.</p> <p><b>A.19</b> Actividad analógica, uso de la analogía del Lego y modelo atómico en situación de indagación. Predicción sobre la evolución de la masa de los sistemas en el transcurso de un cambio químico.</p> <p><b>A.20</b> Actividad de reflexión sobre el enunciado de la conservación de la masa desde el punto de vista histórico.</p> <p><b>A.21</b> Actividad experimental. Diseño y realización de experiencias para verificar la ley de conservación de la masa.</p> <p><b>A.23</b> Actividad experimental. Uso del modelo de colisiones, con apoyo de analogías, en situación de indagación. Predicción sobre la modificación de la velocidad de reacción con la temperatura.</p>
IV. Establecimiento de límites y reformulación de los modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Establecimiento de límites de validez. Expresión de los modelos consensuados.</li> </ul>	<p><b>A.17</b> Establecimiento de límites de validez de los modelos.</p> <p><b>A.22</b> Aplicación de los modelos en diferentes situaciones, dentro y fuera de su rango de validez.</p> <p><b>A.24</b> Establecimiento de límites de validez de los modelos.</p> <p><b>Actividades finales.</b> Modelos finales sobre el cambio químico, pensamiento analógico y concepto de <i>modelo</i>.</p>

Fuente: los autores.

La implementación la llevó a cabo, como profesora, la primera autora del artículo, quien adoptó el papel de observadora participante. La propuesta tuvo una duración de 16 sesiones de una hora de duración cada una.

El problema central abordado en esta investigación consiste en el análisis de la contribución del pensamiento analógico en el desarrollo de la competencia de modelización. Para ello se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué niveles de desempeño muestran los estudiantes en la realización de las actividades planteadas en la unidad didáctica, tanto desde el punto de vista del pensamiento analógico como de la competencia de modelización?
- ¿Qué grado de relación existe entre el desempeño de los estudiantes en tareas de pensamiento analógico y de modelización?

Para ello se analizan los niveles de desempeño alcanzados por el alumnado en las distintas dimensiones consideradas, al objeto de constatar cómo la propuesta didáctica diseñada sirvió como escenario propicio para movilizar capacidades y conocimientos epistémicos propios del pensamiento analógico y de la competencia de modelización. En segundo lugar, y realizando un estudio comparativo entre dimensiones correspondientes a ambas vertientes, se pretendía comparar el desempeño en uno y otro caso, y analizar la correlación entre ambas.

### 3. Diseño metodológico

#### a. Participantes

Con la finalidad de mostrar la contribución del razonamiento analógico al aprendizaje de la modelización, se ha diseñado e implementado la secuencia didáctica comentada, dirigida al nivel de tercer curso de educación secundaria obligatoria. Los participantes en el estudio conformaban dos clases-grupos de 3º de Educación Secundaria

Obligatoria que cursaban la asignatura de Física y Química, con cuatro horas de clase por semana durante un cuatrimestre. Pertenecían a Instituto Público de Cádiz, y procedían de un perfil familiar de nivel socioeconómico medio. La muestra incluyó a 35 estudiantes (14 alumnas, 11 alumnos) de 14 o 15 años. Los estudiantes fueron informados de su participación en el estudio y del uso de sus producciones como instrumentos para la investigación, y mostraron estar de acuerdo.

#### b. Instrumentos de recolección de información

La fuente principal de la que se adquirieron los datos fue el portafolio individual del alumno, que incluía las producciones de cada estudiante: pruebas iniciales y finales, actividades de clase, individuales y grupales, y los exámenes. Esto se complementó con información parcial obtenida a través de otros métodos de recolección de datos:

- Entrevistas semiestructuradas individuales: llevadas a cabo con casi todos los estudiantes, cuyos resultados se emplearon solo en ocasiones especiales para ampliar o aclarar la información procedente del portafolios cuando esta parecía insuficiente o confusa. Las entrevistas fueron grabadas en audio y posteriormente transcritas.
- Diario del profesor/observador: utilizado para dejar constancia de tres aspectos diferentes: a) registrar cómo progresaba cada sesión, especialmente las discusiones que tuvieron lugar durante estas; b) reflexionar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que se estaban produciendo; y c) realizar propuestas de mejora con perspectivas al futuro. Solo los dos primeros de estos aspectos se analizaron para los fines del presente estudio.
- Algunas grabaciones de audio tomadas durante los debates en clase: los estudiantes tenían una grabadora de audio en sus mesas de trabajo que ellos mismos activaban al iniciar su trabajo en grupo y desconectaban después.

### c. Procedimiento de análisis de la información

El diseño de investigación fue de tipo interpretativo, combinando análisis de tipo cualitativo y cuantitativo. De hecho, la información manejada inicialmente consistió en las explicaciones y argumentos empleados por los estudiantes, en unas ocasiones en forma de dibujos y, en la mayoría de casos, de forma textual. No obstante, una vez categorizada la información recopilada, se calcularon las distribuciones de frecuencia encontradas para las distintas categorías, y se llevaron a cabo estudios de asociación entre las distribuciones encontradas. Así, fue posible aprovechar las ventajas de ambos tipos de enfoques de investigación, en el primer caso mediante un análisis de contenido de las producciones de los estudiantes, y en el segundo, a través de pruebas de inferencia que permitirían dar respuesta al problema formulado.

La información cualitativa obtenida para cada estudiante a partir de los distintos instrumentos se estructuró en forma de *dossier*, el cual se usó como base para un análisis de contenido. Para dicho análisis se empleó como criterio un conjunto de 12 dimensiones destinadas a evaluar la competencia de modelización, propuestas en un estudio anterior (OLIVA, ARAGÓN, CUESTA, 2015), estableciéndose para cada una de ellas su homóloga en el ámbito del pensamiento analógico (tabla 2), según el paralelismo que preveíamos y justificamos en trabajos anteriores (OLIVA, ARAGÓN, 2009) (tabla 2). Como puede verse, para todas las dimensiones contempladas se formuló paralelismo entre la actividad de modelizar y de pensamiento analógico, excepto en dos ocasiones. Así, para la modelización no se ha considerado el nivel relacionado con “Aprender a crear modelos nuevos”, dado que no es esperable que alumnos de esta edad fueran capaces de crear modelos autónomamente en las fronteras del conocimiento. En cambio, si estimamos que al menos algunos alumnos podrían generar sus propias analogías (capacidad A13). Además, para una de las capacidades definidas respecto al proceso de modelización, admitir el carácter provisional de los

modelos científicos (capacidad M9), no encontramos una homóloga en el pensamiento analógico.

El procesamiento de la información se llevó a cabo a lo largo de distintas fases:

- Recopilación de la información y su segmentación en unidades de análisis: estos segmentos consistían, en unos casos, en fragmentos de texto verbal registrado a través de alguno de los instrumentos de recolección de datos; otros, en dibujos o esquemas gráficos, y los restantes se correspondían con combinaciones de ambas modalidades de representación.
- Categorización de las unidades de análisis delimitadas, para lo que se empleó una rúbrica de tres niveles de desempeño (tabla 3a). Lo habitual fue que cada segmento de información quedara categorizado según una o dos dimensiones, como mucho, pudiendo encuadrarse en categorías de análisis distintas en dimensiones diferentes.
- Asignación de niveles globales de desempeño por alumno y dimensión, para lo que se recurrió a una rúbrica sintética de cuatro niveles (tabla 3b).

El proceso cualitativo de categorización a través de rúbricas permitió identificar situaciones ante las que el alumnado parecía movilizar con éxito capacidades relacionadas con el pensamiento analógico y con la competencia de modelización. En este sentido, las rúbricas construidas no solo permitieron determinar qué capacidades o conocimientos epistémicos movilizaron los estudiantes a lo largo de la secuencia didáctica, sino también su desempeño. A lo largo de este proceso de análisis, al menos dos investigadores intervinieron continuamente para llegar a un consenso, mediante la negociación de sus posiciones si es necesario, sobre los criterios de análisis de aplicar. Para más detalle, pueden consultarse las descripciones realizadas en estudios anteriores (OLIVA, ARAGÓN, CUESTA, 2015; OLIVA, ARAGÓN, 2017).

**Tabla 2.** Dimensiones consideradas en el análisis de la tarea de modelización y en el razonamiento analógico.

Ámbitos	Dimensiones consideradas propias de la modelización	Dimensiones consideradas propias del razonamiento analógico
Aprender analogías o modelos propuestos	M1. Formular y expresar los modelos aprendidos, utilizando el lenguaje científico con propiedad al manejar los conceptos y las relaciones entre ellos.	A1. Formular y expresar las analogías aprendidas, explicitando las relaciones entre ideas o conceptos que sustentan las analogías.
	M2. Conocer diversos modelos, macroscópico, submicroscópico y simbólico, diferenciándolos y aplicando varios para representar una misma situación.	A2. Conocer distintas analogías para representar un mismo sistema, diferenciando unas de otras.
Aprender a aplicar	M3. Estimar la utilidad de los modelos. Conocer qué son y para qué los elaboran los científicos, reconociéndolos como instrumentos racionales e imaginativos para comprender el mundo.	A3. Estimar la utilidad de las analogías como instrumento de comprensión.
	M4. Representar mediante diagramas de partículas sistemas y sus cambios (fórmulas, sustancias y cambios químicos).	A4. Representar sistemas y procesos analógicos.
	M5. Interpretar la realidad formulando explicaciones sobre la materia y sus cambios, aplicando los modelos macroscópicos y submicroscópicos.	A5. Interpretar la realidad de forma verbal, usando analogías.
	M6. Aplicar los modelos a situaciones novedosas de incertidumbre. Implica realizar inferencias que permitan formular problemas, diseñar experimentos mentales o reales, y predecir fenómenos.	A6. Realizar predicciones o experimentos mentales, usando analogías.
Aprender a revisar	M7. Reconocer el carácter aproximado y limitado de los modelos, y la existencia de límites de validez.	A7. Reconocer el carácter figurado de la analogía y la existencia de límites de validez.
	M8. Establecer límites de validez de los modelos proporcionando datos a favor y en contra de estos.	A8. Asumir y establecer los límites de validez de la analogía, evaluando datos a favor y en contra.
	M9. Admitir el carácter provisional y evolutivo de los modelos, en lugar de considerarlos conocimientos absolutos, definitivos e inmutables.	
	M10. Gestionar el uso de los diferentes modelos, reconociendo la posibilidad de explicar una misma cosa, acudiendo a diferentes modelos, y tomando decisiones según las aportaciones que cada uno puede ofrecer.	A10. Dentro de las analogías de que se dispone, gestionar el uso de unos u otros en función de las circunstancias.
Aprender a participar en la (re)construcción de analogías/modelos nuevos	M11. Aportar ideas útiles para generar nuevos modelos en un contexto participativo y de forma guiada.	A11. Aportar ideas, ante analogías incompletas sugeridas por el profesor
	M12. Idear formas de representación para representar los sistemas materiales y los cambios químicos.	A12. Delimitar formas de representación dentro del análogo para los sistemas con los que se trabaja.
Aprender a crear		A.13 Proponer análogos y desarrollar analogías con autonomía.

Fuente: los autores.

Sin embargo, la asignación de niveles de desempeño por alumno y dimensión permitió además llevar a cabo estudios cuantitativos del desempeño de la muestra en su conjunto en las diferentes dimensiones contempladas para el pensamiento analógico y para la competencia de modelización, para lo cual se recurrió a un análisis descriptivo de

frecuencias de los niveles de las rúbricas. Así mismo, fue posible realizar un estudio comparativo de dichos resultados para cada par de dimensiones homólogas correspondientes a la competencia de modelización y al pensamiento analógico (prueba de Wilcoxon), y determinar el grado de correlación entre ambas (tau-b de Kendall).

**Tabla 3.** Criterios de categorización a través de rúbricas de la información recopilada.

(a) Niveles de desempeño para cada unidad de análisis y dimensión	(b) Niveles globales de desempeño por alumno y dimensión
<p>Adecuado (A): alude a ocasiones en las que el estudiante maneja adecuadamente, y de forma coherente con la práctica de modelización implicada, ideas, razonamientos, valoraciones o conclusiones.</p> <p>No adecuado (NA): en donde el estudiante, por el contrario, muestra un desempeño deficiente e inadecuado, ya sea por implicar ideas, razonamientos o valoraciones alejadas de aquellas que serían deseables, o por responder a planteamientos sumamente incompletos o difusos.</p> <p>Intermedio (I): se corresponde con segmentos que evidencian un desempeño intermedio entre ambos</p>	<p>Nivel I: no se evidencia la capacidad a lo largo de la secuencia didáctica; ello se manifiesta en desempeños generalizados tipo NA o, simplemente, la ausencia de evidencia alguna.</p> <p>Nivel II: aparecen indicios mínimos de desempeño, pero con notables carencias e insuficiencias. Pueden alternarse desempeños tipo NA y tipo I.</p> <p>Nivel III: aparecen sistemáticamente desempeños tipo A, aunque puntualmente pueda aparecer algún episodio de desempeño tipo I.</p> <p>Nivel IV: la capacidad analizada se manifiesta siempre o casi siempre conforme a desempeños tipo A.</p>

Fuente: los autores.

## 4. Resultados

La frecuencia en los niveles ordinales asignados al desempeño de cada capacidad asociada a la modelización y al pensamiento analógico, se muestra en la tabla 4. Aunque los resultados varían de una dimensión a otra, y en función de si se refieren al pensamiento analógico o de modelización, el desempeño mostrado parece por lo general bastante satisfactorio. Así, en todas las dimensiones de modelización y de pensamiento analógico, excepto en dos, al menos dos tercios del alumnado alcanzaba o superaba el nivel III de la rúbrica sintética. La excepción se encuentra en las dimensiones de pensamiento analógico 10 y 12, en las que dicha proporción no supera el 45 %, en el primer caso, ni el 14 % en el segundo. Estos resultados indican que en las actividades planteadas se consiguieron en gran parte los propósitos que se proponían, y se propiciaron en los estudiantes niveles de desempeño bastante apropiados en las tareas formuladas. Pero, al mismo tiempo, sugieren que son las tareas de gestión de distintas analogías y de producción de analogías propias, las más complicadas para los estudiantes.

Por otro lado, la tabla 5 permite comparar los resultados alcanzados en la muestra en su conjunto

para el pensamiento analógico y la actividad de modelización en las diferentes dimensiones. El test de Wilcoxon permitió realizar la comparación apreciando la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas.

A continuación, se presentan una serie de semejanzas y diferencias encontradas:

- Las primeras dimensiones (1 y 2), que intentaban evaluar el nivel de comprensión en torno a los sistemas de representación empleados (analogías o modelos), mostraban resultados bastante adecuados, si bien no fueron los mejores en comparación con el resto de dimensiones, como así esperábamos en principio. En el caso del conocimiento de diversidad de sistemas de representación, los resultados fueron muy semejantes en analogías y modelos; sin embargo, parece que los alumnos mostraban más facilidad para expresar las analogías aprendidas que los modelos estudiados.
- El desempeño en las dimensiones relacionadas con el metaconocimiento acerca de los modelos y de las analogías (3 y 7) evidencian niveles de desempeños muy similares entre sí. De este modo, los alumnos parecían asumir y demarcar

- la utilidad los modelos y de las analogías, y también parecían establecer la naturaleza aproximativa de los modelos y el carácter figurado y restringido de las analogías.
- Las dimensiones que corresponden a la aplicación de analogías y modelos, con un eminente carácter procedimental (4, 5 y 6), alcanzan niveles de progresión parecidos en ambas vertientes. Da la sensación, en ambos casos (pensamiento analógico y de modelización), que son las tareas de representación las más asequibles para el alumnado, mientras que son las de interpretación e inferencia en situaciones de incertidumbre las que parecen más complejas.
  - Las dimensiones restantes (de la 8 en adelante) fueron las que, por término medio, parecieron más complicadas, siendo asimismo aquellas que mostraron mayores diferencias entre las dimensiones analógicas y de modelización. Así, las destrezas para establecer los límites de validez de las representaciones usadas (dimensión 8) y para elección del sistema de representación más apropiado (dimensión 10), mostraron mayor desempeño para las analogías que para los modelos. Mientras tanto, las destrezas para aportar ideas y contribuir a la formulación de representaciones novedosas (dimensiones 11 y 12) fueron más altas en el trabajo con analogías que con modelos.

**Tabla 4.** Niveles de desempeño de los alumnos en las diferentes dimensiones.

Dimensiones para el pensamiento analógico	I	II	III	IV	Dimensiones para la modelización	I	II	III	IV
	%	%	%	%		%	%	%	%
A1. Expresar analogías	5,7	14,3	25,7	54,3	M1. Expresar modelos	5,7	28,6	34,3	31,4
A2. Conocer diversas analogías	5,7	20,0	25,7	48,6	M2. Conocer diversos modelos	8,6	14,3	34,3	42,9
A.3 Estimar la utilidad	17,1	0	20,0	62,9	M3. Estimar la utilidad	8,6	14,3	11,4	65,7
A4. Representar sistemas análogos	11,4	8,6	14,3	65,7	M4. Representar simbólicamente	5,7	14,3	20,0	60,0
A5. Interpretar usando analogías	8,6	22,9	28,6	40,0	M5. Interpretar de forma verbal	5,7	17,1	42,9	34,3
A6. Usar analogías en situaciones novedosas	28,6	5,7	40,0	25,7	M6. Usar modelos en situaciones de incertidumbre	14,3	17,1	28,6	40,0
A7. Reconocer el carácter figurado	8,6	2,9	22,9	65,7	M7. Reconocer el carácter limitado	14,3	-	28,6	57,1
A8. Establecer límites de validez	5,7	17,1	37,1	40,0	M8. Establecer límites de validez	14,3	11,4	57,1	17,1
-	-	-	-	-	M9. Admitir la provisionalidad	8,6	11,4	22,9	57,1
A10. Gestionar el uso de analogías	20,0	34,3	37,1	8,6	M10. Gestionar el uso de modelos	5,7	8,6	31,4	54,3
A11. Completar analogías	8,6	28,6	25,7	37,1	M11. Participar generando modelos	25,7	2,9	60,0	11,4
A12. Delimitar representaciones	14,3	8,6	42,9	34,3	M12. Proponer representaciones	11,4	17,1	57,1	14,3
A13. Desarrollar análogos propios	73,5	11,8	5,9	8,8	-	-	-	-	-

Fuente: los autores.

**Tabla 5.** Comparación y vinculación entre capacidades analógicas y de modelización.

Dimensiones para el pensamiento analógico	Dimensiones consideradas para la modelización	Mayor nivel competencial (test Wilcoxon)	Correlación (tau-b de Kendall)
A1. Expresar analogías	M1. Expresar modelos	Pensamiento analógico ***	0,677 ***
A2. Conocer diversas analogías	M2. Conocer diversos modelos	Similares NS	0,700 ***
A.3 Estimar la utilidad	M3. Estimar la utilidad	Similares NS	0,104 NS
A4. Representar sistemas análogos	M4. Representar simbólicamente	Similares NS	0,646 ***
A5. Interpretar usando analogías	M5. Interpretar de forma verbal	Similares NS	0,676 ***
A6. Usar analogías novedosas analogías	M6. Usar modelos en situaciones de incertidumbre	Similares NS	0,430 **
A7. Reconocer el carácter figurado	M7. Reconocer el carácter limitado	Similares NS	0,270 NS
A8. Establecer límites de validez	M8. Establecer límites de validez	Modelización *	0,521 ***
-	M9. Admitir la provisionalidad	No comparables	No comparables
A10. Gestionar el uso de analogías	M10. Gestionar el uso de modelos	Modelización ***	0,466 **
A11. Completar analogías	M11. Participar generando modelos	Pensamiento analógico *	0,566 ***
A12. Delimitar representaciones	M12. Proponer representaciones	Pensamiento analógico*	0,680 ***
A13. Desarrollar análogos propios	-	No comparables	No comparables

\*\*\* p<0,001 \*\* p<0,01 \* p<0,05 NS No significativo

Fuente: los autores.

Otra forma de comparar el desempeño en distintas dimensiones de pensamiento analógico y de la competencia de modelización, es a través del estudio de asociación estadística entre los niveles alcanzados en las rúbricas en uno y otro caso. Para ello, recurrimos al coeficiente de correlación tau-b de Kendall, indicado en casos en los que, como este, las variables que se correlacionan son discontinuas y de carácter ordinal. Los resultados se resumen en la tabla 5. Como puede comprobarse, los coeficientes de correlación oscilan desde valores bajos a moderadamente altos, alcanzando las cifras más altas en las dimensiones 1, 2, 4, 5 y 11, y los más bajos, en la dimensión 3.

Desde el punto de vista estadístico, las correlaciones calculadas alcanzan los límites de significación estadística en la mayoría de las comparaciones, concretamente en todas excepto en dos. La excepción la encontramos en las dimensiones 3 y 7, que son las que hacen referencia a metaconocimientos; esto es, al papel y naturaleza de las analogías y modelos como formas de representación.

## 5. Discusión y conclusiones

La participación de los alumnos a través de la propuesta descrita parece haber propiciado ocasiones para que ellos verbalizaran modelos, los usaran, reflexionaran sobre su utilidad y limitaciones, revisaran su alcance, gestionaran el uso de distintos modelos manejados y aportaran ideas durante su proceso de construcción. Según esto, desarrollaron procesos que se relacionan con la competencia de modelización en ciencias (NICOLAOU, CONSTANTINO, 2014), en el sentido de que tuvieron oportunidad de movilizar destrezas y conocimientos epistémicos asociados al aprendizaje, uso y revisión de modelos en los términos formulados en el marco teórico (JUSTI, GILBERT, 2002; SCHWARZ, 2002; KOZMA, RUSSELL, 2005; DISESSA, 2004). Además, los niveles competenciales alcanzados fueron bastante aceptables por término medio, aunque es verdad que hubo cierta variabilidad en función de la dimensión concreta analizada. Todo ello es

coherente con el marco teórico expresado, en el que se fundamentó el papel de las analogías en el desarrollo de destrezas y valores epistémicos propios de la competencia de modelización en ciencias (OLIVA, ARAGÓN, 2009).

Así mismo, y en paralelo, los estudiantes expresaron las analogías puestas en juego, las emplearon con distintos fines, recapitaron sobre su uso y restricciones, seleccionaron analogías en función del contexto y participaron activamente en la elaboración e interiorización de las analogías desarrolladas. Ello sugiere que el entorno didáctico propiciado ha constituido un valioso escenario para un uso de las analogías de acuerdo con las premisas que se postulan desde la bibliografía (DUI, 1991; DAGHER, 1995). En suma, las analogías constituyeron instrumentos útiles en los procesos de representación de la materia a nivel submicroscópico, y como recurso de ayuda para transitar entre dicho nivel y los niveles macroscópicos y simbólicos de la materia (JOHNSTONE, 1982).

Alguien podría argumentar que no se ha controlado en el estudio el nivel competencial inicial del alumnado en torno a las dimensiones analizadas. Si bien ello es verdad, hemos de insistir en que esta era la primera ocasión en la que los estudiantes estudiaban el cambio químico, por lo que necesariamente los desempeños alcanzados han de ser atribuidos esencialmente a la influencia de la propuesta didáctica en la que participaron. Tal influencia podría explicarse teniendo en cuenta que, tal vez, la secuencia didáctica desarrollada contribuyó a que los alumnos trabajasen, como diría VYGOTSKY (1978), en la zona de desarrollo próximo. En este sentido, el uso de analogías por parte de los alumnos, en un marco de aprendizaje participativo y colaborativo, junto a la función mediadora de la profesora, probablemente hayan constituido juntos una combinación excelente para fomentar en el alumnado buenas prácticas de modelización.

Además, los datos obtenidos han mostrado grados de asociación razonablemente altos entre las dimensiones evaluadas para uno y otro caso, al menos en aquellas referidas a prácticas de modelización:

construir modelos, usarlos, revisarlos, compararlos, etc. Estas asociaciones podrían explicarse en términos de mecanismos comunes y destrezas compartidas entre las tareas de modelización y de pensamiento analógico, de modo que el aprendizaje en uno de esos ámbitos produzca mejoras también en el otro. En consecuencia, el empleo de actividades analógicas como herramientas en el aula puede permitir no solo el aprendizaje de modelos ya hechos y acabados, sino también de las destrezas que se requieren para la actividad de modelizar en ciencias. De hecho, en el estudio antes citado de RUBIO, SÁNCHEZ, VALCÁRCEL (2018), las analogías parece que sirvieron no solo para la comprensión de un modelo submicroscópico de la materia, sino también para usarlo y aplicarlo en la interpretación de fenómenos concretos.

Ello no excluye que pueda darse, asimismo, una relación recíproca, de modo que un mejor conocimiento de los modelos de cambio químico, y unas mejores destrezas en las prácticas de modelización correspondientes faciliten también la construcción de analogías y el uso que se hace de estas. De cualquier forma, lo que el estudio parece indicarnos es que los mecanismos implicados en las prácticas de pensamiento analógico y de modelización son muy similares. O sea, mucho de aquello que hace avanzar a los estudiantes en una de esas vertientes, podría hacerlo avanzar también en la otra, como ya se sugirió en el marco teórico del estudio (OLIVA, ARAGÓN, 2009).

En cambio, no parece existir ese mismo grado de conexión cuando se habla de aspectos relacionados con la componente metarrepresentacional (DISESSA, 2004; SCHWARZ, WHITE, 2005). En este caso, el trabajo mediante analogías no parece haber propiciado especialmente que los alumnos las consideren como herramientas con un estatus semejante al de los modelos. Según esto, podría ser que los alumnos consideraran analogías y modelos como construcciones de diferente naturaleza, entendiéndolos las primeras como artefactos didácticos destinados únicamente a favorecer su aprendizaje en el aula en un momento determinado, mientras



que los modelos se asociarían con representaciones formales y aceptadas por la comunidad científica con un valor propio y un alcance diferente. Pero también podría ocurrir que, simplemente, el diseño didáctico planteado no haya sido capaz de evidenciar suficientemente, de forma explícita, la existencia de conexiones entre una y otra actividad. Esta apreciación concordaría bien con las conclusiones de algunos de los estudios de ACEVEDO (2008), en los que se pone de manifiesto que el aprendizaje de aspectos relacionados sobre la naturaleza de la ciencia exige no solo un tratamiento implícito de estas cuestiones a través de la inmersión de los alumnos en la cultura y actividad científica, sino que, además, se requiere una reflexión explícita de los alumnos sobre aquellas.

A pesar de la falta de sintonía encontrada entre valores epistémicos de analogías y modelos, consideramos en conjunto que el trabajo presentado aporta suficientes evidencias para soportar la hipótesis de que las analogías son un interesante recurso de mediación potencial en el desarrollo de la competencia de modelización de los alumnos, al menos si se presentan en un entorno de aprendizaje en el que estos tomen parte activa en el uso, revisión y construcción de analogías. En este sentido, el aprendizaje a través de analogías coloca al alumno en la interfaz entre el conocimiento cotidiano y la capacidad de comenzar a entender y usar algunos de los signos y códigos de la ciencia en el currículo escolar, algo esencial desde el punto de vista de la naturaleza de un ciclo de modelización (JUSTI, GILBERT, 2002).

Y ya para finalizar, conviene mencionar algunas de las limitaciones del estudio realizado. Así, al tratarse de una muestra reducida e intencional, sus conclusiones no pueden generalizarse a otras muestras de participantes. Por otro lado, además, el dominio de conocimientos implicados ha sido muy estrecho, vinculado solamente a nociones básicas de química. Por ello, no podemos asegurar que algo similar ocurra en otros ámbitos de las ciencias.

En suma, se abre todo un campo interesante de investigación, dirigido a valorar la influencia y

los mecanismos, a través de los cuales el uso de analogías en el aula puede contribuir también al desarrollo de la competencia de modelización de los estudiantes en ciencias.

## 6. Reconocimientos

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/\_Proyecto EDU2017-82518-P.

## 7. Referencias bibliográficas

- ACEVEDO, J.A. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 5, n. 2, pp. 134-169. 2008. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2008.v5.i2](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i2)
- ARAGÓN, M.M.; OLIVA, J.M.; NAVARRETE, A. Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 31, n. 2, pp. 9-30. 2013. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.832>
- BAMBERGER, Y.M.; DAVIS, E. A. Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. **International Journal of Science Education**, Londres, n. 35, pp. 213-238. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.624133>
- CAMACHO GONZÁLEZ, J.P. *et al.* Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 9, n. 2, pp. 196-212, 2012. DOI: [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2012.v9.i2.03](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i2.03)
- CARDOSO MENDONÇA, P.C.; JUSTI, R. Contributions of the Model of Modelling Diagram to the Learning of Ionic Bonding: Analysis of A Case Study. **Research in Science Education**,

- Netherlands. n. 61, pp. 479-503. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.811615>
- CHAMIZO, J.A. Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 7, n. 1, pp. 26-41. 2010. DOI: [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2010.v7.i1](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2010.v7.i1)
- DAGHER, Z.R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. **Science Education**, Nueva York, v. 79, n. 3, pp. 295-312. 1995. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730790305>
- DISESSA, A.A. Metarepresentation: native competence and targets for instruction. **Cognition and Instruction**, Philadelphia, 22, pp. 293-331. 2004. DOI: [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2203\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2203_2)
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, Nueva York, v. 75, n. 6, pp. 649-672, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.3730750606>
- GALAGOVSKY, L.; ARDÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales, el concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, n. 19, pp. 231-242. 2001.
- GILBERT, J.K. **Models and modelling in science education**. Association for Science Education. Hatfield: Reino Unido. 1993.
- GILBERT, J.K.; BOULTER, C.; RUTHERFORD, M. Models in explanations, Part 1: Horses for courses? **International Journal of Science Education**, Londres, v. 20, n. 1, pp. 83-97. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1080/0950069980200106>
- HALLOUN, I. Schematic modelling for meaningful learning of physics. **Journal of Research in Science Teaching**, Champaign, v. 33, n. 9, pp. 1019-1041. 1996. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199611\)33:9<1019::AID-TEA4>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199611)33:9<1019::AID-TEA4>3.0.CO;2-I)
- HALLOUN, I. Mediated modeling in science education. **Science & Education**, Berlin, n. 16, pp. 653-697; 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-006-9004-3>
- HARRISON, A.G.; TREAGUST, D.F. Learning about atoms. Molecules and chemical bonds: a case study of multiple model use in grade 11 chemistry. **Science Education**, Nueva York, n. 84, pp. 352-381. 2000a. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<352::AID-SCE3>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<352::AID-SCE3>3.0.CO;2-J)
- HARRISON, A.G.; TREAGUST, D.F. A typology of school science models. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 22, n. 9, pp. 1011-1026. 2000b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/095006900416884>
- IZQUIERDO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de química. Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra, pp. 1-4. 2005.
- JENSEN, W.B. Logic, history and the chemistry textbook. **Journal of Chemical Education**, Athens, EE. UU., 75, pp. 817-828. 1998.
- JOHNSTONE, A.H. Macro and micro chemistry. **School Science Review**, Hatfield, n. 64, pp. 295-305. 1982.
- JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 24, n. 2, pp. 173-184. 2006.
- JUSTI, R.; GILBERT, J.K. Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 24, n. 4, pp. 369-387. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- JUSTI, R.; GILBERT, J.K. The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry. En: AUBUSSON, P.J.; HARRISON, A.G.; RITCHIE, S.M. (eds.), **Metaphor and analogy in science education**. Springer. Dordrecht: Países Bajos. 2006. pp. 119-130.
- KOZMA, R.B.; RUSELL, J. Multimedia and understanding: expert and novices responses to different representations of chemical phenomena. **Journal of Research in Science Teaching**, Champaign, v. 20, pp. 117-129. 1997. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199711\)34:9<949::AID-TEA7>3.0.CO;2-U](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199711)34:9<949::AID-TEA7>3.0.CO;2-U)

- KOZMA, R.B.; RUSELL, J. Students becoming chemists: developing representational competence. En: GILBERT, J. (ed.), **Visualization in Science Education**. Springer. Dordrecht: Netherlands. 2005. pp. 121-146.
- LOPES, J.B.; COSTA, N. The evaluation of modelling Competences: difficulties and potentials for the learning of the sciences. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 29, n. 7, pp. 811-851. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600855385>
- LÓPEZ SIMÓ, V.; GRIMALT-ÁLVARO, C.; COUSO LAGARÓN, D. ¿Cómo ayuda la pizarra digital interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 15, n. 3, 3302-3302-15. 2018. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i3.3302](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3302)
- MADDEN, S.P.; JONES, L.L.; RAHM, J. The role of multiple representations in the understanding of ideal gas problems. **Chemistry Education Research and Practice**, Cambridge, n. 12, pp. 283-293. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1039/C1RP90035H>
- MERINO, C.; IZQUIERDO, M. Aportes a la modelización según el cambio químico. **Educación Química**, México D.F., v. 22, n. 3, 212-223. 2011.
- NERSESSIAN, N.J. How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. En: GIÉRE, R.N. (ed.). **Cognitive Models of Science**. University of Minnesota Press. Mineápolis: EE. UU. 1992. pp. 3-45.
- NERSESSIAN, N.J. Model-based reasoning in conceptual change. En MAGNANI, L.; NERSESSIAN, N.J.; THAGARD, P. **Model-base reasoning in scientific discovery**. Kluwer Academic/Plenum Publishers. Nueva York: EE. UU. 1999. pp. 5-22.
- NICOLAOU, C.T.; CONSTANTINOU, C.P. Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. **Educational Research Review**, Amsterdam, n. 13, pp. 52-73. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2014.10.001>
- OLIVA, J.M. El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 3, n. 3. 2004.
- OLIVA, J.M.; ARAGÓN, M.M. Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 27, n. 2, pp. 195-208. 2009.
- OLIVA, J.M.; ARAGÓN, M.M. Modelización y pensamiento analógico en el aprendizaje del cambio químico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bello Horizonte, v. 17, n. 3, pp. 903-929. 2017. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017173903>
- OLIVA, J.M.; ARAGÓN, M.M.; CUESTA, J. The competence of modelling in learning chemical change: a study with secondary school students. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Londres, n. 13, 751-791. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9583-4>
- PAPAEVRIPIDOU, M.; NICOLAOU, C.TH.; CONSTANTINOU, C.P. On Defining and Assessing Learners' Modeling Competence in Science Teaching and Learning. En: ANNUAL MEETING OF AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION (AERA), Philadelphia, Pennsylvania: EE. UU. 2014.
- PEREIRA GANDRA, L.; RODRIGUES DA SILVA, G. Modelagem e história da ciência: uma abordagem pedagógica para a estrutura atômica no 9º ano do ensino fundamental. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, Colombia, v. 13, n. 19, pp. 14-32. 2017. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.11585>
- PÉREZ, G.; GÓMEZ GALINDO, A.A.; GONZÁLEZ GALLI, L. Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las**

- Ciencias**, Cádiz, v. 15, n. 2, 2102. 2018. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i2.2102](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2102)
- PRINS, G.T. *et al.* Students' involvement in authentic modelling practices as contexts in chemistry education. **Research in Science Education**, Netherlands, v. 39, n. 5, pp. 681-700. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-008-9099-4>
- RAVILOLO, A.; GARRITZ, A.; SOSA, P. Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 8, n. 3, 240-254. 2011 Disponible en: <<http://hdl.handle.net/10498/14388>>
- RUBIO, J.; SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M.V. Percepción de profesores y estudiantes de 3º ESO sobre el uso de analogías en el estudio de los estados de agregación de la materia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 15, n. 2. 2104-2104-15. 2018. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i2.2104](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2104)
- SCHWARZ, C. Is there a connection? The role of meta-modeling knowledge in learning with models. In: the Proceedings of INTERNATIONAL CONFERENCE OF LEARNING SCIENCES. Seattle: WA. 2002.
- SCHWARZ, C.; WHITE. Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modelling. **Cognition and Instruction**, Philadelphia, v. 23, n. 2, pp. 165-205. 2005. DOI: [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_1)
- SCHWARZ, C.V. *et al.* Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Teaching**, Champaign, v. 46, n. 6, pp. 632-654. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20311>
- VAN DRIEL, J.H.; VERLOOP, N. Teachers' knowledge and modelling in science. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 21, n. 11, pp. 1141-1153. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1080/095006999290110>
- VYGOTSKY, L. **Mind and Society**. Harvard University Press. Cambridge, MA. 1978.





## AS CONCEPÇÕES SOBRE ANALOGIAS NO DISCURSO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

### THE CONCEPTIONS ABOUT ANALOGIES IN THE DISCOURSE OF TEACHERS TRAINING IN BIOLOGICAL SCIENCE

### LAS CONCEPCIONES SOBRE ANALOGÍAS EN EL DISCURSO DE ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Hederson Aparecido de Almeida\*

Cómo citar este artículo: De Almeida, H.A. (2020). As concepções sobre analogias no discurso de licenciandos em ciências biológicas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 101-117. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14401>

#### Resumo

As analogias no ensino de Ciências são comparações entre dois domínios heterogêneos, um familiar e outro não familiar. Apesar de serem usadas frequentemente em sala de aula, tanto por professores quanto por alunos, é recorrente as confusões em relação ao seu significado, porque são enunciadas sem nenhum planejamento prévio. Essa constatação pode ser explicada pelo fato dos cursos de licenciatura não possuírem disciplinas que contemplem tais discussões. Formam-se, assim, professores que utilizarão desses recursos em sala de aula, mas que não refletirão sobre a temática. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo identificar quais são as concepções que alunos de dois cursos de Ciências Biológicas possuem sobre o uso das analogias no ensino. A pesquisa caracterizou-se como qualitativa, sendo os dados obtidos mediante a aplicação de um questionário semiestruturado com quatro questões. Estas mapearam a concepção dos licenciandos sobre o uso das analogias para fazerem explicações, em que momentos, e se as analogias e metáforas possuem o mesmo significado. Os resultados mostram que a concepção dos estudantes sobre o tema é diversa. Há uma íntima associação entre os órgãos análogos da biologia evolutiva com as analogias enquanto recurso didático, mostrando uma confusão entre a analogia didática e a analogia biológica. Ao tentar diferenciá-las, os discentes confundem-nas com outras tipologias de comparações, como as metáforas; utilizam do recurso para facilitar a compreensão do assunto trabalhado; quando o conceito é considerado abstrato ou difícil; para introduzir um novo assunto ou para explicar

Recibido: 06 de febrero de 2019; aprobado: 17 de mayo de 2019

\* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, campus de Bauru, Brasil. Correio eletrônico: hederson.almeida@unesp.br

novamente um conteúdo. É necessário que as discussões em torno da temática se iniciem ainda na formação inicial para que o uso espontâneo das analogias seja superado por processos reflexivos.

**Palavras-chave:** formação de professores, aprendizagem, linguagem.

### **Abstract**

The analogies used in science teaching are comparisons between two heterogeneous domains, one familiar and the other unfamiliar. Although such analogies are widely used in class, both teachers and students are often confused about their meaning. This because the enunciations are given without any previous planning, evidenced by the fact that teacher education courses do not offer subjects concerning such discussions. Thus, teachers use these resources in the classroom but do not reflect on the subject. To shed light on this issue, this study aims to identify what conceptions students of two biological science programs have about the uses of analogies in teaching. This research is qualitative, and the data collection was carried out through a semi-structured survey with four questions. The questions inquired about students' conceptions regarding the use of analogies to make explanations, when to use analogies, and if analogies and metaphors have the same meaning. The results showed that the students' conceptions were diverse. There was an intimate association between the analogous organs of evolutionary biology with the analogies as a didactic resource, demonstrating confusion between the didactic analogy and the biological analogy. When trying to make differentiations, students confuse them with other types of comparisons such as metaphors, and they use this resource to facilitate their understanding of the topic, when the concept seems abstract or difficult, to introduce a new topic or to explain content. It is necessary for discussions on the subject to begin early in education and for the spontaneous use of analogies to be contemplated in reflective processes.

**Keywords:** Teachers' education, Learning, Language.

### **Resumen**

Las analogías en la enseñanza de las ciencias son comparaciones entre dos dominios heterogéneos, uno familiar y otro no familiar. A pesar de ser muy utilizado en la clase, tanto por profesores como por alumnos, son recurrentes las confusiones sobre su significado. Esto, porque son enunciados sin ningún planeamiento previo. Esta constatación puede ser explicada por el hecho de que estos cursos de formación de profesores no tienen materias que contemplen tales discusiones. Se educan, así, profesores que utilizarán esos recursos en el aula, pero que no reflexionarán sobre el tema. En este sentido, el objetivo es identificar cuáles son las concepciones que alumnos de dos programas de ciencias biológicas tienen sobre el uso de analogías en la enseñanza. La investigación es cualitativa, los datos se obtuvieron mediante



una encuesta semiestructurada con cuatro preguntas, las cuales indagaron sobre la concepción de los licenciados respecto al uso de analogías para hacer explicaciones, en qué momento usarlas, y si analogías y metáforas poseen el mismo significado. Los resultados muestran que la concepción de los alumnos sobre el tema es diversa. Hay una asociación íntima entre los órganos análogos de la biología evolutiva con las analogías como recurso didáctico, mostrando una confusión entre la analogía didáctica y la analogía biológica. Al intentar diferenciarlas, los alumnos las confunden con otros tipos de comparaciones, como las metáforas; recurren a estas para facilitar la comprensión del tema trabajado; cuando el concepto es considerado abstracto o difícil; para introducir un nuevo tema o para explicar otra vez un contenido. Es necesario que las discusiones acerca del tema empiecen desde la formación inicial y que el uso espontáneo de analogías sea superado por procesos reflexivos.

**Palabras clave:** formación de profesores, aprendizaje, lenguaje.

## Introdução e fundamentação teórica

A linguagem científica possui especificidades e regras próprias de funcionamento que a difere da linguagem cotidiana, já que é por meio desta linguagem específica que o conhecimento científico é transmitido, comunicado e divulgado. O objeto de estudos da Ciência é justamente o conhecimento científico, competindo à escola sua transmissão. Contudo, são inúmeras as modificações que o conhecimento científico sofre até ser ensinado na sala de aula, sendo que esse é transformado à medida que passa de um nível de ensino mais elevado para um nível de ensino menos elevado (CHEVALLARD, 2005)<sup>1</sup>. Tal modificação é necessária, pois a complexidade do conhecimento produzido pela comunidade científica inviabiliza a sua transmissão, na escola, em seu formato original.

CHEVALLARD (2005) relata que o saber sábio (conhecimento científico) oriundo da academia não é o mesmo saber ensinado na sala de aula. O primeiro é modificado para ser ensinado pelo professor. Essas modificações relacionam-se às orientações das diretrizes curriculares, dos programas de ensino e até mesmo das opções metodológicas escolhidas pelos próprios docentes. Neste sentido, é frequente que os professores de Ciências recorram ao uso de diferentes recursos no intuito de tornar o saber científico ensinável. Por vezes, utilizam as analogias e as metáforas para diminuir a distância entre o que o aluno já conhece- a sua familiaridade com a analogia- com o que ainda não conhece- o conhecimento científico a ser trabalhado (ALMEIDA, LORENCINI-JÚNIOR 2018).

Visto isso, é importante ressaltar que a definição de analogia não é unívoca. Dependendo do referencial adotado ela pode assumir diferentes significados. MOZZER, JUSTI (2015) constatam que os próprios pesquisadores da área de ensino de Ciências não possuem uma clarificação sobre o

significado do termo. Essa evidência é corroborada por LARA, GÓIS (2012) que discorrem sobre as diferentes compreensões atribuídas ao termo por pesquisadores da área. Sob esse cenário, torna-se essencial o esclarecimento do termo a fim de se evitar equívocos.

Neste estudo definimos as analogias como comparações implícitas entre domínios heterogêneos (GLYNN, 1994). Um domínio é compreendido como um conjunto de conceitos, saberes ou áreas de um campo do conhecimento e revela a rede conceitual a qual pertence um conceito. Ao dizer, por exemplo, que a Terra (planeta) tem o formato de uma laranja (fruta) tem-se dois domínios envolvidos: um relacionado à Astronomia e outro relacionado à Botânica. Uma analogia expressa relações de similaridades entre atributos de dois ou mais conceitos. Nessa relação haverá sempre um domínio familiar e um domínio não familiar. GLYNN (1994) nomina o domínio familiar como analogia ou conceito análogo e o domínio não familiar como alvo ou conceito alvo. No exemplo anterior a Terra é o conceito alvo e a laranja o conceito análogo.

No ensino de Ciências, os estudos sobre analogias têm início na década de 80. Muitas vantagens são atribuídas para o seu uso no ensino por diversos pesquisadores. DUARTE (2005 pp. 11-12) afirma que as analogias:

1. Levam à activação do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões;
2. Tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstractos, podendo promover o interesse dos alunos;
3. Constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitar a evolução ou a mudança conceptual;
4. Permitem perceber, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas;
5. Podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

MOZZER, JUSTI (2015), ao realizarem uma revisão de literatura sobre a temática, também discorrem sobre

<sup>1</sup> Yves Chevallard é o autor da teoria nominada como Transposição Didática. Segundo esta, quando um objeto do saber é designado como objeto do ensino, passa por uma série de adaptações. Estas transformam ocorrem em três etapas, na qual o saber erudito é convertido, no fim do processo, em saber escolar.



as vantagens do uso das analogias. Para as autoras, as analogias possibilitam um melhor entendimento de conceitos e entidades abstratas pelos alunos, auxiliam na promoção de novos conhecimentos, desenvolvem a imaginação e a criatividade, além de possibilitarem a superação de concepções alternativas.

Assim, as analogias são importantes recursos de ensino e da linguagem usadas pelo professor para aproximar conceitos pertencentes a domínios diferentes. Apesar das vantagens mencionadas, o seu uso sem sistematização desenvolve sérias dificuldades para a aprendizagem. Quando enunciada sem nenhuma preocupação na sala de aula pode, segundo DUARTE (2005 p. 12), “[...] ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia”. Para a autora, se o raciocínio analógico não ocorrer os alunos podem fixar apenas nos aspectos positivos da analogia ou não a reconhecerem como tal.

MOZZER, JUSTI (2015) concordam com DUARTE (2005), apresentando preocupações para com o seu uso indevido. Dentre estas destaca-se o fato dos professores e manuais didáticos não possuírem um repertório preparado e validado de boas analogias. Estas são apresentadas como algo acabado, não carecendo explicações. As analogias e os seus significados são claros para os professores e autores de livros didáticos, mas não para os alunos. Além disso, professores e alunos confundem-nas com outros tipos de similaridades.

Portanto, a discussão sobre o uso sistematizado das analogias deve ter um destaque central nos cursos de formação docente. O papel da linguagem é essencial no ensino de Ciências, visto que a comunicação, nesse meio, nem sempre é realizada apenas pela linguagem científica, principalmente no contexto escolar.

As linhas de investigação sobre o ensino com analogias são promissoras. Dentre elas, há pesquisas que visam identificar e mapear quais são as concepções que professores em exercício (FARIAS, BANDEIRA, 2009; FERRAZ, TERRAZZAN, 2002; MOZZER, JUSTI, 2013) e em formação inicial

(BOZELLI, NARDI, 2012; FABIÃO, DUARTE, 2005; OLIVEIRA, MOZZER, 2017; RIGOLON, OBARA, 2011) possuem sobre o tema. Essas pesquisas indicam que os pesquisadores compreendem que as concepções de professores, tanto em formação inicial quanto em formação continuada, influenciam o modo como o docente usa a linguagem analógica em sala de aula. Analisar o discurso de professores, impregnado de analogias, é uma tendência nas pesquisas acadêmicas que versam sobre o tema.

No ensino de Biologia, HOFFMANN (2012) realizou um estado da arte sobre a temática. Os documentos de análise da autora foram periódicos, dissertações, teses, anais e atas de eventos científicos. A partir dessa sistematização, formulou sete eixos temáticos: análise epistemológica do uso de analogias e metáforas no ensino; implementação de estratégia didática com analogias; utilização de analogias por alunos; analogias articuladas à história da Ciência; analogias em livros didáticos; analogias ligadas a um conceito; e analogias na atuação docente. Na análise do eixo sobre atuação docente, HOFFMANN (2012) verificou que o principal objetivo das pesquisas foram averiguar a gênese da analogia utilizada pelo professor, a sua relação com esses recursos em livros didáticos e a sua percepção sobre o uso no ensino. No entanto, apenas duas dissertações foram alocadas nesse eixo.

Em pesquisa recente SANTOS, SANTANA (2018) quantificaram, a partir de três importantes eventos da área de ensino de Ciências e Educação, as publicações referentes ao uso de analogias em contexto didático. Os autores também mapearam as linhas de investigação nas pesquisas educacionais. Foram levantados 92 trabalhos entre 2000 e 2016, distribuídos em seis linhas de investigação: utilização e exploração didática de analogias; analogias em manuais escolares; analogias na prática dos professores de Ciências; analogias e as concepções de professores sobre o seu papel no processo de ensino-aprendizagem; analogias e os estudos de revisão; analogias e ensino.

Dos 92 trabalhos levantados, apenas oito foram enquadrados na linha de pesquisas sobre concepção

de professores. Com base nesse dado é possível inferir que novas pesquisas permitirão avaliar se as discussões sobre analogias já permeiam a formação continuada e inicial. Isto porque, caso as discussões alcancem os cursos de formação de professores, a concepção dos alunos pode indicar de que modo eles se apropriaram da temática e de que modo está sendo conduzida tal discussão. Entretanto, a avaliação depende, também, de um esforço maior de avaliação, partindo da análise do conjunto de disciplinas, do regimento, do projeto político pedagógico, do currículo e das políticas públicas que balizam a estruturação do curso.

No entanto, não foi objetivo do estudo realizar uma avaliação sistêmica dos cursos de licenciatura. É necessário frisar, todavia, que há um conjunto de saberes que os professores de Ciências precisam se apropriar para utilizarem as analogias como recurso de ensino. OLIVA (2008) classifica-os em dois tipos: o saber sobre analogia e o saber fazer com as analogias. O saber sobre analogia envolve distingui-las de outros recursos, justificar o seu interesse para a comunicação humana e para o ensino de Ciências, conhecer analogias históricas e a sua importância para a construção do pensamento científico, conhecer os mecanismos de aprendizagem por analogias, dentre outros. O saber fazer com analogias envolve, entre outros saberes, selecionar boas e variadas analogias e analisar suas limitações.

Antes dos professores serem instruídos para utilizarem as analogias, com base nos saberes descritos por OLIVA (2008), é necessário compreender as suas concepções sobre a temática. No intuito de avançar como as discussões sobre o tema, o presente estudo objetivou identificar quais são as concepções que alunos do curso de Ciências Biológicas de duas universidades públicas possuem sobre o uso das analogias e o seu papel no ensino.

## 1. Procedimentos metodológicos

A investigação realizada se apoiou nos pressupostos da pesquisa qualitativa. Segundo LÜDKE, ANDRÉ (2013), algumas características da pesquisa desta

natureza são: o ambiente natural ser a fonte direta de emergência dos dados; o pesquisador ser o principal instrumento, pois é ele quem seleciona, organiza, percebe e inicia o processo de interpretação dos dados empíricos; os dados serem predominantemente descritivos; a atenção pelo processo sempre ser maior do que o resultado final; a pesquisa qualitativa seguir um processo intuitivo, pois as hipóteses iniciais nem sempre são confirmadas, podendo novas hipóteses surgir no decorrer do estudo.

O instrumento de coleta de dados foi um questionário semiestruturado composto por quatro questões: 1. O que você compreende por analogia? 2. Você se lembra de algum exemplo de analogia? Se sim, qual (is)? 3. Você utiliza analogias para fazer explicações? Se sim, em que momentos? 4. A analogia e a metáfora são termos com o mesmo significado? Justifique.

A investigação foi realizada em diferentes anos. No ano de 2015, o questionário foi aplicado para seis alunos do terceiro ano, de cinco, do curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública do interior do Paraná, Brasil. O questionário foi aplicado na disciplina de Instrumentação para o ensino de Ciências. No dia da aplicação os alunos responderam o questionário no início da aula. Após responderem, o professor prosseguiu a aula abordando sobre o uso da linguagem analógica no ensino de Ciências. A turma era formada por 11 alunos, cinco deles estavam ausentes no dia da aplicação.

Em 2017, o mesmo questionário foi aplicado para sete alunos do quarto e último ano do curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública do interior de São Paulo, Brasil. A aplicação do questionário ocorreu do mesmo modo como na universidade paranaense. A diferença é que na universidade paulista o questionário foi aplicado na disciplina de Didática. A turma era formada por 13 alunos, estando seis deles ausentes no momento da aplicação. Os alunos de ambas as turmas foram informados sobre os objetivos da aplicação do questionário, e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

A aplicação da pesquisa em diferentes universidades, disciplinas e turmas foi devido ao contato direto do autor como professor dos alunos, naquele momento. Até a escrita deste trabalho não havia nenhuma disciplina, em ambas as instituições, que versasse sobre a linguagem analógica no ensino de Ciências. Por isso, a ação de introduzir essa temática, ainda que pontual, possibilitou aos alunos compreenderem o papel da linguagem enquanto recurso a ser utilizado para o ensino de conhecimentos científicos.

Com o intuito de preservar a identidade dos alunos, a sigla Ln foi adotada como referência. A letra L corresponde à abreviação da palavra licenciando e a letra n corresponde ao número que diferencia os participantes, atribuído aleatoriamente.

Para o tratamento dos dados, foi utilizada a análise de conteúdo proposta por BARDIN (2010). Essa análise é dividida em três fases: 1. Pré-análise; 2. Exploração do material e 3. Tratamento dos dados, inferência e interpretação.

A primeira fase, subdividida em quatro etapas, tem o objetivo de organizar o material- *corpus*- que será analisado, sistematizando as ideias. É o primeiro contato com o conteúdo a ser analisado. Nessa etapa delimita-se o que será analisado, além da elaboração de índices e indicadores de análise. Neste sentido, todas as respostas atribuídas às quatro perguntas se constituíram como o *corpus*.

A segunda fase da análise de conteúdo de BARDIN (2010) consiste na exploração do material. É nesse momento que as categorias são delimitadas (sistemas de codificação) e são identificadas as unidades de registro. Estas compreendem o segmento de conteúdo considerado base para a categorização e a frequência. Também podem ser definidas as unidades de contexto que codificam as unidades de registro, com o intuito de compreendê-las. Assim, para as questões um, dois e quatro as unidades de registro foram elaboradas com base na frequência. Posteriormente, as unidades de registro foram agrupadas em categorias, conforme as relações de similaridade apresentadas.

A terceira fase consiste no tratamento dos dados, inferência e interpretação. Neste sentido, com o auxílio de referenciais da área os dados das categorias foram analisados.

## 2. Resultados e discussões

Esta seção apresenta os resultados e as discussões possíveis mediante os dados coletados. Para as perguntas 1, 2 e 4 foi possível elencar categorias elaboradas a posteriori e as respectivas unidades de registro. Para tanto, as respostas foram agrupadas em três quadros.

Para a pergunta ‘o que você compreende por analogia?’, diversas concepções foram evidenciadas e, na totalidade, refletem a polissemia do termo, como mostrado no quadro 1.

LARA, GÓIS (2012) mencionam que no ensino de Ciências as analogias são compreendidas como ferramentas, recursos, modelos, estratégias de ensino, instrumentos, figuras de linguagem, comparações explícitas, dispositivos de linguagem, facilitadores na compreensão de abstratos, etc. Esta amplitude de significados está relacionada às concepções e às perspectivas teóricas de cada autor/pesquisador.

Na categoria nominada ‘Analogias enquanto coisas’ é possível observar imprecisões e/ou inconsistências no discurso de L1 e L6 quanto à definição do que seriam analogias. A expressão ‘coisas’, atribuída pelos alunos, indica uma limitação do vocabulário. RIGOLON, OBARA (2011) observaram o mesmo ocorrer no discurso de licenciandos em Ciências Biológicas. A imprecisão na definição pode estar relacionada a uma defasagem na formação inicial, na qual as questões de linguagens são pouco trabalhadas. Na área de Química, FREITAS (2011) também observou o uso da expressão ‘coisa’ e ‘algo’ pelos licenciandos.

L2 situa a analogia ao mesmo patamar que os exemplos. Em sua fala “analogia é como dar um exemplo para explicar determinado assunto [...]”. Esta confusão é recorrente, porque são poucos os licenciandos que tiveram a oportunidade de discutir sobre o tema nos cursos de licenciatura em Ciências

**Quadro 1.** Concepções dos licenciandos referente às analogias.

<b>Categorias</b>	<b>Unidades de registro (UR)</b>
Analogias enquanto coisas	L1: São coisas que apresentam semelhanças [...]. L6: Estudo de “coisas” parecidas, [...].
Analogias enquanto exemplificação	L2: Analogia é como dar um exemplo para explicar determinado assunto, mudar o objeto de foco, mas que leve ao mesmo pensamento.
Analogias enquanto comparação ou relação	L5: A relação de algo que tentamos explicar com algo que, por exemplo, o aluno já conhece. L9: Entendo que é uma relação de semelhança estabelecida pela pessoa; uma forma de facilitar o entendimento e a explicação. L10: Entendo por analogia uma comparação de ideias ou conceitos [...]. L12: Comparação de modelos sem que estejam necessariamente ligados pela mesma origem, predominando caracteres relacionados [...]. L13: Analogias, em minha concepção, são comparações sobre fenômenos e objetivos distintos para facilitar na interpretação sobre algo.
Analogias enquanto explicação	L3: É a explicação de algo que pode ser semelhante que desempenha uma função parecida, por exemplo “a nadadeira e a asa”. [...]. L8: A explicação de um fenômeno utilizando outro como referência.
Analogias enquanto recurso	L11: Recursos que tentam trazer um conteúdo para o cotidiano que tenha algumas semelhanças, seja ela física, ideológica.

**Fonte:** o autor.

Naturais. No entanto, apenas com os dados apresentados não é possível dimensionar a responsabilidade do curso para a manutenção dessa confusão. Para tanto, seria necessário analisar a estrutura do curso como um todo.

Segundo DUIT (1991), os exemplos são instâncias de um mesmo conceito que se enquadram em um mesmo domínio. Na relação de similaridade analógica os conceitos pertencem a domínios diferentes. Para GONZÁLEZ GONZÁLEZ (2002), exemplo é um caso particular de constatação ou de ilustração de um fenômeno ou situação. Quando o professor diz que um exemplo de mamífero é o gato (animal) ele quer dizer que dentro da categoria ‘mamífero’ o ‘gato’ é apenas um dos seus representantes. Tanto a categoria em si quanto o representante estão no mesmo domínio que é a mastozoologia.

O equívoco dos licenciandos, quando confundem uma analogia com um exemplo, foi constatado por outros pesquisadores. No ensino de Biologia RIGOLON, OBARA (2011) averiguaram que alguns discentes definiram as analogias como exemplos

ou exemplificações. O mesmo ocorre no trabalho de OLIVEIRA, MOZZER (2017) para o ensino de Química. Segundo as autoras, após terem passado por uma instrução sobre o que eram analogias, os licenciandos ainda as definiam como exemplos e não como comparações relacionais entre conceitos ou domínios.

Dificuldades para diferenciar analogias de exemplos, assim como de outras formas de comparação, não são singulares às concepções de professores em formação. Docentes com ampla experiência no magistério apresentam as mesmas dificuldades (ALMEIDA, LORENCINI-JÚNIOR, 2018; DUARTE, 2005; MOZZER, JUSTI, 2015). Por isso, as discussões sobre a linguagem devem ser contempladas nos cursos de Ciências Biológicas e das licenciaturas como um todo. É preciso trabalhar de maneira adequada o conceito didático das analogias, em detrimento a o conceito biológico na formação inicial e continuada.

Para alguns alunos as analogias estabelecem relações (L5 e L9) ou comparações (L10, L12 e L13), mas as definições são limitantes. Os termos

‘comparação’, ‘relação’ e ‘semelhante’ indicam uma aproximação com as definições encontradas na literatura. Segundo MOZZER, JUSTI (2018 p. 156), as analogias são “[...] comparações de similaridades relacionais entre um domínio familiar (análogo) e outro desconhecido ou pouco conhecido (alvo) [...]”. Distinguem-se das demais similaridades e comparações de acordo com a correspondência entre os domínios comparados e sua posterior explicação (MOZZER, JUSTI, 2015).

Um domínio corresponde a uma área do conhecimento, podendo ser científico, no caso do domínio alvo, ou não científico, no caso do domínio análogo. Diferentes autores nomeiam os domínios ‘conhecido’ e ‘desconhecido’ de acordo com o referencial teórico adotado. Os termos ‘alvo’, ‘tópico’, ‘tema’ e ‘foro’ são comumente utilizados para nominar o domínio desconhecido. Os termos ‘análogo’, ‘base’, ‘fonte’ e ‘veículo’ são usados para nominar o domínio familiar. Segundo RIGOLON (2016), independente da terminologia adotada, essa variedade não implica em maiores divergências sobre o significado dos termos.

Na categoria ‘Analogias enquanto explicação’ L3 relata que uma analogia é “[...] a explicação de algo que pode ser semelhante e que desempenha uma função parecida [...]”. Esse raciocínio está correto, mas é restrito. Uma analogia é uma relação de similaridade entre dois domínios devido às semelhanças de funções, como também de estrutura, causal, etc. Portanto, há uma variedade de relações que podem ser estabelecidas entre dois domínios.

Neste sentido, FERRAZ (2006) classifica as analogias segundo o nível de organização. A classificação depende do atributo dos domínios que serão comparados, como a forma ou a função, de como são enunciadas, da quantidade de atributos em comparação e de como são trabalhadas pelo professor. RIGOLON (2013) classifica como qualitativa as analogias com base na natureza dos domínios comparados, na forma e na função. Em trabalho mais recente RIGOLON (2016) propõe uma nova classificação: as analogias quantitativas. Estas comparam quantidades e proporções, sendo divididas em analogias de números e analogias de proporção. Todavia, as

analogias quantitativas não são apenas utilizadas no ensino da Matemática, sendo apropriada, também, pela a área de ensino de Ciências. Um professor de Ciências/ Biologia que compara o tamanho de uma célula com um objeto conhecido pelos alunos, apresentando determinadas relações matemáticas, está lançando mão das analogias quantitativas.

Outras compreensões foram expressas pelos discentes na categoria ‘analogia enquanto recurso’. L11 compreende as analogias como recursos que aproximam o conteúdo do cotidiano do aluno. Entretanto, o licenciando não menciona que é um recurso didático. Segundo SOUZA (2007), um recurso didático é qualquer material usado para auxiliar o ensino e a aprendizagem do conteúdo proposto pelo professor. Portanto, um recurso didático está associado a um material concreto.

ALMEIDA, LORENCINI-JÚNIOR (2018), BOZELLI (2005, 2010) e FERRAZ, TERRAZZAN (2002) compreendem as analogias como recurso didático, mas não as caracterizam enquanto recurso físico e sim linguístico. Os autores assinalam que os professores da educação básica, por não compreendê-las como recurso didático, não planejam usá-las. Por consequência, também não as preveem nos seus planejamentos de aula e de ensino.

O planejamento didático para o ensino com analogias possibilita a ruptura do seu uso espontâneo e ao acaso. Para tanto, o conhecimento teórico sobre o tema é essencial. Há diferentes estratégias com as quais os professores podem se orientar para trabalhá-las em sala de aula. Dentre elas destacam-se o modelo *TWA- Teaching With Analogies* (Glynn, 1994) e o guia *FAR- focus-action-reflexion* (TREAGUST, HARRISSON, VENVILLE, 1998). Ambos, apesar das limitações, auxiliam o professor no planejamento didático. Se a espontaneidade permanece, corre-se o risco das analogias terem um efeito inverso, a saber, a incompreensão dos conceitos científicos trabalhados.

Para a questão intitulada ‘você se lembra de algum exemplo de analogia? Se sim, qual (is)?’ alguns exemplos apresentados pelos alunos são comumente encontrados em textos didáticos, como

a analogia mórula/amora: L7: “Sim, a comparação entre a amora e a mórula, o desenvolvimento fetal com um “enrolar de cordas”, entre outros”; L10: “No momento somente lembro das analogias que falamos na primeira aula (anemia falciforme/foice, amora/mórula...)”.

Apesar dos discentes não dizerem que os exemplos apontados provêm do livro didático, são comumente encontrados nesses materiais. ALMEIDA (2016) e FERRAZ (2006), ao investigarem a prática de docentes de Biologia identificaram as mesmas analogias nos discursos dos professores. Os dados reforçam a importância do livro didático para a ação docente já que, por vezes, é a principal fonte que o professor utiliza para estudar e lecionar. Não foi pretensão do estudo ampliar a discussão sobre a importância deste recurso, mas vale ressaltar que somente a analogia não garante a transmissão de todo o conhecimento necessário para a aprendizagem dos alunos.

Diversos pesquisadores no campo de analogias no ensino de Ciências reiteram o perigo do uso sistemático de analogias em livros didáticos (CURTIS, REIGELUTH, 1984; GLYNN, 1989; THIELE, TREAGUST, 1995). No ensino de Biologia ainda há poucos trabalhos com esse enfoque. Em âmbito nacional destacam-se os trabalhos de SANTOS, TERÁN, SILVA-FORBERG (2010) nominado ‘analogias em livros didáticos de Biologia no ensino de zoologia’ e de KALAMAR, MACHADO (2014) nominado ‘levantamento e classificação das analogias presentes em livros didáticos de biologia do ensino médio, com enfoque no tema genética’.

Contudo, as novas pesquisas precisam mostrar de que forma as analogias presentes nesses textos influenciam a prática docente. Indo além, precisam investigar as compreensões dos autores de livros didáticos sobre o tema. MOZZER, JUSTI (2015) mostram que há limitações na compreensão dos autores, uma vez que as analogias contidas nos livros geralmente são comparações de mera aparência, pois não explicam o mapeamento das similaridades e das diferenças entre a analogia e o conceito científico comparado.

Se os livros didáticos trazem apenas analogias simples, sem nenhum mapeamento de atributos entre o conceito análogo e o conceito alvo (FERRAZ, 2006), é provável que o professor que não teve discussões dessa natureza, em nenhum momento da sua formação, continue a usá-las em razão das analogias estendidas e enriquecidas.

Especificamente sobre analogias no ensino de Biologia L5, L11 e L12 dão outros exemplos além dos já retratados.

L5: Sim. “O brotamento de levedura visto ao microscópio é semelhante ao “broto” de cacto, daqueles que nossa avó tem em casa”; “a fita de DNA parece uma escada retorcida”. “o paramecium sp. tem formato de chinelo, só que com pelos (cílios)”; “ O mundo é como se fosse uma bola”.

L11: Sim. O filo dos artrópodes são todos aqueles animais que quando você pisa faz “crack”! P. S.: Horrível.

L12: A seleção natural como uma porta: critério seleção tamanho.

O discente L8 se apropria de uma analogia relacionada à área da Física enquanto que L13 recorre à área da Química.

L8: Força eletromagnética e força gravitacional.

L13: Sim, comparar o átomo a um pudim de passas.

Lembrar-se de exemplos de outras áreas do conhecimento poderia causar algum estranhamento, pois os discentes cursavam Ciências Biológicas. No entanto, eles também atuarão como professores da disciplina de Ciências que aborda conhecimentos relacionados à Física e à Química. Por isso, os discentes se apropriam das analogias presentes nessas áreas.

Não foi objetivo do estudo analisar se os exemplos de analogias apresentados pelos discentes são, de fato, analogias ou outro tipo de similaridade. Para isso, seria necessário ter realizado outros tipos de indagações, pedindo para que justificassem o porquê consideram o exemplo dado uma

analogia. Mas, algumas inferências, ainda que de forma limitada, são possíveis de serem realizadas. Quando L5 utiliza as expressões ‘parece’ e ‘como’ ele traz um elemento importante de diferenciação das analogias com outras formas de comparação, a explicitação. Uma analogia só é considerada como tal se as relações de similaridade forem explícitas. As expressões enunciadas por L5 indicam uma possível relação analógica. Porém, esse não é o único critério a ser considerado. Um segundo critério, já referido, é que os conceitos comparados pertençam a domínios diferentes.

O exemplo apresentado por L11 não satisfaz a nenhum dos dois critérios mencionados anteriormente. A comparação realizada não relaciona nenhum atributo qualitativo (forma/função/cor/tamanho) ou quantitativo (proporção/número). O critério atribuído pelo aluno para classificar os artrópodes também é inadequado, pois não foi orientado pela classificação sistemática e/ou taxonomia filogenética da Biologia.

Já o exemplo dado por L13 é de uso recorrente nas aulas de Química. Nos estudos de MONTEIRO, JUSTI (2000) e SOUZA, JUSTI, FERREIRA (2006) tanto os estudantes quanto os autores de livros didáticos mapearam incorretamente os domínios alvo (elétrons) e análogo (passas). Além disso, esses estudos indicam que os alunos recebem pouco auxílio dos seus professores para o mapeamento das similaridades.

Outros licenciandos, assim como no estudo de RIGOLON (2008), compreendem as analogias a partir das teorias evolucionistas ao relacionarem o termo ‘analogia’ à ‘órgãos análogos’:

L1: Nossos pés e as nadadeiras de um peixe servem como locomoção.

L2: [...] na própria biologia comparativa quando se refere à órgão análogo.

L3: É a explicação de algo que pode ser semelhante que desempenha uma função parecida, por exemplo “a nadadeira e a asa”.

L6: [...] comparação das asas com nadadeira etc., [...].

O conceito de homologia, para a biologia evolutiva, está relacionado às estruturas do corpo de um animal que se originam de estruturas já existentes em um ancestral comum, podendo ou não estarem modificadas para exercerem a mesma função (AMORIM, 2002). Um exemplo de homologia são os ossos dos braços dos seres humanos, dos membros anteriores dos cavalos e das asas dos morcegos.

Já o conceito de analogia diz respeito aos caracteres que se assemelham por exercerem a mesma função. No entanto, não derivam de modificações de estruturas semelhantes, sendo parecidas na função, como as asas dos insetos e as asas das aves (AMORIM, 2002). O exemplo de analogia atribuído por L3, associado ao processo evolutivo, trata-se de uma homologia e não de uma analogia. Segundo RIGOLON (2008), é comum a ausência da concepção Didática de analogia entre os licenciandos. Por isso, as concepções relacionadas à Evolução são tão presentes nos discursos dos discentes.

A terceira pergunta buscou compreender se os licenciandos utilizam as analogias para fazer explicações e em quais momentos. Diversas respostas foram obtidas, categorizadas e alocadas no quadro 2.

As unidades de registro da categoria nominada ‘Não utiliza, não recorda ou utiliza pouco’ exemplificam os discursos dos discentes que pouco recorrem ao uso de analogias para ensinar conceitos de Ciências ou Biologia. Usar analogias faz parte do pensamento e da cognição humana (DUARTE, 2005; MOZZER, JUSTI, 2015). Ao dizer que não se recordam ou que não usam analogias os alunos podem não as reconhecer como tal. Essa premissa é corroborada quando os discentes as confundem com os exemplos.

Na categoria ‘Conceitos/ conteúdos difíceis ou novos’ foram reunidas as respostas dos licenciandos que usam as analogias quando precisam introduzir um novo assunto ou quando esse é de difícil explicação. Além disso, os licenciandos L1 e L4 acreditam que o uso de analogias contribui para o processo de compreensão do conteúdo/conceitos científicos pelos alunos.

**Quadro 2.** Momentos que levam os alunos a utilizarem analogias.

<b>Categorias</b>	<b>Unidade de registro (UR)</b>
Não utiliza, não recorda ou utiliza pouco	L8: Das aulas que dei até então não me recordo de utilizar analogias. L10: Não costumo utilizar muito analogia. O último que lembro foi de comparar uma floresta como o corpo humano em um curso que facilitei. L13 [...] utilizava bastante, hoje em dia sou mais atencioso para usá-las, pois acredito que muitas podem gerar interpretações errôneas.
Conceitos/ conteúdos difíceis ou novos	L2: Sim, quando alguém não entende o que eu quero dizer tento mudar o exemplo para que a pessoa entenda. L5: Sim, normalmente quando falo de assuntos que as outras pessoas não conhecem e/ou não entendem. L9: Sim, no momento onde o aluno apresenta dificuldades de entendimento do conteúdo tratado, assim tentando facilitar o entendimento. L11: Alguma vez, mas só a utilizo quando percebo que os alunos não entenderam.
Assunto abstrato	L3: Quando quero explicar algo “abstrato” tento usar exemplos para tal.
Explicação de um assunto	L1: Em momentos que quero explicar algo, e com analogia fica mais compreensível. L6: Não gosto, mas às vezes quando sai é explicando em determinado assunto. L7: [...] geralmente durante a explicação ou quando algum aluno pede exemplos ou para explicar novamente.

**Fonte:** o autor.

Ao entrevistar um professor de Biologia da educação básica ALMEIDA, LORENCINI-JÚNIOR (2018) observaram um raciocínio semelhante ao apresentado pelos licenciandos. As professoras entrevistadas por FERRAZ (2006) também exprimiram ideias parecidas de que as analogias contribuem para a compreensão dos alunos. Esses estudos indicam que é comum o uso de analogias por professores no intuito de facilitar a aprendizagem em sala de aula. A facilitação decorre do fato da analogia permitir a transferência de um ou mais atributos do conceito familiar (análogo) para o conceito não familiar (alvo).

A partir da análise das UR dessa categoria é possível inferir, ainda que pontualmente, que os licenciandos preocupam-se com o uso do recurso para a aprendizagem. Os seus relatos corroboram com a ideia de que as analogias são enunciadas em determinados momentos. Ao perceberem que a primeira tentativa de explicação não foi compreendida pelos alunos, relatos de L2, L5 e L9, os licenciandos abrem mão das analogias para uma segunda tentativa. Como apontado por ALMEIDA,

LORENCINI-JÚNIOR (2018), o uso de analogias é um esforço do professor para explicar um conceito/ conteúdo que não foi compreendido apenas pelo uso da linguagem científica.

Para L5 as analogias são usadas normalmente quando ele fala “[...] de assuntos que as outras pessoas não conhecem [...]”. As analogias, enquanto forma de linguagem, são essenciais no estabelecimento da comunicação entre quem emite uma mensagem e quem a recebe. Na fala de L5 evidencia-se que a introdução de novos assuntos pode vir acompanhada pelo uso de analogias, estando estas diretamente relacionadas às experiências de cada indivíduo. Deste modo, o novo assunto poderá ser trabalhado à medida que o receptor compreenda a mensagem que lhe foi transmitida.

O uso de analogias não é exclusivo do ensino de Biologia. Contudo, o objeto de estudo dessa disciplina, a vida e as suas inter-relações com o meio, indica o porquê dessa apropriação por essa área. Segundo SÁ *et al.* (2010), há três níveis de representação do conhecimento biológico: o macroscópico,



o submicroscópico e o simbólico. Muitos conhecimentos da Biologia situam-se no nível submicroscópico, sendo difícil para o aluno em sala de aula visualizar determinadas estruturas, processos e fenômenos. O uso de diversas estratégias pelos professores é essencial nesse momento. Vídeos, imagens, analogias, experimentos, entre outros, auxiliam no processo de construção da representação do fenômeno estudado.

Quando usadas de forma adequada essas estratégias/recursos aproximam o aluno da realidade, pois o fenômeno passa a ser representado de diversas formas. Quanto mais próximo o conhecimento trabalhado pelo professor estiver do nível submicroscópico, maior a probabilidade dele utilizar uma analogia.

Uma resposta foi alocada na categoria 'Assunto abstrato'. L3 afirma que usa analogias quando quer explicar algo abstrato. Esta prática é recorrente na fala de muitos professores. MEKSENAS (1992) observou que os professores atribuem conotações negativas aos conceitos abstratos. Para eles, o abstrato está distante da realidade, pertencendo ao imaginável.

Segundo SÁ *et al.* (2010), os conceitos abstratos na Biologia estão no nível da representação submicroscópica. Os fenômenos nesse nível ocorrem naturalmente e são reais, porém, acontecem numa realidade que não é percebida pelos órgãos sensoriais. Para tornar um conhecimento científico mais concreto, o professor utiliza diversas analogias. Segundo ALMEIDA (2016), quando o professor utiliza desse recurso, em sala de aula, possibilita que a transposição didática aconteça. Um conhecimento mais elaborado é simplificado no intuito de se tornar mais concreto e tangível para o aluno.

Outras pesquisas (BOZELLI, 2005, 2010; DUARTE, 2005; FABIÃO, DUARTE, 2005; MOZZER, JUSTI, 2015, 2018) enfatizam que a analogia torna o conhecimento científico mais plausível. Os alunos passam a se interessar mais pelo assunto estudado, porque o professor trabalha com o que o aluno já sabe. Vale ressaltar que muitos conceitos abstratos da Ciência são comunicados por meio de analogias. O pensamento científico também é

elaborado com base no raciocínio analógico (HOFFMANN, 2012).

A última categoria foi nominada 'Explicação de um assunto' e teve três UR. L7 mencionou que usa analogias "[...] geralmente durante a explicação ou quando algum aluno pede exemplos ou para explicar novamente". O excerto traz, pelo menos, três discussões importantes. Quando L7 diz que é durante a explicação que faz uso de analogias, ele pode ter planejado ou não. Não é possível gerar conclusões profundas apenas com esta UR. No entanto, vale reforçar a importância do planejamento das analogias para evitar o reforço de concepções alternativas.

A segunda discussão que o excerto suscita é quando L7 diz que usa as analogias no momento que o aluno solicita exemplos. Como dito anteriormente, um exemplo se distingue de uma analogia por ilustrar um fenômeno. Os termos possuem diferentes significados e, por isso, são usados de diferentes formas pelos indivíduos para se comunicarem.

A terceira discussão decorre do fato de L7 reexplicar o conteúdo quando percebe a incompreensão dos alunos. Por não ter êxito na primeira tentativa de explicação, utilizando-se da linguagem científica, professores buscam outras alternativas para ensinar o conteúdo. A simplificação da linguagem é uma das primeiras ações, sendo tal processo elemento integrante da transposição didática (CHEVALLARD, 2005). As analogias participam dessa transposição, pois possibilitam uma maior compreensão do fenômeno trabalhado (ALMEIDA, 2016).

Apenas o licenciando L13 refletiu sobre as limitações do uso deste recurso quando disse que as analogias podem causar interpretações erradas. Anteriormente foi apontado, com base no estudo de DUARTE (2005), diversas desvantagens decorrentes do uso de analogias sem planejamento prévio. É por todas aquelas implicações que se faz a defesa de um processo de reflexão para a sua planificação.

A última questão questionava se uma analogia tem o mesmo significado de uma metáfora. As respostas foram categorizadas e estão descritas no quadro 3.

**Quadro 3.** Concepções dos discentes sobre as diferenças entre analogias e metáforas.

<b>Categorias</b>	<b>Unidade de registro (UR)</b>
Não consegue diferenciar	L3: Acredito que são semelhantes, porém não sei diferenciá-los.
Metáforas enquanto recurso poético	L7: [...] a metáfora tem papel poético, lírico. L8: A metáfora é mais lúdica e envolve sentimentos (doce de pessoa), a analogia é mais concreta. L13: Para mim ambas são comparações, entretanto metáfora é vista como algo mais livre e poético enquanto analogia é algo mais restrito.
Metáfora enquanto comparação implícita	L10: Na metáfora você assume que algo é alguma coisa. A comparação é implícita. Na analogia a comparação é explícita como o uso de “como”, “parecido”, “tal que”. L12: Acredito que a metáfora carregue um caráter mais simbólico, não explícito.
Imprecisão na diferenciação	L4: [...] Analogia tem, para mim, um sentido de comparação, já a metáfora pode não dar o mesmo sentido de interpretação, mas acho possível se utilizar de metáforas em alguns casos. L6: Analogia seria parecida, e metáfora seria uma comparação diferente, mas com a mesma prática de ação. L 11: [...] analogia é algo que se assemelha com a questão por imagem ou função, já a metáfora nem sempre tem essa semelhança tão visível.

**Fonte:** o autor.

Todos os alunos, com exceção de L3, acreditam que os termos não possuem o mesmo significado. Apesar de L3 afirmar que os termos são semelhantes ele não consegue diferenciá-los. Esse aluno foi o único, dos 13 participantes da pesquisa, que não respondeu à terceira pergunta. Portanto, não trouxe nenhum exemplo de analogia. A sua resposta dada para a primeira pergunta foi enquadrada na categoria ‘sem definição clara’.

Quatro alunos, L7, L8, L12 e L13, diferenciam uma analogia de uma metáfora por ter um caráter poético. Segundo DUARTE (2005), as teorias sobre metáforas surgiram na Grécia clássica, sendo atribuídas a Aristóteles o seu aparecimento. Possuíam, naquele contexto, uma função estética cujo intuito era refletir um modo original de ver o mundo. No entanto, as metáforas não se diferenciam das analogias apenas pelo seu caráter poético, como apontado pelos licenciandos.

Para MOZZER, JUSTI (2015), assim como as analogias, as metáforas são comparações entre dois domínios. Contudo, nas metáforas a comparação é implícita e os atributos comparados não se coincidem nos dois domínios. Nesse tipo de comparação as relações de similaridades não estão explícitas,

pois subentende-se que o emissor e o receptor da mensagem conheçam a relação estabelecida. Além disso, as palavras são empregadas no sentido figurado, diferente do seu significado real.

Uma forma de reconhecer uma analogia é observar se na comparação das relações há conectivos de comparação. Estes são palavras, expressões que ligam o conceito análogo ao conceito alvo. Exemplos: como, parece, semelhante, tal que, parecido, se assemelha, lembra, dentre outros.

As concepções de dois alunos, L10 e L11, se aproximam das definições de metáforas e analogias encontradas na literatura, como mencionado anteriormente. As UR encontram-se na categoria ‘Metáfora enquanto comparação implícita’. Ambos os alunos atribuem às metáforas o caráter de comparação implícita. Apesar de haver uma confusão na fala de L10 quando o mesmo afirmou que uma metáfora “[...] assume que algo é alguma coisa”, o discente apresenta uma característica importante que diferencia uma analogia de uma metáfora: o uso dos conectivos.

Na categoria intitulada ‘imprecisão na diferenciação’, as respostas dos licenciandos L2, L4, L6 e L11 são permeadas de explicações confusas. Como

mencionado por OLIVA (2008), um dos saberes a serem apropriados pelo professor de Ciências, em relação ao trabalho com analogias, é saber diferenciá-las de outras comparações (modelos e as metáforas, por exemplo). MOZZER, JUSTI (2015) consideram que saber diferenciar uma analogia de outras formas de comparação auxilia professores e alunos a compreenderem o papel das analogias para o ensino de Ciências e para a construção do pensamento científico (Ciência). Assim, entenderão que, apesar de fazer parte da cognição humana, o pensamento analógico é construído.

### 3. Considerações finais

A literatura sobre o ensino de Ciências com analogias apresenta diversas linhas de pesquisa. Dentre elas, destaca-se a formação de professores. Os docentes são elementos-chave quanto ao processo de ensino e de aprendizagem, inclusive quando pensam sobre o uso de analogias em sala de aula. Deste modo, o estudo objetivou investigar as concepções que licenciandos de dois cursos de Ciências Biológicas possuem sobre a temática.

Para atender aos objetivos elaborados foram realizadas quatro perguntas aos licenciandos. Três delas foram categorizadas com base nas falas dos alunos, compondo as unidades de registro. Por meio das respostas foi possível inferir que há uma amplitude de concepções sobre o termo 'analogia'. Muitos alunos associam as analogias às teorias evolucionistas, o que indica uma pouca ou nenhuma compreensão das analogias enquanto recurso de ensino. Ao serem questionados sobre exemplos de analogias, alguns alunos mantiveram as associações com as teorias evolucionistas. No entanto, houve menção a exemplos de outras áreas do conhecimento, como a Física e a Química. É recorrente, também, o emprego de analogias presentes no livro didático.

Para a pergunta sobre os momentos que utilizam as analogias para realizarem explicações, alguns licenciandos mencionaram que não as usavam, usavam pouco ou que não se recordavam. Em síntese, os discentes recorrem às analogias para: facilitar a

compreensão; introduzir um novo assunto; trabalhar com conceitos abstratos; quando os alunos não entendem o que é explicado; ou para exemplificação. Essa diversidade de motivos indica que a analogia tem um papel importante no processo de ensino e de aprendizagem dos conhecimentos científicos. Outro resultado obtido com base no discurso dos licenciandos é a confusão quanto à diferenciação entre analogias, metáforas, exemplos e outros recursos comparativos. Apesar de responderem que as analogias e as metáforas não possuem o mesmo significado, quando tentaram diferenciá-las, a limitação do conhecimento teórico sobre o tema se expressou.

O presente estudo possibilita algumas reflexões para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia. Saber diferenciar uma analogia de outro tipo de comparação é essencial para um primeiro movimento de apropriação com esse referencial teórico. Os demais saberes poderão ser trabalhados na sequência. As dificuldades e as limitações apresentadas pelos discentes estão diretamente relacionadas à pouca ou nenhuma disciplina em sua formação que contemple, efetivamente, discussões desta natureza. Na sala de aula os professores são sempre surpreendidos com perguntas que não estavam preparados para responderem. Para evitar o excesso de analogias espontâneas é necessário um trabalho contínuo desde a formação inicial até a formação continuada. A espontaneidade, assim, poderá ser superada por constantes processos de reflexão sobre a própria prática.

### 4. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, H. A. **As analogias utilizadas por professores de Biologia como elementos da transposição didática**. 197 p. Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.
- ALMEIDA, H. A.; LORENCINI-JÚNIOR, A. As concepções de um professor de Biologia quanto ao uso de analogias na prática docente. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 173-194, mai./ago. 2018.

- AMORIM, D. S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Holos Editora. Ribeirão Preto: Brasil. 2002.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. ANTERO RETO L.; PINHEIRO, A. Edições 70. Lisboa: Portugal. 2010.
- BOZELLI, F. C. **Analogias e metáforas no Ensino de Física: o discurso do professor e o Discurso do aluno**. 234 p. Mestrado em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, 2005.
- BOZELLI, F. C. **Saberes docentes mobilizados em contextos interativos discursivos de Ensino de Física envolvendo analogias**. 258 p. Doutorado em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. Interações discursivas e o uso de analogias no ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, pp. 81-107. 2012.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado**. 3. ed. Aique Grupo Editor. Buenos Aires: Argentina. 2005.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, Amsterdam: Elsevier Science Publishers, v. 13, pp. 99-117. 1984.
- DUARTE, M.C. Analogias na Educação em Ciências Contributos e Desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, pp. 7-29. 2005.
- DUIT, R. On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, New Jersey, v. 75, n. 6, pp. 649-672. 1991.
- FABIÃO, L. S.; DUARTE, M. C. Dificuldades de produção e exploração de analogias: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 4, n. 1. pp. 1-17. 2005.
- FARIAS, M. E.; BANDEIRA, K. S. O uso das analogias no ensino de ciências e de biologia. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 2, n. 3, pp. 60-71. 2009.
- FERRAZ, D. F. **O uso de analogias como recurso didático por professores e biologia no ensino médio**. Edunioeste. Cascavel: Brasil. 2006.
- FERRAZ, D. F; TERRAZZAN, E. A. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, pp. 1-15, dez. 2002.
- FREITAS, L. P. S. R. de. **O uso de analogias no ensino da química; uma análise das concepções de licenciandos do curso de química da UFRPE**. 197 p. Mestrado em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, B. M. **Las analogías en el proceso enseñanza – aprendizaje de las ciencias de la naturaleza**. 650 p. Doutorado em Didática das Ciências Experimentais, Universidad de La Laguna, La Laguna, 2002.
- GLYNN, S. M. The Teaching with analogies model. In: **Childrens comprehension of text**. International Reading Association. Newark. 1989. pp. 185-204.
- GLYNN, S. M. **Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors**. National Reading Research Center. Washington. 1994. pp. 9-34.
- HOFFMANN, M. B. **Analogias e metáforas no ensino de biologia: um panorama da produção acadêmica brasileira**. 190 p. Mestrado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- KALAMAR, L.; MACHADO, C. J. Levantamento e classificação das analogias presentes em livros didáticos de Biologia do ensino médio, com enfoque no tema genética. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 7, n. 3, pp. 30-49. 2014.
- LARA, M. S.; GÓIS, J. Concepções de analogias no ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, Salvador. *Anais...* ENEQ. 2012.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. EPU. São Paulo: Brasil. 2013.

- MEKSENAS, P. As noções de concreto e abstrato: sua relação com as práticas de ensino. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v. 18, n. 1, pp. 92-98. 1992.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, pp. 48-79. 2000.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. A elaboração de analogias como um processo que favorece a expressão de concepções de professores de Química. **Educación Química**, Cidade do México, n. 24, pp. 163-173. 2013.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. “Nem tudo que reluz é ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, pp. 123-147. 2015.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Modelagem analógica no ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, pp. 155-182. 2018.
- OLIVA, J. M. Qué conocimientos profesionales deberíamos tener los profesores de Ciencias sobre el uso de analogías. **Rev. Eureka Enseñanza Divulgación Ciencias**, Cádiz, v. 5, n. 1, pp. 15-28. 2008.
- OLIVEIRA, T. M. A.; MOZZER, N. B. Análise dos conhecimentos declarativo e procedimental de futuros professores de química sobre analogias. **Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, pp. 1-24. 2017.
- RIGOLON, R. G. **O conceito e o uso de analogias como recurso didático por licenciandos de Biologia**. 132 p. Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino da Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- RIGOLON, R. G. As analogias quantitativas e a nova classificação pela natureza da relação analógica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindoia. *Anais...* ABRAPEC, 2013.
- RIGOLON, R. G. **Analogias quantitativas como estratégia didática na formação inicial de professores de Biologia e Física**. 365 p. Doutorado em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.
- RIGOLON, R. G.; OBARA, A. T. Distinção entre analogia e metáfora para aplicação do modelo Teaching with analogies por licenciandos de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 10, n. 3, pp. 481-498. 2011.
- SANTOS, F. A.; SANTANA, I. C. H. Investigando as pesquisas sobre analogias: o que mostram os anais dos encontros de ensino de ciências? **Educação**, Santa Maria, v. 43, n. 4, pp. 757-772, out/dez. 2018.
- SANTOS, S. C. S.; TÉRAN, A. F.; SILVA-FORSBERG, M. C. Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, pp. 591-603. 2010.
- SÁ, R. G. B., *et al.* Conceitos abstratos: um estudo no ensino da Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 3, São Paulo. *Anais...* ENEBIO, 2010.
- SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: “Infância e Práticas Educativas”. **Arq Mudi**. 2007.
- SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R.; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, pp. 7-28. 2006.
- THIELE, R.; TREAGUST, D. Analogies in chemistry textbooks. **Internacional Journal of Science Education**, London, v. 17, n. 6, pp. 783-795. 1995.
- TREAGUST, D. F.; HARRISON, A. G.; VENVILLE, G. J. Teaching Science Effectively With analogies: An Approach for Preservice and in Service Teacher Education. **Journal of Science Teacher Education**, London, v. 9, n. 2, pp. 85-101. 1998.





## A COMUNIDADE AUTORREFLEXIVA NA CONSTITUIÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE PROFESSOR PELA INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO

### THE SELF-REFLECTIVE COMMUNITY IN THE CONSOLIDATION OF TEACHERS' KNOWLEDGE THROUGH RESEARCH-EDUCATION-ACTION

## LA COMUNIDAD AUTORREFLEXIVA EN LA CONFORMACIÓN DE CONOCIMIENTOS DEL PROFESOR MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN-FORMACIÓN-ACCIÓN

Paula Vanessa Bervian\* , María Cristina Pansera-de-Araújo\*\* 

Cómo citar este artículo: Bervian, P.V. y Pansera-de-Araújo, M.C. (2020). A comunidade autorreflexiva na constituição dos conhecimentos de professor pela investigação-formação-ação. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 118-134. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14467>

#### Resumo

A construção de comunidades autorreflexivas articuladoras de professores em formação inicial e continuada para o estudo das Tecnologias da Informação e Comunicação provoca movimento profissional docente relevante. Investigamos indícios de elementos estruturantes, como a disposição pessoal, interposição profissional, composição pedagógica, recomposição investigativa e exposição pública, de uma comunidade autorreflexiva, por meio da investigação-formação-ação na constituição dos conhecimentos de professores de ciências. Isto numa relação dialética, que desencadeou a autotransformação dos envolvidos relacionada ao trabalho e à identidade docente. Para tanto, no segundo semestre de 2017, foram realizados e, posteriormente, analisados nove encontros de investigação-formação-ação do grupo de professores de ciências (licenciandos e professores da Educação Básica e Superior), mediados pelas tecnologias da informação e comunicação. Todos os encontros foram áudio-gravados, transcritos e analisados. Utilizamos a análise textual discursiva e o software Atlas. Ti 8 para a sistematização e interpretação dos dados. A comunidade autorreflexiva no seu processo evidenciou as inter-relações entre os elementos estruturantes, na sua constituição profissional.

**Palavras-chave:** ensino de ciências, formação de professores, pesquisa qualitativa.

Recibido: 18 de febrero de 2019; aprobado: 23 de mayo de 2019

\* Mestre em Biologia. Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Rio Grande do Sul, Brasil. Doutoranda no Programa de Educação nas Ciências da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Correio eletrônico: paulavanessabervian@gmail.com

\*\* Doutora em Genética e Biologia Molecular. Professora da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Correio eletrônico: pansera95@gmail.com

## Abstract

The formation of articulating self-reflective communities of teachers in both initial and continuous education, for the study of information and communication technologies, has produced a relevant teaching professional movement. We investigate the indications of structuring elements such as personal disposition, professional interposition, pedagogical composition, research re-composition, and public exposition of a self-reflective community, through research-education-action in the consolidation of science teachers' knowledge. This is a dialectical relationship which triggered the self-transformation of those involved related to work and teacher identity. For that, in the second half of 2017, nine research-education-action meetings of a group of science teachers (undergraduate students and teachers of basic and higher education) were mediated by information technology and communication. All the meetings were audio-recorded, transcribed, and analyzed. We used discursive textual analysis and the software Atlas. Ti 8 for data systematization and interpretation. In its process, the self-reflexive community evidenced relationships between the structuring elements in their professional development.

**Keywords:** Science education, Teacher's education, Qualitative research.

## Resumen

La construcción de comunidades autorreflexivas articuladoras de profesores en formación inicial y continuada, para el estudio de las tecnologías de la información y comunicación, produce un movimiento profesional docente relevante. Investigamos indicios de elementos estructurantes, como la disposición personal, interposición profesional, composición pedagógica, recomposición investigativa y exposición pública, de una comunidad autorreflexiva, mediante la investigación-formación-acción en la constitución de los conocimientos de profesores de ciencias. Esto en una relación dialéctica, que desencadenó la autotransformación de los involucrados relacionada con el trabajo y la identidad docente. Para ello, en el segundo semestre de 2017 se realizaron y posteriormente analizaron nueve encuentros de investigación-formación-acción del grupo de profesores de ciencias (estudiantes de licenciatura, profesores de la educación básica y superior), mediados por las tecnologías de la información y comunicación. Todos los encuentros fueron audiograbados, transcritos y analizados. Utilizamos el análisis textual discursivo y el *software Atlas. Ti 8* para la sistematización e interpretación de los datos. La comunidad autorreflexiva en su proceso evidenció las interrelaciones entre los elementos estructurantes, en su desarrollo profesional.

**Palabras clave:** enseñanza de ciencias, formación docente, investigación cualitativa.



## 1. Introdução

As comunidades autorreflexivas possuem elementos estruturantes, que fundamentam a profissão do professor, e necessitam ser acompanhados pela investigação para sua identificação. Neste artigo, abordaremos o papel da comunidade autorreflexiva na constituição dos conhecimentos de professor de ciências pela via da investigação-formação-ação (IFA), proposta por GÜLLICH (2012). Nosso coletivo foi formado pelos três grupos de sujeitos, em formação inicial e continuada: licenciandos, professores da Educação Básica e Superior, numa tríade de interação<sup>1</sup> (ZANON, 2003).

A formação docente em processos de interação nas comunidades autorreflexivas favorece o desenvolvimento dos conhecimentos necessários para a atuação profissional. Tendo em vista a complexidade e diversidade dos conhecimentos necessários para a profissão e ao considerarmos que “o desenvolvimento destes [conhecimentos dos professores] percorre diferentes caminhos, sendo notório que cada profissional possui e desenvolve conhecimentos particulares, característicos não apenas de sua formação acadêmica, mas também de sua experiência de vida, profissional, afetiva, cultural e social.” (GIROTTTO JÚNIOR, DE PAULA, MATAZO, 2019 p. 38)

Neste sentido, argumentamos que cinco elementos estruturam uma comunidade autorreflexiva: *disposição pessoal, interposição profissional, composição pedagógica, recomposição investigativa e exposição pública*. Estes foram propostos por NÓVOA (2017) como constituintes da formação profissional dos professores visando a uma formação no contexto da profissão.

Assumimos que uma comunidade autorreflexiva, organizada pela via da IFA crítica, se fundamenta nos cinco elementos citados e possibilita “[...] a transformação da ação por meio da autotransformação da ação crítica dos praticantes” (CARR, KEMMIS, 1988 p. 209). No espaço de reflexão como processo coletivo (ZEICHNER, 2008), articulam-se as fontes

das categorias de ensino, propiciando a constituição de conhecimentos de professor (SHULMAN, 2014). Neste contexto, a pesquisa visou identificar se os cinco elementos citados por NÓVOA (2017) estruturam uma comunidade autorreflexiva, contribuindo para a constituição do conhecimento dos professores de ciências no uso das TIC, como ferramentas de desenvolvimento cognitivo (CANDELA RODRÍGUEZ, 2019; SANHUEZA *et al.*, 2018).

## 2. Pressupostos teóricos: breve fundamentação

CARR, KEMMIS (1988) 2 contribuem com a perspectiva crítica:

a investigação-ação (action research) é, basicamente, uma forma de indagação autorreflexiva que os participantes empreendem em situações sociais, a fim de melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas, sua compreensão sobre elas e as situações dentro das quais elas ocorrem. (CARR, KEMMIS, 1988 p. 174 [tradução nossa] [grifos dos autores])

O caráter cíclico da investigação-ação (IA) é fundamentado no diálogo entre teoria e ação concreta, tendo como proposição a racionalidade dialética, que pressupõe o ensino como um processo de investigação contínua, em interação humana e intervenção social, que potencializa a compreensão sobre o trabalho, os conhecimentos e as práticas pedagógicas dos professores (CARR, KEMMIS, 1988). Conforme os autores, as comunidades autorreflexivas e a concepção de professor pesquisador são inerentes às propostas de IA. Por isso, é primordial a presença do professor na constituição das teorias educativas.

A fundamentação teórica ainda está ancorada em GÜLLICH (2012); MISHRA, KOEHLER (2006); NÓVOA (2009, 2012, 2017); SHULMAN (2014);

2 Texto original: La investigación-acción (action research) es, sencillamente, una forma de indagación autorreflexiva que emprenden los participantes en situaciones sociales en orden a mejorar la racionalidad y la justicia de sus propias prácticas, su entendimiento de las mismas y las situaciones dentro de las cuales ellas tienen lugar (Carr, Kemmis, 1988 p. 174 [grifos dos autores]).

1 A interação entre os três sujeitos professores constitui o módulo triádico de ZANON (2003).



ZEICHNER (2008) (Figura 1). Consideramos que as contribuições de cada um dos autores estão inter-relacionadas, constituindo uma abordagem inovadora desta proposição. Os processos constitutivos da profissão docente são interativos, cíclicos em movimentos prospectivos e retrospectivos desencadeados num processo de reflexão coletiva. A IFA é desenvolvida pela racionalidade dialética na comunidade autorreflexiva, na qual os participantes problematizam questões relacionadas à constituição dos conhecimentos necessários para o trabalho e formação docente. Nesta pesquisa, os participantes refletiram sobre o papel das tecnologias da informação e comunicação (TIC), na formação e constituição de professores de ciências. O processo constitutivo visou a (trans) formação dos participantes em professores-pesquisadores, ao longo das reflexões propiciadas por espirais, ciclos autorreflexivos e (re) significações de questões do profissional docente. Os elementos constitutivos da profissão não são desenvolvidos de maneira isolada, são inter-relacionados e (re) significados ao longo do processo formativo e da atuação profissional. Por isso, a importância da construção de comunidades autorreflexivas que envolvam princípios relacionados a: partilha, pessoa, práticas, profissão e público<sup>3</sup>.

O professor como pesquisador da sua prática, mobilizado por questionamentos sistemáticos e autorreflexivos, transforma a pesquisa educativa pela interlocução de uma teoria pedagógica fortemente movida pelos conhecimentos, pela formação e as práticas pedagógicas dos professores (CARR, KEMMIS, 1988). Essa perspectiva da pesquisa, defendida pelos autores, pode conduzir a uma inovação intelectual, que poderá ser capaz de exigir uma mudança social, a qual está atrelada à concepção de professor-pesquisador, que, ao investigar sua própria atuação, se desenvolve profissionalmente.

A comunidade autorreflexiva estabelecida na investigação-ação não se preocupa apenas em transformar sua própria situação, pois também é forçada

<sup>3</sup> Denominados por NÓVOA (2009, 2012) como os cinco P's da formação de professores.

a enfrentar as limitações não-educacionais impostas à educação. Essa dialética entre os aspectos educativos e não-educacionais fixa a atenção do grupo na educação entendida em sua totalidade e em suas relações com aquela parte da estrutura social que está além da educação. Assim, o grupo é convidado a considerar, não apenas o domínio de sua própria ação, mas também o da ação educacional como parte de um domínio social mais amplo. Se convidada a considerar a educação como um todo, para apreender a necessidade geral de reforma educacional na sociedade. Não é unicamente um processo que reflete a história ou reage a ela, mas postula uma profissão formada por pesquisadores educacionais ativos que se consideram como agentes da história e tem o dever de expressar através de sua própria ação considerando seus julgamentos práticos sobre as mudanças necessárias na educação: isto é, através da sua praxis. (CARR, KEMMIS, 1988 p. 220 [tradução nossa] [grifos dos autores])<sup>4</sup>

A concepção de professor-pesquisador da IA crítica está em consonância com aquela de professor reflexivo proposta por ZEICHNER (2008). Conforme o autor, o sentido da prática reflexiva refere-se às ações intencionais de professor que deseja pensar as dimensões sociais e políticas da educação, no contexto em que está inserido.

Segundo GÜLLICH (2013), a IA pode ser aprofundada conceitualmente pela reflexão em processos

<sup>4</sup> Texto original: La comunidad autorreflexiva establecida en la investigación-acción no se ocupa únicamente de transformar su propia situación, ya que se ve asimismo forzada a enfrentarse con las limitaciones no educacionales impuestas a la educación. Esta dialéctica entre lo educacional y lo no educacional fija la atención del grupo en la educación entendida en su totalidad y en sus relaciones con aquella parte de la estructura social que está más allá de la educación. Así, el grupo queda invitado a considerar, no solo el dominio de su propia acción, sino también el de la acción educativa como parte de un dominio social más amplio. Se le invita a considerar la educación en su totalidad, para aprehender de ello la necesidad general de la reforma educativa en la sociedad. No es únicamente un proceso que refleje la historia o reaccione ante ella, sino que postula una profesión formada por investigadores educacionales activos que se contemplan a sí mismos como agentes de la historia y que tienen el deber de expresar mediante su propia acción considerada sus juicios prácticos acerca de los cambios necesarios en educación: es decir, mediante su *praxis* (CARR, KEMMIS, 1988, p. 220 [grifos dos autores]).

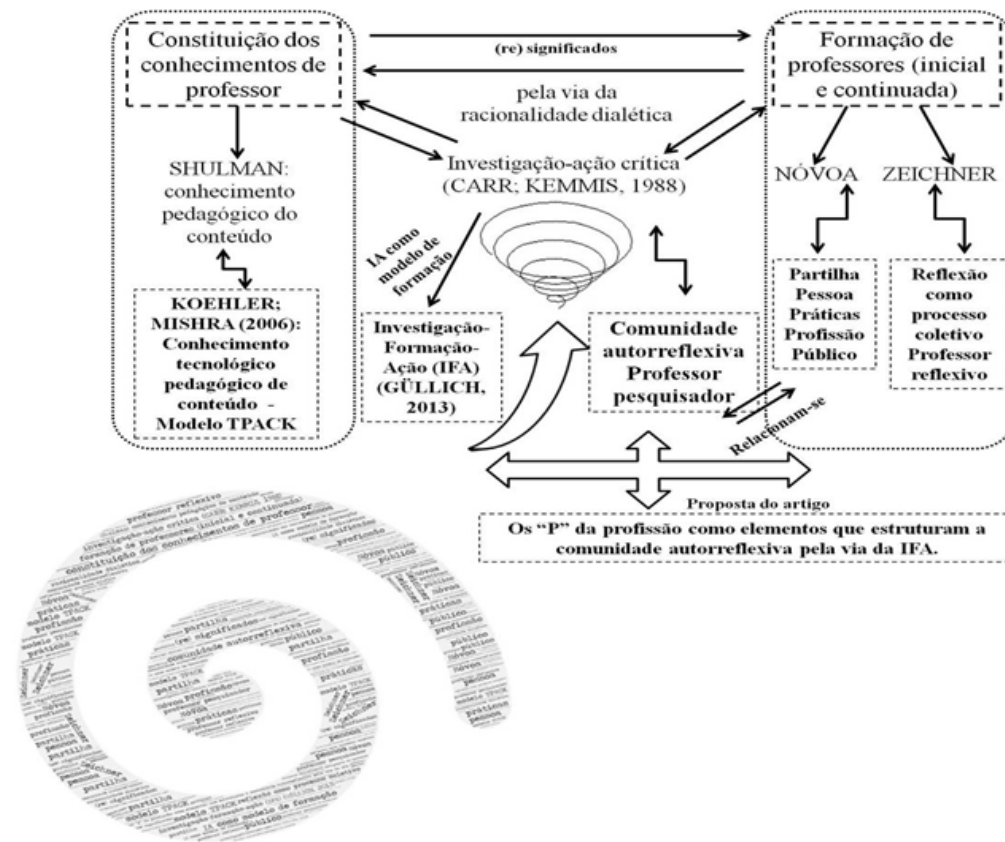


Figura 1. Pressupostos teóricos sobre conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo na formação docente.

Fonte: Proposta da pesquisa.

de formação de professores e propôs a sua resignificação como processo de IFA. Esta proposição de alargamento da IA crítica foi assumida em nossa investigação. Neste sentido, entendemos que as reflexões desencadeadas, nas comunidades autorreflexivas pela via da IFA, possuem importante papel na constituição dos conhecimentos, da identidade e do trabalho dos professores, pois concordamos com NÓVOA (2012), ao afirmar que

[...] é tão importante combater a ideia de que ensinar é uma tarefa fácil, ao alcance de qualquer um. Não estou a advogar que se complique, artificialmente, o que é simples. Julgo mesmo que muito arrazoado pedagógico é inútil e pernicioso. Os professores devem combater a dispersão e valorizar o seu próprio conhecimento profissional docente, construído a partir

de uma reflexão sobre a prática e de uma teorização da experiência. É no coração da profissão, no ensino e no trabalho escolar, que devemos centrar o nosso esforço de renovação da formação de professores e do trabalho pedagógico. (NÓVOA, 2012 p. 13)

Para um estatuto semelhante ao de outras profissões, NÓVOA (2009) afirma a necessidade de desenvolver a formação de professores articulada ao contexto concreto da escola, num processo de parceria entre professores da Educação Básica e Superior visando às melhorias almejadas. O autor considera que a formação de professores precisa se fundamentar nos seguintes aspectos:

- (i) estudo aprofundado de cada caso, sobretudo dos casos de insucesso escolar;
- (ii) análise colectiva

das práticas pedagógicas; (iii) obstinação e persistência profissional para responder às necessidades e anseios dos alunos; (iv) compromisso social e vontade de mudança. (NÓVOA, 2009 p. 18)

NÓVOA (2009) desenvolveu, com base no conceito de disposição, cinco posições que considera essenciais para a formação de professores “dentro” da profissão. Esses elementos também denominados como os cinco “P”, na formação de professores, são: i. *práticas* consideradas como componente prático, tendo a centralidade nas questões relacionadas à aprendizagem dos alunos e a reflexão sobre o contexto concreto, partindo do trabalho escolar; ii. *profissão* que constitui a formação baseada na aquisição da cultura profissional, no interior da profissão; iii. *pessoa* nas dimensões pessoais da profissão e a sua relação com o tato pedagógico; iv. *partilha* que valoriza o trabalho coletivo e os projetos educativos da escola e; v. *público* princípios de responsabilidade social, que propicia a comunicação e a participação no espaço público da educação.

Essa compreensão foi ampliada como proposta de formação de professores enfatizando a necessidade de uma formação profissional (NÓVOA, 2017) (Tabela 1).

Por isso, reafirmamos que, para o desenvolvimento de ações intencionadas na comunidade autorreflexiva, as cinco posições são elementos que promovem a constituição dos professores. Interrelacionadas à

perspectiva teórica formativa, no que se refere aos conhecimentos necessários para o desenvolvimento da profissão, partimos da compreensão da necessidade da integração curricular das TIC. Temos como pressuposto teórico o modelo TPACK<sup>5</sup>, que propõe a articulação dos conhecimentos tecnológicos com os demais conhecimentos necessários para o trabalho docente (MISHRA, KOEHLER, 2006). O modelo parte dos pressupostos de SHULMAN (2014) sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo, defendido como “[...] amálgama especial de conteúdo e pedagogia que é o terreno exclusivo dos professores, seu meio especial de compreensão profissional.” (SHULMAN, 2014 p. 206).

O modelo TPACK considera três dimensões necessárias para o desenvolvimento da profissão de professor: o conhecimento do conteúdo, em relação ao objeto que será ensinado e aprendido; o conhecimento pedagógico em relação às concepções teóricas aprofundadas, ao uso de metodologias e métodos no processo de ensino e aprendizagem, e o conhecimento tecnológico, em relação ao conhecimento de determinadas tecnologias (MISHRA, KOEHLER, 2006)<sup>6</sup>. Conforme os autores, estas três dimensões precisam ser articuladas e relacionam-se ao conhecimento pedagógico do conteúdo, conhecimento tecnológico de conteúdo, conhecimento

<sup>5</sup> Sigla em língua inglesa para *Technological Pedagogical Content Knowledge*.

<sup>6</sup> Tradução livre das autoras.

**Tabela 1.** Ampliação da proposta de formação de professores defendida por NÓVOA (2017).

Cinco posições para a formação profissional de professores				
Disposição pessoal: Como aprender a ser professor?	Interposição profissional: Como aprender a sentir como professor?	Composição pedagógica: Como aprender a agir como professor?	Recomposição investigativa: Como aprender a conhecer como professor?	Exposição pública: Como aprender a intervir como professor?
Disposição pessoal para a reflexão sobre a profissão docente.	Contato com a profissão e os conhecimentos de professor numa matriz coletiva.	Reflexão sobre o contexto concreto da profissão, estabelece o tato pedagógico.	Ênfase no trabalho coletivo, pela partilha.	A profissão não se restringe ao espaço educativo, continua no espaço público pela construção comum.

Fonte: Adaptado de NÓVOA (2017).

tecnológico pedagógico e, para chegar ao conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (TPACK), é essencial o reconhecimento das possibilidades de ensino e aprendizagem com as TIC, como constitutivas das metodologias e fundamentos da proposta curricular e não mero “ornamento” sem sentido no contexto em estudo.

### 3. Abordagem metodológica

A pesquisa foi desenvolvida num grupo de estudos organizado em processo colaborativo, numa proposta de IFA<sup>7</sup> (GÜLLICH, 2013). A investigação faz parte de uma pesquisa mais ampla de doutorado e atendeu aos pressupostos éticos da pesquisa. O projeto foi submetido ao comitê de ética da pesquisa e os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)<sup>8</sup>. A comunidade autorreflexiva foi constituída por seis professoras da Educação Básica nas disciplinas de Ciências ou Biologia, 26 professores em formação inicial de diferentes fases do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e professores formadores do Ensino Superior<sup>9</sup>. Todos participavam, no período da pesquisa, do Programa de Iniciação à Docência (PIBID) – subprojeto Ciências Biológicas, como bolsistas ou colaboradores. Desenvolvemos nove encontros ao longo do segundo semestre de 2017 com foco no papel das tecnologias da informação e comunicação (TIC) na formação e no trabalho docente (Tabela 2).

A análise dos dados foi desenvolvida pela análise textual discursiva (ATD) (MORAES, 2003; MORAES, GALIAZZI, 2016; SOUSA, GALIAZZI, 2017), constituída por três etapas: **desconstrução e unitarização; categorização e comunicação**. O *software* para análise qualitativa Atlas. Ti 8 foi utilizado para auxiliar o processo de compreensão do *corpus* de

análise (ARIZA *et al.*, 2015). O *corpus* de análise foi constituído pelos seguintes instrumentos<sup>10</sup>: respostas aos questionários iniciais; transcrição das audiogravações dos encontros formativos; comentários postados no grupo do *Facebook*<sup>11</sup> e diálogos dos grupos focais<sup>12</sup>.

Os cinco elementos estruturantes de uma comunidade autorreflexiva: práticas, partilha, profissão, pessoa e público<sup>13</sup> (NÓVOA, 2009, 2012, 2017) foram as palavras-chaves elencadas *a priori*. Ao iniciarmos o processo de desconstrução e unitarização, percebemos a associação entre as palavras-chaves nas unidades de significado, fragmentos dos diálogos dos participantes em seus movimentos reflexivos (Figura 2).

A partir do agrupamento das unidades de significado com a utilização de palavras-chaves, organizamos categorias iniciais (Figura 3), baseadas nos pressupostos teóricos de NÓVOA (2017), das quais emergiu a categoria: *Inter-relações entre aprender a ser, a sentir, a agir, conhecer e intervir como professores de ciências pela IFA em comunidade autorreflexiva*. A partir da categoria final, desenvolvemos a proposição “Comunidade autorreflexiva: espaço de (trans) formação e constituição de professores de ciências”.

Para evidenciar o processo, apresentamos diálogos dos participantes da comunidade autorreflexiva na discussão da proposição que emergiu da análise. Para preservar a autoria dos textos e o anonimato dos participantes utilizamos nomes fictícios: os licenciandos foram representados por nomes com a

10 Em relação à organização dos instrumentos, utilizaremos nas citações a seguinte nomenclatura: EF – para os encontros formativos, inserindo a ordem do encontro (ex: 1ª EF), GF – grupo focal, QI – questionário inicial, CF – comentário postado no *Facebook*.

11 Os participantes já utilizavam um grupo privado criado no *Facebook* para a interação, compartilhamento de informações e para comunicação. No entanto, nosso propósito foi para além dessas funções, potencializar discussões relacionadas à temática para além dos encontros mensais presenciais, num trabalho com o *Facebook* na formação e na docência.

12 Ao término dos nove encontros formativos, realizamos quatro grupos focais: os licenciandos foram organizados em dois grupos, um grupo apenas com as professoras e outro com os formadores.

13 Nas citações, de modo geral, as palavras-chaves não estão explícitas. Trata-se do processo característico da ATD relacionada à atribuição de sentidos atribuídos pelas pesquisadoras.

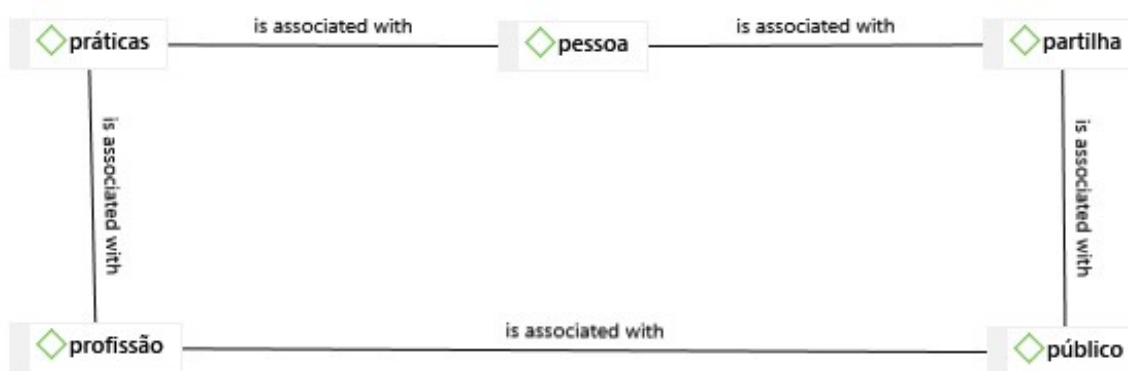
7 Adotamos a compreensão de GÜLLICH (2012) sobre a IA crítica como modelo de formação designado por Investigação-formação-ação (IFA) ancorado na IA crítica proposta por CARR, KEMMIS (1998). 8 Número do Parecer: 2.222.596

9 Como adotamos como referencial teórico e metodológico os pressupostos da IA crítica e da IFA, a pesquisadora também foi uma das participantes, sendo professora do Ensino Superior e mencionada em uma das falas apresentadas neste artigo com o nome fictício de Fiona.

**Tabela 2.** Temáticas abordadas em cada encontro formativo na comunidade autorreflexiva.

Encontro	Temática
1º	Papel das TIC na formação e na prática dos professores de Ciências
2º	As gerações da <i>web</i> e os conhecimentos tecnológicos pedagógicos de conteúdo (TPACK)
3º	A formação e docência pela via da IA crítica
4º	O <i>Facebook</i> como recurso didático digital e a IA como abordagem curricular no ensino de ciências
5º	Planejamento coletivo das atividades utilizando o <i>Facebook</i> como recurso didático tendo como a IA com abordagem curricular <sup>14</sup>
6º	Planejamento coletivo das atividades
7º	Reflexão sobre a abordagem curricular
8º	Socialização e discussão das atividades em andamento nas escolas
9º	Sistematização das experiências no coletivo e a reflexão sobre o processo de IFA

Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 2.** Palavras-chave associadas nas unidades de significados.

Fonte: Dados da pesquisa.

inicial L (exemplo, Larissa), as professoras da Educação Básica com a inicial P (exemplo, Penélope) e os professores do Ensino Superior pela letra F (exemplo, Fausto). As citações em itálico, entre aspas, tamanho da fonte 11 e recuo 2 cm referem-se a falas dos participantes, caracterizadas como unidades de significados. Na transcrição das falas, dos encontros formativos e dos grupos focais, utilizamos dois dos dez sinais definidos em CARVALHO (2006), as reticências expressam pausas e a representação “:: para indicar prolongamento vogal ou consoante. Por exemplo, ‘éh::” (CARVALHO, 2006 p. 36).

14 Nas citações, de modo geral, as palavras-chaves não estão explícitas. Trata-se do processo característico da ATD relacionada à atribuição de sentidos atribuídos pelas pesquisadoras.

#### 4. Comunidade autorreflexiva: espaço de (trans) formação e constituição de professores de ciências

As comunidades autorreflexivas, no modelo de IFA, constituídas pela tríade de interação (licenciandos, professores da escola e da universidade), desencadeiam o processo formativo da profissão docente pela via da relação dialética tendo a reflexão como fundamento para a formação profissional, visando a uma formação no interior da profissão (NÓVOA, 2009, 2017). Identificamos as disposições – *pessoal*, *interposição profissional*, *composição pedagógica*, *recomposição investigativa* e *exposição pública* (NÓVOA, 2017) de



Figura 3. Categorias iniciais, resultantes da análise dos encontros na comunidade autorreflexiva, fundamentadas em NÓVOA (2017).

Fonte: Dados da pesquisa – mapa Atlas.ti 8.

maneira inter-relacionadas nas interlocuções dos participantes da comunidade autorreflexiva. Essas inter-relações caracterizam o movimento constitutivo dos participantes em *aprender a ser, a sentir, a agir, conhecer e intervir como professores de ciências pela IFA*. Depreendemos que estes elementos, denominados por NÓVOA (2017) como posições, necessitam estar presentes na comunidade autorreflexiva e modificam a compreensão sobre a profissão, no contexto concreto das práticas pela partilha de saberes com professores mais experientes, pela reflexão e diálogo no coletivo, que articula prática e teorização. Os sujeitos participantes carregarão as marcas desse coletivo em sua constituição profissional, especialmente em relação à atividade e identidade docente.

A exposição pública implica aprender a intervir como professor. Esta posição “pública” foi identificada em menor recorrência em relação ao demais. Sempre em associação com as demais, a posição “exposição pública: aprender a intervir” foi mencionada sob os seguintes aspectos: o papel social do professor e a formação dos alunos, obstáculos que precisam ser enfrentados nas Instituições fortemente

ligadas à infraestrutura e às concepções dos colegas de trabalho. O grupo era constituído por bolsistas e colaboradores do PIBID e, no período, sofria as incertezas em relação à continuidade ou não do programa, o que pode ter influenciado a maior citação deste tópico em relação à esfera pública da profissão, seguido pelas dificuldades de infraestrutura e concepções do coletivo escolar sobre as TIC.

Em articulação com as cinco posições, o professor Fausto expressa a compreensão sobre a responsabilidade social dos professores do Ensino Superior, ao afirmar a importância da formação docente frente ao cenário político do período, menciona aspectos relacionados ao currículo [do ensino politécnico] e ao esvaziamento da profissão. Esta última problemática é recorrente e relacionada à valorização da profissão. Por outro lado, o professor Fausto levanta a questão sobre as oportunidades de formação, não apenas de responsabilidade dos professores de forma individual, mas como uma responsabilidade “pública” da carreira docente em reivindicar espaços formativos e melhorias das condições de trabalho, sinalizando para a presença pública do professor.

*“eu... eu penso que tem... tem uma parte que está articulada com a formação... que a gente também não pode esquecer de falar aqui... também pelo momento político que a gente vive em termos de país e estado... mas não só por conta desse momento... que é não perder de vista a forma como a gente tem visto o esvaziamento do profissional docente... da profissão... o esvaziamento da carreira, né?: então assim... de acordo... o que nós mais precisamos em primeiro lugar é a formação permanente ou a formação continuada... já foi um erro nesse estado aqui... quando nós colocamos o ensino politécnico... a pesquisa como uma ideia curricular... que é potente e que eu apoio até hoje... mas não fizemos formação antes de começar... a professora Palmira foi muito feliz quando ela colocou, né?: a professora não ganhou nenhuma formação... só ganhou os computadores... daí ela continuou falando... dois vezes um... dois... dois vezes dois... quatro... que era o modelo antigo só que agora com computador... porém... então o exemplo do estado foi esse, né?: todos os professores foram contra porque alguém chegou e mandou... tem que ter aula com pesquisa... mas ninguém também disse o que era pesquisar... então essa é uma questão... precisa ter formação permanente... também vejo isso... por outro lado... precisa ter espaço pra essa formação docente... dentro da... da carga horária do professor... por exemplo... eu lembro que nós mesmos... esse grupo aqui... passamos por um período aqui em Cerro Largo... que a:: secretaria de educação não queria mais liberar os professores para vir aqui... vocês lembram? E que ia obrigar as professoras das escolas municipais a devolver as horas na escola... quando é da própria formação... mas em nome de quê? Porque ah:: porque os professores do PIBID tinham bolsa... eu lembro dessa discussão que nós tivemos... então nós tivemos um período aqui em Cerro Largo... que mesmo com tudo isso foi crítico... foi ao ponto de nós virmos a ser observados pelo... pelo órgão Municipal de Educação... se falavam ou não da secretaria de educação aqui dentro... isso aconteceu... tem que ser lembrado por nós... a supervisão com aqueles olhos externos, né?: de fora para dentro... isso chegou a acontecer aqui em Cerro Largo... com*

*as escolas municipais... então eu quero retomar ainda qual é o ponto... então a:: aderir a uma proposta de formação... sistemas e nós... é também estar em luta pela carreira e pela formação... é abrir espaços de formação na carreira... e ainda... o que poderia não causar esvaziamento docente? A melhoria das condições de trabalho... tanto salariais como a questão do planejamento e a formação incluída, né?: com ganhos para isso... mas não só melhorar os salários... melhorar a nossa profissão... eu vejo que isso é uma perda forte em termos da nossa carreira brasileira de professor básico... que nós fomos contratados... entre aspas... que fique claro aqui... apenas para dar aulas... nós somos o professor... a:: mas você quer pesquisar... hoje a gente sabe que pesquisar é também fazer formação... nós nesse aqui processo da professora Fiona... nós vamos fazer pesquisa”.*  
(Fausto, 1ºEF, segundo/2017)<sup>15</sup>

A fala do professor Fausto está impregnada da sua constituição a aprender a ser, a sentir, a agir e a intervir como professor de ciências e representa esta inter-relação.

A composição pedagógica engloba a questão: como aprender a agir como professor? Esta posição compreendida pelas práticas foi a mais recorrente nas inter-relações com as demais. É central na constituição dos professores de ciências. O desenvolvimento das práticas, no contexto concreto das escolas, possibilitou aos licenciandos a imersão na cultura profissional. Estes elementos se relacionam à dimensão pessoal da profissão, na constituição dos conhecimentos e na identidade docente. Após o planejamento e desenvolvimento num trabalho com as TIC em propostas de atividades com os alunos no contexto escolar, as interlocuções dos licenciandos evidenciaram a necessidade de reivindicação de infraestrutura para atender os objetivos dos processos de ensino e aprendizagem. Este aspecto está fortemente atrelado ao elemento público em pensar coletivamente em proposições para a superação

<sup>15</sup> Unidade de significado incluída na Categoria inicial: aprender a ser, a sentir, a agir, a conhecer e a intervir como professor de ciências.



deste limitante dentro da profissão, sinalizando para a constituição dos licenciandos na inter-relação a aprender a ser, a sentir, a agir e a intervir como professor de ciências.

*“é:: tipo um limite para nós e desafios que foi visto na escola foi... que nós não conseguimos usar a internet, né?:: porque é muito pouco sinal... então como foi... no nosso planejamento era para os alunos pesquisarem mas como nós não tinha tempo também e:: muitas vezes a internet não colaborava, né?:: porque lá a internet tem dos alunos que é liberada e tem a do professor... só que muitas vezes a gente não tinha acesso a do professor porque botam uma senha... uma semana... daqui duas semanas já estão trocando e daí não passam para nós... e a dos alunos... eles só ligam no horário do intervalo pra os alunos usar... daí quando tu quer fazer uma atividade com os alunos... tu tem que ir lá na direção pedir para eles ligarem a do aluno e mesmo assim é fraco o sinal... eu acho que isso é um limite pra nós e ao mesmo tempo é um desafio... porque quando tu... tu não consegue fazer o que tu tem planejado... tu que buscar outros meios, né?:: então... como eu... nós realizamos essa prática dos sentidos, né?:: tipo a profe Priscila já... como nós não tinha como levar eles pra sala e estava pouco tempo... ela deu livros didáticos pra eles pesquisarem através dali... dividiu em grupos para eles pesquisar cada sentido, né?:: eu acho que isso também leva a ser um desafio, né?:: porque tu não... muitas vezes tu não tem mas tu tem que ter uma nova opção de passar, né?::” (Lorena, GF, segundo/2017)*

*“então... no nosso planejamento junto com a professora Priscila... a nossa maior dificuldade foi ah:: uma pergunta norteadora pra... pra começar a aula com essa ideia de investigação-ação... então a gente não... a gente já sabia vamos dizer... formular mas a gente não sabia como a gente ia fazer pra eles... como... como que ia ser e:: o nosso grupo era um pouco novo né?:: e daí então a gente resolveu pensar todo mundo junto e chegamos à conclusão que fazendo a pergunta é até melhor para o desenvolvimento da aula... porque com a pergunta... toda hora que a*

*gente tá na:: no desenvolvimento da aula a gente vai retomando pra pergunta... então isso também facilita pros alunos entenderem e:: na hora que a gente faz a pergunta norteadora não queremos... não queremos que eles na hora assim pesquisem... digam uma resposta assim absolutamente certa... mas falar o que eles sabem, né?:: até então... e depois perguntar de novo... retomar essa pergunta para ver o que que eles sabem depois do desenvolvimento... então isso para nós foi... para mim pelo menos foi bastante assim... construtivo porque... foi a primeira vez que eu... que eu... fiquei pensando, né?:: como que é uma aula com investigação-ação... e foi uma pena que a gente não conseguiu desenvolver todo o nosso... nosso planejamento na escola... pelo tempo mas eu acho que seria legal fazer pesquisa e:: fazer eles interagirem mais”.* (Lucíola, GF, segundo/2017)

*“eu vejo como a nossa fase... a quarta fase... trabalhava isso muito bem com o Fausto... a questão do... do Docs, né?:: foi fácil... foi mais fácil a parte de elaborar tudo do que a parte de aplicar... porque aplicar... pelo menos lá na escola teve vários contratemplos, né?:: principalmente a infraestrutura da escola própria pra... pra planejar... colocar em ação as... as coisas com as TICs... tipo lá... a gente precisou da internet e não tivemos... então já é um ponto que emperra... emperra assim a... o planejamento... a gente tem que tudo fazer a base da fala... a maioria no quadro porque a gente não conseguia usar o propósito desse planejamento que era as TICs... então Cerro Largo eu vejo ainda... e as cidades aqui do interior ainda estão muito precárias nesse sentido, né?::”.* (Lavínia, GF, segundo/2017)

*“então assim... o que eu percebi durante esse planejamento aqui na UFFS e lá na escola onde eu vou... é que ele funciona... ele é mais prático, né?:: porque não precisa estar todo mundo junto pra... planejar ou para fazer digamos assim... o plano de aula... só que na hora de aplicar às vezes ele se torna meio difícil porque... a gente tá com os turnos meio sobrecarregados e eles não conseguem todo mundo... todos os bolsistas na mesma vez junto com a supervisora para aplicar... daí às vezes vai um num dia... o outro no outro e tu acaba perdendo um pouco*



*daquilo... porque daí às vezes tu chega meio... não sabemos direito o que aconteceu no dia anterior... mas eu acho que é isso assim... é e:: a internet lá na escola nem por sonho, né?: aquela lá faz um mês que não funciona... então se fosse planejar algo que necessitasse online mesmo na... assim... não teria como... o nosso planejamento deu certo porque os alunos fizeram e eles postaram em casa, né?: com a sua internet mas se fosse digamos... fazer em aula aquele". (Lívia, GF, segundo/2017)*

A reflexão promovida na comunidade autorreflexiva de IFA favoreceu movimentos de (trans) formação na prática e na constituição dos conhecimentos dos professores relacionadas ao trabalho com as TIC no ensino de ciências. Este espaço favoreceu a partilha de conhecimentos, saberes, experiências e interpretações sobre a profissão entre os sujeitos professores ao aproximar Universidade e Escolas e conhecer o contexto concreto das práticas docentes e seus desafios, num processo colaborativo. Conforme expressa a licencianda Laila num movimento reflexivo sobre a partilha dos conhecimentos da profissão:

*"Acredito que a participação como discente nos encontros formativos em que discutimos as múltiplas faces e possibilidades de utilização das TICs em sala de aula foi de grande valia para a formação profissional docente de cada um de nós bolsistas, supervisoras e professores (as) formadores (as). Numa sociedade em que as tecnologias encontram-se tão presentes em nosso meio, é de suma importância que nós, futuros professores de ciências e biologia saibamos utilizá-las a fim de facilitar e promover uma melhor compreensão dos conteúdos científicos presentes em nossa área. Creio que a contribuição dos encontros para a construção de cada futuro professor tenha sido esta, de compartilhar e reconstruir conhecimentos com o objetivo de proporcionar uma educação de melhor qualidade nas instituições em que iremos atuar". (Laila, CF, segundo/2017)*

O processo promoveu a autorreflexão dialética entre o pensar e o agir potencializado pelo diálogo

entre pressuposto teórico e ação concreta (CARR, KEMMIS, 1988) sobre as TIC na formação e no trabalho de professores de Ciências. Como podemos observar no diálogo da professora da Educação Básica frente aos obstáculos relacionados ao acesso à internet nos contextos educativos, sinalizando a importância da partilha pela comunidade autorreflexiva na recomposição investigativa, atrelada às demais posições.

*"eu... eu... eu não posso ficar só vendo os obstáculos, tá?: eu só estou vendo velocidade lenta... não tenho acesso... mas eu vou ter que encontrar um jeito de superar esses obstáculos... porque só fica reclamando que não dá... que não dá... que não dá... quantas vezes vocês vieram aqui na universidade... vieram pra acessar e a velocidade estava lenta e coisa assim... e foi indo... e foi indo... hoje, né?: tá melhor mas eu tenho que ir atrás... de um jeito ou do outro se buscou soluções para isso... então eu não posso ver só a dificuldade das coisas". (Penélope, 3º EF, segundo/2017)*

Em concordância com CARR, KEMMIS (1988), a comunidade autorreflexiva requer de cada participante um discurso racional. Essa situação promove o desenvolvimento do conhecimento pessoal na e através da prática, seja de ações habituais e de práxis, entendida como ação intencionada, elucidativa e refletida. Ao propormos um espaço de diálogo relacionado à integração curricular das TIC em contexto educativo com o intuito de promover a investigação em sala de aula articulada ao movimento formativo. No diálogo de duas licenciandas, há indícios de um processo reflexivo sobre a proposta formativa e integração das TIC no ensino de ciências.

*"Todos os encontros foram construtivos! Tive a oportunidade de explorar novas metodologias e recursos digitais didáticos para serem levados a sala de aula. Debates sobre os processos educacionais foram de extrema importância para todo o coletivo. É possível evoluir para um processo educacional de qualidade onde o professor pode ter como ponto de*

*partida a realidade e pluralidade cultural dos alunos. **Precisamos de alunos ativos, de aulas interativas e professores bem capacitados desde a graduação. Encontros formativos são de extrema importância na nossa formação e com certeza tudo o que aprendemos nesse processo, vai refletir nos nossos estágios e em sala de aula futuramente.** Espero que isso tenha sido apenas o prelúdio do que ainda podemos trabalhar no ano que vem". (Laila, CF, segundo/2017)*

*"Isso... bom então... como eu estava dizendo que... o professor... ele precisa trabalhar os conteúdos que são... que são propostos, né?: no planejamento dele anual mas ele também pode se preocupar... pode e deve inclusive se preocupar... com os interesses dos alunos... com as aprendizagens que os alunos muitas vezes tem curiosidade porquê... se o professor tá... tá passando sempre aquele mesmo conteúdo... mesmo conteúdo no quadro por exemplo... pode ser que o aluno esteja dormindo na classe... não esteja preocupado com aquilo ali e tenha outras dúvidas que não estejam do planejamento mas é algo que se o professor explicar... aquilo ali vai chamar a atenção dele e é uma coisa que ele vai levar pra o resto da vida dele... e a atenção do aluno pode ser chamada tanto pelo conteúdo como pela metodologia... como a forma que o professor passa esse conteúdo... e **eu entendo que nesse ponto que entra a importância das TICs que é... são as tecnologias que são novas formas de o professor apresentar aquela matéria de um jeito que... não só que chame a atenção do aluno mas que realmente sirva pra significar aquele... aquele conhecimento no aluno... como o aluno produzir o próprio vídeo... produzir uma charge... produzir uma tirinha ou um filme... algo assim... talvez seja mais... mais interessante... mais produtivo do que o aluno simplesmente copiar a matéria do quadro no caderno e depois decorar aquilo ali pra colocar no papel na hora da prova e depois acabar esquecendo... é isso". (Laila, CF, segundo/2017)***

Podemos elucidar um processo constitutivo de (trans) formação pela IFA por meio das falas de uma professora da Educação Básica e de uma formadora, nas quais há indícios da inter-relação entre aprender

a ser, a sentir, a agir e a conhecer como professor de ciências.

***"Eu me senti desafiada, né?: com esse projeto da profe Fiona pela criação do Facebook assim... eu achei até que... quando assim... surgiu a ideia até a gente até comentou lá na escola... eu senti assim... eu me senti bem desafiada, mas depois a gente foi conversando e foi montando a aula com os bolsistas e daí a gente viu que... realmente a gente iria conseguir, né?: iria dar conta... e daí a gente deu um remanejo de horários e porque tinha estagiárias e tudo, né?: elas estavam no final do estágio... e fomos ajustando então os horários dos bolsistas de acordo como eles poderiam ir... e eu... a minha proposta então pro ano que vem é realmente então criar esse grupo no Face, né?: pros alunos interagirem e dar continuidade a esse trabalho... então, né?: vamos ver como vai no decorrer do ano que vem mas espero, né?: como meta minha pra 2018 então... é fazer esse... esse... tenho esse objetivo pro ano que vem". (Pietra, 9º EF, segundo/2017)<sup>16</sup>***

Na fala da professora Pietra, percebemos a inter-relação das posições, mais explicitamente a disposição pessoal, a interposição profissional, a composição pedagógica e a recomposição investigativa ao explicitar: **"Eu me senti desafiada** com esse projeto da profe Fiona pela criação do Facebook [...]". A professora Pietra, ao sentir-se desafiada, saiu da sua zona de conforto, estando disposta a enfrentar as dificuldades no desenvolvimento da proposta utilizando as TIC. Este "aceite" para o novo também apresenta indícios do compromisso profissional da professora e relaciona-se com a sua compreensão sobre os conhecimentos necessários para ser um professor de ciências, conforme sua resposta à pergunta no questionário inicial: "Em sua opinião, quais os são os conhecimentos necessários para ser um professor de Ciências e Biologia?" A professora respondeu: **"domínio de conteúdo e a busca de novas**

<sup>16</sup> Unidade de significado incluída na Categoria inicial: aprender a ser, a sentir, a agir e a conhecer como professor de ciências.

metodologias de ensino” (Pietra, QI, segundo/2017).

Neste fragmento (da professora Pietra), percebemos a inter-relação entre a composição pedagógica e a recomposição investigativa na interposição: “[...] Depois a gente foi conversando e **foi montando a aula com os bolsistas e daí a gente viu que realmente a gente iria conseguir, iria dar conta e daí a gente deu um remanejamento de horários e porque tinha estagiárias e elas estavam no final do estágio.** Fomos ajustando então os horários dos bolsistas de acordo como eles poderiam ir e eu [...]”. Depreendemos que esta atitude da professora teve influência do coletivo, das discussões e da relação com os licenciandos, os formadores e demais professoras da Educação Básica, principalmente na interação com o grupo de licenciandos sob sua supervisão na escola. Pois a professora, em resposta a pergunta do questionário inicial: “Quais as possibilidades (reais) para o uso das TIC na (s) escola(s) que você trabalha?” A professora afirma a dificuldade em desenvolver um trabalho com as TIC na escola: “ *muito difícil, devido o acesso da internet, e o laboratório se encontra fechado devido à falta de recurso humano*” (Pietra, QI, segundo/2017).

Também identificamos, na fala da formadora Fernanda, o desafio pessoal e a responsabilidade da profissão, bem como a importância da reflexão no coletivo sobre o trabalho docente atrelado às competências dos três sujeitos professores no desenvolvimento de suas atividades em diferentes contextos educativos:

*“Acho que a questão é do que é possível fazer, né?: claro assim... eu acho que **um fator limitante agora talvez os resultados não saíram como a gente esperou... foi o tempo, né?: a atividade ser no final do ano... talvez se fosse no início do ano... os resultados fossem outros... mas a gente percebe... e todos que estão aqui... professores em formação... professores em exercício... não só da escola mas nós [professores do Ensino Superior]... é que é possível sim fazer... exige demais... nós mais? Exige... porque a gente vai ter que planejar... vai ter que buscar... vai ter que aprender talvez a mexer numa outra ferramenta***

***que não estamos habituados mas eu acho que é bem viável... e também pelo que eu percebi das apresentações... a grande maioria dos alunos... se mobilizaram pra fazer... porque é uma aula, né?: diferente e também dentro de uma temática que eles estão... está muito presente que é as tecnologias... todos eles usam... de alguma forma ou outra eles usam... então como que a gente vai trazer também as TICs pra sala de aula? Eu acho que é o nosso grande desafio, né?: quando falamos... como antes... parece uma coisa bem simples... mas eu disse... Fiona... a lousa é digital... lá na escola [nome da escola] estão usando... a nossa aqui a gente nunca usou... eu sinceramente não sei nem usar a lousa”.** (Fernanda, 9º EF, segundo/2017)<sup>17</sup>*

A comunidade autorreflexiva constituída pela IFA potencializa a reflexão coletiva e desafia os professores, ao transformar suas próprias práticas e ao problematizar as suas atividades pedagógicas como parte de uma dimensão social mais abrangente, considerando todo o contexto educacional e as necessidades de mudanças, inovações e reformas no contexto educativo. Ainda desafia a compreensão da profissão alicerçada na práxis (CARR, KEMMIS, 1988). As reflexões promoveram processos de (trans) formações no contexto concreto das escolas, num movimento de formação dentro da profissão por meio das inter-relações entre disposição pessoal, interposição profissional, composição pedagógica, recomposição investigativa e exposição pública (NÓVOA, 2017). Por meio das espirais autorreflexivas, os professores participantes da IFA foram instigados a refletir sobre os desafios do trabalho com as TIC no Ensino de Ciências e as problemáticas enfrentadas para a sua utilização no contexto da Educação Básica e pública. Este movimento mostrou-se profícuo pela via da IFA e pela tríade de interação entre os três sujeitos professores.

É importante assegurar que a riqueza e a complexidade do ensino se tornem visíveis, do ponto de vista

<sup>17</sup> Unidade de significado incluída na Categoria inicial: aprender a ser, a sentir, a agir e a conhecer como professor de ciências.

profissional e científico, adquirindo um estatuto idêntico a outros campos de trabalho acadêmico e criativo. E, ao mesmo tempo, é essencial reforçar dispositivos e práticas de formação de professores baseadas numa investigação que tenha como problemática a ação docente e o trabalho escolar. (NÓVOA, 2009 p. 19)

Neste sentido, depreendemos que as TIC nos processos de ensino e de aprendizagem são problemáticas atuais que fazem parte do contexto educativo e a sua temática tem relevância nas interações sociais. Nossos desafios contemporâneos poderão ser superados ou minimizados pela reflexão com prática social (ZEICHNER, 2008).

Existe ainda muito pouca ênfase sobre a reflexão como uma prática social que acontece em comunidades de professores que se apoiam mutuamente e em que um sustenta o crescimento do outro. Ser desafiado e, ao mesmo tempo, apoiado por meio da interação social é importante para ajudar-nos a clarificar aquilo que nós acreditamos e para ganharmos coragem para perseguir nossas crenças. (ZEICHNER, 2008 p. 543)

Identificamos a presença das posições como elementos estruturantes na comunidade autorreflexiva e sua importância como espaço articulador dos conhecimentos para o desenvolvimento da profissão. O movimento desenvolvido pela IFA favoreceu a constituição dos conhecimentos dos professores de ciências e as (trans) formações nos sujeitos envolvidos, nas concepções sobre a profissão ao participar desse coletivo, fortalecendo a formação, a identidade e a constituição dos conhecimentos necessários para a profissão. Portanto, esse movimento propicia a (re) significação da formação e da constituição dos conhecimentos de professor de ciências por meio da inter-relação dos elementos apresentados. Afirmamos ser necessária a constituição de comunidades autorreflexivas nos diferentes contextos educacionais num processo contínuo, por meio de ações intencionadas visando às mudanças desejadas para os contextos educacionais.

## 5. Considerações finais

A comunidade autorreflexiva na constituição dos conhecimentos de professor de ciências pela via da IFA apresentou indícios por meio das interlocuções entre os três sujeitos professores, da inter-relação entre as cinco posições como elementos estruturantes que fundamentam a constituição dos conhecimentos necessários para a profissão, contribuindo para a formação, a identidade e o trabalho docente. Portanto, com base nas evidências descritas, apontamos para este grupo específicos de sujeitos, a necessidade da construção de comunidades autorreflexivas formadas pela tríade de interação: professores em formação, da Educação Básica e do Ensino Superior.

Através dos encontros com a temática “o papel das tecnologias da informação e comunicação, na formação e constituição de professores de ciências” na comunidade autorreflexiva reiteramos a importância da reflexão desenvolvida no coletivo e a inter-relação das disposições – pessoal, interposição profissional, composição pedagógica, recomposição investigativa e exposição pública no movimento de aprende a ser, a sentir, a agir, a conhecer e a intervir como professores de ciências como constitutivos da profissão docente promovida na interlocução entre os sujeitos na comunidade autorreflexiva. Nesta pesquisa, identificamos que uma comunidade autorreflexiva estrutura-se nestes cinco elementos. Neste sentido, a constituição de comunidades autorreflexivas são espaços profícuos para a articulação e a constituição dos conhecimentos de professor.

A formação desenvolvida promoveu a reflexão e a autotransformação dos professores participantes da comunidade autorreflexiva em concordância aos pressupostos da IA crítica e da IFA. Os professores não apenas refletiram sobre suas próprias práticas num processo prospectivo e retrospectivo relacionados ao planejamento e ação sobre o papel das TIC e sua articulação com os demais conhecimentos da profissão, visando à melhoria de suas práticas como também refletiram sobre o contexto educacional de forma mais ampla. Assim, os professores

continuam conscientes da necessidade de avançar, especialmente sobre a exposição pública referente aos aspectos gerais da educação, os quais se relacionam à reivindicação de melhoria da infraestrutura e constante formação com as TIC visando a mudanças na educação.

## 6. Referências bibliográficas

- ARIZA, L.G. *et al.* Relações entre Análise Textual Discursiva e o software ATLAS.ti em interações dialógicas. **Campo Abierto: Revista de Educación**, [s.i.], v. 34, n. 2, pp. 105-124. 2015. Disponível em: <<https://relatec.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2639>>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- CANDELA RODRÍGUEZ, B.F. Documentación del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido, de un profesor de química ejemplar durante la implementación de un objeto de aprendizaje. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 14, n. 1, pp. 143-161. 2019. Disponível em: <<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/13131/pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado**. Editora Martinez Roca. Barcelona: Espanha, 1988.
- CARVALHO, A.M.P. de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F.M.T. dos; GRECA, I.M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2006. pp. 13-48.
- GIROTTI JÚNIOR, G.; DE PAULA, M.A.; MATAZO, D.R.C. Análise do conhecimento sobre estratégias de ensino de futuros professores de química: vivência como aluno e reflexão como professor. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 14, n. 1, pp. 35-50, 2019. Disponível em: <[https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/13123/pdf\\_1](https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/13123/pdf_1)>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- GÜLLICH, R.I. da C. **Investigação-formação-ação em ciências: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático**. Editora Appris. Curitiba: Brasil. 2013.
- GÜLLICH, R. I. da C. **O livro didático, o professor e o ensino de ciências: um processo de investigação-formação-ação**. 2012. 263 f. (Tese Doutorado em Educação nas Ciências [Educação]). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2043/Roque%20da%20Costa%20G%C3%BCllich.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, Nova York, v. 108, n. 6, pp. 1017-1054. 2006.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, pp. 191-211, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2019.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. Revisada e Ampliada. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2016.
- NÓVOA, A. **Professores: imagens do futuro presente**. Educa. Lisboa: Portugal. 2009.
- NÓVOA, A. Pensar alunos, professores, escolas, políticas. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, Sinop, v. 2, n. 2, pp. 7-17. 2012. Disponível em: <<http://sinop.unemat.br/projetos/revista/index.php/educacao/article/view/1004>>. Acesso em: 01 jan. 2019.
- NÓVOA, A. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 47, n. 166, pp. 1106-1133. 2017. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/198053144843>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-15742017000401106&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742017000401106&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 29 jan. 2019.

- SANHUEZA, H.S. *et al.* Las TIC como herramientas cognitivas de inclusión en clases de física para estudiantes de enseñanza secundaria. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 13, n. 1, pp. 306-324. 2018. Disponível em: <<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/12585/pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- SHULMAN, L. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec**, São Paulo, v. 4, n. 2, pp. 196-299. 2014. Disponível em: <<http://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/293/297>> Acesso em: 01 jan 2019.
- SOUSA, R.S. de; GALIAZZI, M. do C. A categoria na análise textual discursiva: sobre método e sistema em direção à abertura interpretativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 5, n. 9, pp. 514-538. 2017. Disponível em: <<https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/130/97>>. Acesso em: 27 jan. 2019.
- ZANON, L.B. **Interações de licenciandos, formadores e professores na elaboração conceitual de prática: módulos triádicos na licenciatura de Química**. 294 p. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2003.
- ZEICHNER, K. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. **Educação & Sociedade: Revista de Ciências da Educação**, Campinas, v. 29, n. 103, pp. 535-554. 2008. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/es/v29n103/12.pdf](http://www.scielo.br/pdf/es/v29n103/12.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2019.





## O PLURALISMO METODOLÓGICO E O DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA

### METHODOLOGICAL PLURALISM AND THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC ARGUMENTATION IN PHYSICS TEACHING

### EL PLURALISMO METODOLÓGICO Y EL DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Idmaura Calderaro Martins Galvão <sup>\*ID</sup>, Isabel Cristina de Castro Monteiro <sup>\*\*ID</sup>,  
Marco Aurélio Alvarenga Monteiro <sup>\*\*\*ID</sup>

Cómo citar este artículo: Martins Galvão, I.C., De Castro Monteiro, I.C. y Alvarenga Monteiro, M.A. (2020). O pluralismo metodológico e o desenvolvimento da argumentação científica no ensino de física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 135-151. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14324>

#### Resumo

Investigamos o uso do pluralismo metodológico nas aulas de Física para o aprimoramento da argumentação científica dos alunos, do Ensino Médio em uma escola pública do interior do estado de São Paulo. A pesquisa foi realizada durante um semestre de trabalho em sala de aula com metodologias de ensino variadas: atividades experimentais e de demonstração, atividades com o uso das tecnologias de informação e comunicação e projetos como estratégia de resolução de problema. As argumentações dos alunos foram coletadas por meio de entrevistas em grupos focais e também por meio de apresentações de projetos. A análise das argumentações foi realizada de acordo com os elementos da superestrutura propostos no padrão de Toulmin. A partir da análise dos dados foi possível observar uma evolução na qualidade da argumentação apresentada pelos alunos que, inicialmente, apresentou poucos elementos característicos, mas, ao longo do processo, foi enriquecendo-se de elementos de maior nível argumentativo. Portanto, observou-se indícios de que o uso do pluralismo metodológico em sala de aula colabora com o desenvolvimento da argumentação científica ao longo do processo de ensino e aprendizagem de física.

**Palavras-chave:** ensino e formação, ciências da linguagem, ensino de física.

Recibido: 11 de enero de 2019; aprobado: 31 de mayo de 2019

\* Doutoranda em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, campus de Bauru, Brasil. Correio eletrônico: idmaura@gmail.com

\*\* Doutora em Educação para a Ciência. Professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento de Física e Química e credenciada no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (UNESP), campus de Bauru, Brasil. Correio eletrônico: isabel.castro@unesp.br

\*\*\* Doutor em Educação para a Ciência. Professor Livre-Docente da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (UNESP), Brasil. Correio eletrônico: marco.aurelio.feg@gmail.com

## Abstract

We studied the use of methodological pluralism in physics classes for the improvement of secondary school students' scientific argumentation, in the heartland of São Paulo state. The research was carried out during a semester of work, using various teaching methodologies: experimental and demonstration activities, as well as activities using information and communication technologies and projects as problem-solving strategies. The argumentations developed were collected through interviews in focus groups and also through the presentation of projects. We analysed the arguments according to the elements of the superstructure proposed in the Toulmin pattern. The data analysis revealed evidence of an evolution in the argumentation quality of the students, who initially demonstrated few characteristic elements of the Toulmin pattern but, throughout the process, integrated aspects of a higher argumentative level. Therefore, we showed that the use of methodological pluralism in the classroom contributes to the development of scientific argumentation throughout the teaching and learning process of physics.

**Keywords:** Teaching and training, Language sciences, Physics teaching.

## Resumen

Investigamos el uso del pluralismo metodológico en las clases de física para el mejoramiento de la argumentación científica de los alumnos, de educación media, en una escuela pública del interior del estado de São Paulo. La pesquisa fue realizada durante un semestre de trabajo, utilizando variadas metodologías de enseñanza: actividades experimentales y de demostración, actividades mediante tecnologías de información y comunicación y proyectos como estrategia de resolución de problemas. Las argumentaciones presentadas fueron recolectadas por medio de entrevistas en grupos focales y también por medio de presentación de proyectos. Realizamos el análisis de las argumentaciones de acuerdo con los elementos de la superestructura propuesta en el patrón de Toulmin. A partir del análisis de los datos se observó evolución en la calidad de la argumentación presentada por los alumnos que, inicialmente, evidenció pocos elementos característicos del patrón Toulmin, pero, a lo largo del proceso, se enriqueció de elementos de mayor nivel argumentativo. Por tanto, identificamos indicios de que el uso del pluralismo metodológico en el aula contribuye con el desarrollo de la argumentación científica a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la física.

**Palabras clave:** enseñanza y formación, ciencias del lenguaje, enseñanza de la física.



## Introdução

Alguns autores como LABURÚ, ARRUDA, NARDI (2003) afirmam que o Ensino de Física pode acontecer de maneira a privilegiar a diversidade das estratégias. Os autores tratam da importância do pluralismo metodológico para o Ensino de Ciências. A hipótese básica relaciona-se com a diversidade do corpo discente, e destaca a necessidade da utilização de vários recursos para que os alunos sejam motivados e participem ativamente do processo de ensino e aprendizagem. Nesta perspectiva, esses autores, inspirados pelas ideias feyerabendianas do anarquismo epistemológico, propõem uma abordagem pluralista para o ensino de conceitos científicos como forma de se opor a um princípio único e imutável de ordem e regras para qualquer situação que envolva aluno.

Conforme PINTO (2007, p.70) “O anarquismo epistemológico é, para seu autor [Feyerabend], um esforço no sentido de promover uma ciência melhor e de uma nova perspectiva para o entendimento da natureza do conhecimento científico”. Sob essa perspectiva, Feyerabend rompe com o monismo metodológico e a práxis científica racionalista e deixa explícita a preocupação com o fim das mistificações e preconceitos em relação à ciência, seu ensino e seu progresso (PINTO, 2007).

A partir desse raciocínio, o progresso dos alunos em relação à aprendizagem de conceitos científicos acontece na medida em que há um ambiente favorável para a sua participação ativa nas atividades realizadas em sala de aula. Dessa forma, o uso de atividades diversificadas pode contribuir para tal propósito.

Porém, na perspectiva de diferentes autores COSTA (2008); DRIVER, NEWTON, OSBORNE (2000); MONTEIRO (2002); SARDÀ, SANMARTÍ (2000); SASSERON, CARVALHO (2011), e VILLANI, NASCIMENTO (2003), a aprendizagem de conceitos científicos envolve muito mais do que o desenvolvimento cognitivo do estudante para compreender conceitos, princípios e regras científicas, exige além disso, apropriação de habilidades e competências

sociais que tornem os estudantes capazes de compreender o discurso científico, de saber pronunciá-lo, analisá-lo, criticá-lo, enfim, utilizá-lo de maneira a participar mais ativamente da busca por soluções ante as demandas sociais da atualidade.

COSTA (2008) afirma que o discurso da Ciência é argumentativo e que, portanto, há a necessidade de que as escolas atuem a favor da capacitação dos alunos para atuarem de maneira ativa e construtiva no desenvolvimento da própria sociedade, tornando-os capazes de argumentar com fundamento na tomada de suas decisões. SCARPA (2015) ressalta que a emergência do pensamento racional acontece na medida em que há o entrelaçamento entre diversos elementos de um argumento, como a avaliação e qualificação das relações entre conclusões, dados, justificativas (SCARPA, 2015).

Dessa forma, nosso objetivo foi investigar se a participação dos alunos em aulas de Física realizadas a partir de práticas com metodologias diversificadas, pode contribuir para uma melhoria da argumentação lógica dos alunos.

## 1. Diferentes metodologias em sala de aula

Apresentamos a seguir alguns estudos que tratam de metodologias comuns em sala de aula, especialmente em física. Nossa intenção é buscar fundamentações teóricas que embasam, de forma geral, as abordagens propostas para avaliação pluralista que faremos.

### a. Atividades experimentais

As atividades experimentais no Ensino de Ciências têm sido estudadas por diferentes autores, como BONADIMAN, NONENMACHER (2007) e CARVALHO (2011).

BONADIMAN, NONENMACHER (2007) afirmam que a atividade experimental assume um papel importante como estratégia de ensino e aprendizagem, no sentido que desempenha uma função motivadora e de apoio na construção do conhecimento escolar e nas relações com o cotidiano. CARVALHO

(2011) discorre sobre como as atividades experimentais no Ensino de Física podem contribuir para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos e indica algumas finalidades das práticas experimentais embasadas em um processo de enculturação científica: permitir a superação das concepções empírico-individualistas da ciência; promover nos alunos a habilidade de argumentação científica; oferecer oportunidade de incorporar a função da matemática no desenvolvimento científico; proporcionar a transposição do novo conhecimento para a vida social, buscando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Com base nestes critérios, atividades experimentais tornam-se práticas válidas para a criação de um ambiente propício para o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem que permita aos alunos a oportunidade de refletir sobre o problema apresentado, levantar hipóteses, obter dados e relacioná-los em busca de soluções.

### **b. Atividades experimentais de demonstração**

As atividades experimentais de demonstração no Ensino de Física têm sido investigadas por autores, como AZEVEDO (2004); MONTEIRO, GASPAR (2005). AZEVEDO (2004) afirma que o Ensino de Física pode ser melhorado com o uso de atividades demonstrativas investigativas que permitem uma discussão acerca dos fenômenos demonstrados e define tais atividades como sendo “[...] aquelas que partem da apresentação de um problema ou fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno” (AZEVEDO, 2004 p. 26). Na atividade demonstrativa investigativa o aluno é convidado a participar durante a realização de toda a atividade: no início por meio do exercício de argumentar acerca de suas concepções prévias sobre o fenômeno apresentado pelo professor e durante a demonstração da atividade por meio de discussões, relatos e reflexões sobre os acontecimentos. Dessa forma, o aluno é envolvido num processo em que há reflexão e argumentação acerca dos fenômenos (BRITO, FIREMAN, 2016).

Para o nosso estudo é interessante mostrar algumas características das atividades experimentais de demonstração em sala de aula, destacadas por MONTEIRO, GASPAR (2005), como: a possibilidade de utilizar-se um único equipamento para todos os alunos; poderem ser desenvolvidas de maneira contínua, como forma de apoio às atividades teóricas; não necessitam de grandes investimentos, pois podem ser montadas com materiais de baixo custo; estimulam a motivação e o interesse dos alunos que pode facilitar a aprendizagem dos conceitos científicos; permitem relacionar o mundo físico com o mundo real e incrementam a capacidade de observação e reflexão.

### **c. Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação**

O uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no Ensino de Ciências tem sido indicado como forma de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem em ciências (MARTINHO, POMBO, 2009; MEDEIROS, MEDEIROS, 2002; MONTEIRO, GERMANO, MONTEIRO, 2008; REZENDE, 2002; SANTOS, 2007).

MARTINHO, POMBO (2009) afirmam que as TIC favorecem de diversas maneiras as práticas pedagógicas, contribuindo de forma significativa para a compreensão de diversos fenômenos e conceitos. No entanto, discutem que essa metodologia por si só não garante que os problemas que estão presentes na escola sejam resolvidos. Na mesma linha de pensamento, destacamos o estudo de MEDEIROS, MEDEIROS (2002) sobre o uso de simulações computacionais no Ensino de Física, apontando as suas possibilidades e limitações. Os autores indicam que o uso de simulações computacionais pode potencializar o Ensino da Física, desde que sejam utilizadas de maneira reflexiva, equilibrada e nunca exclusiva.

REZENDE (2002) ressalta que as novas tecnologias só podem contribuir para as práticas pedagógicas quando há um embasamento teórico que justifica o seu uso no processo de ensino e de aprendizagem. Dessa forma, entendemos que o uso das

tecnologias, por exemplo, o uso de um software educacional, pode propiciar aos alunos um ambiente favorável para que as interações sociais aconteçam e facilite reflexões, trocas de ideias e o desenvolvimento de habilidades argumentativas.

SANTOS (2007) discorre que a integração das TIC em contextos educativos favorece um processo de ensino centrado no discente e principalmente desperta motivação. Afirmar ainda que a implementação das TIC no ensino pode promover o envolvimento do aluno, gerando uma aprendizagem ativa, participativa e dinâmica na qual o aluno torna-se o construtor de seu conhecimento.

#### **d. Projetos como Estratégias de Resolução de Problemas**

Os projetos constituem-se em uma prática bastante utilizada em pesquisas da área de ensino (LARMER, ROSS, MERGENDOLLER, 2009). Ainda que não tenhamos nos fundamentado rigorosamente em todos os critérios a que elas se referem, tanto a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) quanto a Aprendizagem Baseada em Projetos, mais conhecida como *Project Based Learning* (PBL), serviram como fonte de inspiração para o planejamento da quarta atividade, "Projetos como Estratégia de Resolução de Problemas", a qual descrevemos adiante.

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) tem sido investigada por autores, como LEITE, AFONSO (2001); LEITE, ESTEVES (2005) e PEDROSA, JOÃO (2013). De acordo com LEITE, AFONSO (2001) a utilização desta metodologia de ensino deve ser orientada por dois objetivos: ajudar os alunos a tornarem-se proficientes no desenvolvimento de competências que serão úteis para a vida futura; criar condições adequadas à aprendizagem ao longo da vida. Segundo LEITE, ESTEVES (2005) o método de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas pode contribuir para que o aluno tenha maior envolvimento e autonomia e o indica como um meio para o desenvolvimento de competências relacionadas à aprendizagem.

LARMER, ROSS, MERGENDOLLER (2009) indica a Aprendizagem Baseada em Projetos como uma abordagem em que o estudante: pode envolver-se num rigoroso e extenso processo de investigação focado em questões e problemas; tem a oportunidade de trabalhar com independência do professor, tendo um nível de voz e escolha; é capaz de demonstrar compreensão do conhecimento acadêmico, construir habilidades do século XXI, como colaboração, pensamento crítico e comunicação e criar produtos de alta qualidade e desempenho. O uso do PBL é considerado um método que contribui para o trabalho em grupo. Cabe ressaltar que a participação do professor neste processo é de mediador, que o acompanha, questiona provoca reflexões. O estudante interage com o problema, obtém dados, formula hipóteses, é colocado num ambiente favorável para tomar decisões e emitir juízos de valor (REZENDE, 2002).

#### **e. O processo argumentativo em sala de aula**

A construção de uma sociedade democrática se faz por meio de uma irrestrita e ampla participação social, pois envolve e compromete todos os cidadãos no processo decisório. Para tanto é fundamental que os cidadãos sejam capazes de compreender, analisar, criticar e construir argumentos sociais válidos e, considerando a Ciência como um dos pilares mais importantes da sociedade que construímos, a apropriação da argumentação científica se torna essencial para o exercício pleno da cidadania.

Como destaca COSTA (2008), o uso do argumento não é uma capacidade inata do ser, se constrói pela prática. É um processo que o aluno aprende a construir na sala de aula, utilizando suas explicações para os fenômenos a partir de justificativas elaboradas com raciocínio lógico. SARDÀ, SANMARTÍ (2000) discorrem que a aprendizagem por meio da argumentação científica é relevante por diversos fatores: ajuda a desenvolver uma compreensão dos conceitos científicos, na medida em que aprende a estruturar suas formas de raciocínio; o argumento pode oferecer uma visão melhor para

compreender a racionalidade da Ciência; permite aos alunos escolher e construir argumentos fundamentados cientificamente, para sua inserção na sociedade, tornando-se cidadãos críticos.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BROCCOS (2015) fazem um estudo crítico sobre os desafios metodológicos envolvidos nos estudos acerca da argumentação no Ensino de Ciências. Os autores indicam que a prática argumentativa está compreendida como uma das práticas necessárias para a produção do conhecimento. Dessa forma, é relevante discutir o significado que a prática de argumentação pode assumir no contexto da sala de aula. MENDONÇA, JUSTI (2013) fazem um estudo de revisão acerca das relações entre argumentação e o processo de ensino e de aprendizagem de ciências. As autoras apresentam um estudo acerca dos fundamentos teóricos da argumentação e ressaltam, dentre outros fatores, as maneiras de compreender a prática de argumentação: a retórica, em que há o objetivo de escolher alternativas para a resolução de problemas; a dialética, na qual a função está relacionada ao processo de tomada de melhores decisões; lógica, perspectiva em que há a emergência de afirmações apoiadas em evidências e explicações sólidas.

Com relação à formação de argumentos lógicos no Ensino de Ciência, particularmente da Física, é relevante avaliar se o argumento possui estrutura básica que o sustenta e se há um embasamento conceitual correto. Esses fatores são indicados nos estudos de Toulmin como campo-independente e campo-dependente, respectivamente (SCARPA, 2015).

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BROCCOS (2015) discutem a argumentação na perspectiva de avaliação do conhecimento, ressaltando que esse processo deve estar presente em algum momento da sala de aula. Nessa linha de pensamento, consideramos importante para a nossa pesquisa a visão de argumentação como prática relacionada ao processo de construir e avaliar explicações baseadas em evidências (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BROCCOS, 2015).

Em nossa pesquisa, a argumentação é entendida como um processo de construção de uma explicação

enunciada por um aluno, mas construída de maneira social, em colaboração com outros alunos e com a mediação da professora-pesquisadora. Acerca do processo interativo, ressaltamos o papel do professor como mediador, pois no processo de construção de argumentos é necessário que aconteça a formação de justificativas para sustentar as ideias formadas. Nesse pensamento, FERRAZ, SASSERON (2017) discutem que “a questão da interação no processo argumentativo é decorrente da necessidade da existência de justificativas para suportar um determinado ponto de vista” (FERRAZ, SASSERON, 2017).

Nosso objetivo consistiu em investigar a elaboração de argumentos lógicos pelos alunos, a partir da vivência em sala de aula com a prática de atividades diversificadas. Para avaliar o argumento formado pelos alunos, após o trabalho em sala de aula com atividades pluralistas, utilizamos o padrão de Toulmin, apresentado a seguir.

#### **f. O padrão de Toulmin**

Há vários estudos e modelos para analisar a estrutura da argumentação, tal como TOULMIN (2006), no qual nos fundamentamos para a análise desta pesquisa. Segundo este autor o discurso pode ser considerado um argumento quando há nele a presença de três elementos básicos: o dado (D), que se refere a fatos ou evidências que permitem a formação de uma alegação (conclusão); a garantia (W), que é a justificativa, uma afirmação hipotética, que permite a passagem dos dados à conclusão; e a conclusão (C), o elemento final do argumento. A relação entre esses três elementos: dado, garantia e conclusão, é a expressão do argumento na forma lógica e formalmente válido (TOULMIN, 2006 p.171). No entanto, ele ressalta que o argumento é válido nessas condições, desde que a garantia seja correta.

Em determinados casos, o argumento pode ainda ser apresentado de forma mais complexa, com elementos denominados como qualificador modal (Q) e refutação (R), que oferecem as condições para avaliação da garantia e da conclusão. O qualificador modal é definido por Toulmin pela palavra

“força” que é conferida pela garantia para validar a conclusão. A refutação (R) oferece condições de exceção que fazem a garantia perder “força” e contestar a autoridade geral da conclusão. TOULMIN (2006) esclarece ainda que, ao defender uma alegação, é necessário o acréscimo de um elemento que dê apoio ou suporte à garantia. Esse elemento é o conhecimento básico (B), uma fundamentação categórica que torna a garantia aceita.

Na Figura 1 estão representados os elementos no padrão de Toulmin:

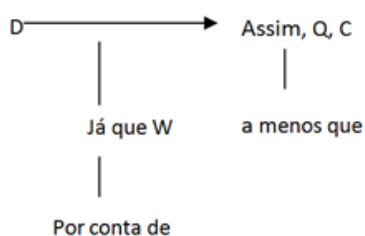


Figura 1. Elementos do argumento.

Fonte: TOULMIN, 2006.

O trabalho de SARDÀ, SANMARTÍ (2000) propõe um referencial que também adota a estrutura de Toulmin. MONTEIRO (2002 pp. 70-71), ao analisar esse referencial, faz a seguinte explicação dos elementos da argumentação:

Dados: são os fatos e fenômenos que constituem a afirmação sobre a qual se constrói o texto argumentativo; Justificação: é a razão principal do texto; permite passar de dados à conclusão. Deve referir-se a um campo de conhecimento específico que valide o conteúdo racional; Fundamentação: é o conhecimento básico de caráter teórico necessário para embasar com autoridade a justificação; Argumentação: propõe a distinção entre justificação e argumentação, por entender que no conjunto se trata de dar razões ou argumentos, mas a justificação só legitima a conexão entre a afirmação inicial e a conclusão; Vantagem: é um comentário implícito que reforça a tese principal, destacando os elementos positivos da teoria; Inconveniente: é um comentário implícito que assinala as circunstâncias de desvantagens;

Comparação: é uma fusão entre as vantagens e os inconvenientes, pois aponta as vantagens da própria argumentação e questiona a validade de outras proposições; Conclusão: é o objetivo final que se quer atingir a partir da tese inicial; Exemplificação: é a relação entre a Ciência e a vida cotidiana. (MONTEIRO, 2002 pp.70-71)

Percebemos algumas correspondências entre os elementos da estrutura de Toulmin e a superestrutura da argumentação científica de Sardà, Sanmartí, que adotam a estrutura Toulmin com a inserção de elementos novos, como os de comparação e exemplificação.

A argumentação é discutida também por DRIVER, NEWTON (1997 citado em CAPECCHI, CARVALHO, 2000) que atribuem níveis de qualidade para os argumentos a partir do modelo de Toulmin. Tais níveis são classificados de 0 a 4, conforme está indicado na tabela 1:

Tabela 1. Categorias ou níveis para a análise da argumentação dos alunos.

Tipo de Argumento	Nível
Afirmação isolada sem justificativa	0
Afirmações competindo sem justificativa	0
Afirmação isolada com justificativa	1
Afirmações competindo com justificativas	2
Afirmações competindo com justificativa e qualificadores	3
Afirmações competindo com justificativas respondendo por refutação	3
Fazer julgamento integrando diferentes argumentos	4

Fonte: CAPECCHI, CARVALHO, 2000.

As justificativas indicadas na tabela acima referem-se às garantias usadas para dar suporte às afirmações ou conclusões apresentadas pelos alunos. Cabe ressaltar que as categorias apresentadas na tabela 1 foram classificadas conforme a presença dos elementos, com exceção do que fundamenta a garantia, o conhecimento básico (B).

É relevante considerar que o processo de ensino e aprendizagem de ciências, especialmente de física, possa ser planejado de forma a valorizar práticas de argumentação científica escrita e oral e acreditamos que a análise dessa argumentação científica produzida pelos alunos é fundamental para avaliarmos o uso do pluralismo metodológico. A fim de complementar os estudos e permitir uma análise geral, consideramos necessário acrescentar no processo de avaliação os níveis da argumentação, de acordo com as categorias (CAPECCHI, CARVALHO, 2000) indicadas na tabela 1, pois permitiram verificar o desenvolvimento de habilidades argumentativas com relação ao papel de construção coletiva do conhecimento científico.

A seguir, apresentamos as estratégias metodológicas de constituição e análises de dados.

## 2. Metodologia de coleta e análise de dados

A pesquisa é do tipo qualitativa, em que o pesquisador está inserido no ambiente natural onde os dados são constituídos (BOGDAN, BIKLEN, 1982).

O uso do pluralismo metodológico foi desenvolvido ao longo do primeiro semestre de 2014, em sala de aula, com aproximadamente 70 alunos de três salas da terceira série do Ensino Médio de uma escola pública. A idade média dos alunos era de aproximadamente 17 anos. Os nomes da escola e dos alunos foram omitidos por questões de ética. A escola fica na região central de uma pequena cidade do interior do Estado de São Paulo (Brasil), com cerca de 20.000 habitantes e apenas cinco escolas de Ensino Médio. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que reúne dados sobre aprovação escolar e desempenho nas avaliações do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), para escolas de todo o Brasil, mostra que onde a pesquisa foi realizada tem um desempenho mediano, mas os alunos foram indicados pelo professor da turma como interessados nas aulas.

As atividades pluralistas foram desenvolvidas em sala de aula, conforme as quatro etapas descritas a seguir:

Etapa a- Atividades experimentais de demonstração: A mediadora interagiu com os alunos, por meio da proposta de um problema, reflexão dos dados, levantamento de hipóteses e construção de argumentos visando explicar um fenômeno físico relacionado à eletricidade. Essas atividades foram desenvolvidas com os alunos no início do ano letivo de 2014, com uma duração de aproximadamente três semanas.

Etapa b- Uso de TIC para o desenvolvimento de conceitos físicos, bem como para promover situações de aprendizagens e desenvolvimento de competências capazes de preparar os alunos para enfrentarem situações-problema em contextos reais e propiciar o desenvolvimento de argumentações científicas nos alunos. Essas atividades foram realizadas após o uso das atividades de demonstração e tiveram duração de três semanas.

Etapa c- Desenvolvimento em sala de aula de atividades experimentais com o objetivo de desenvolver nos alunos habilidades para entender e montar pêndulos eletrostáticos, investigar e criar explicações. A mediadora promoveu diálogos, perguntas, levantamento de hipóteses dos alunos, elaboração de argumentos científicos. Essas atividades foram realizadas após o uso das TIC e tiveram duração de três semanas.

Etapa d- Desenvolvimento de projetos como estratégia de resolução de problemas: desde o início do semestre, os alunos foram convidados a construir projetos, com estratégia de resolução de problemas, para o estudo da eletricidade e sustentabilidade, baseado nos conceitos trabalhados em sala de aula por meio das atividades descritas anteriormente e também em suas vivências. Esses projetos foram desenvolvidos por todos os alunos e a apresentação final dos grupos aconteceu no final do primeiro semestre, aproximadamente após duas semanas do término do trabalho com as atividades experimentais em sala de aula.

Após o trabalho em sala de aula foi feita a constituição de dados por meio da metodologia de grupo focal (GONDIM, 2003). O convite para participar dos grupos focais foi feito aos alunos das três salas

participantes das atividades pluralistas e dez, inicialmente, aceitaram participar das quatro entrevistas do grupo focal, voluntariamente, isto é, sem qualquer tipo de bonificação. No transcorrer das atividades, tivemos 2 desistências por problemas com o horário da reunião e mais 4 alunos decidiram participar. Ao final, tínhamos 8 meninas e 4 meninos, sendo que 6 eram considerados bons alunos de Física e os outros 6 com desenvolvimento médio. A frequência nas entrevistas era opcional, ou seja, eventualmente tínhamos algumas faltas em uma ou outra entrevista.

Escolhemos a metodologia de grupos focais por se tratar de uma técnica que permite as interações grupais na discussão de um tópico escolhido pelo pesquisador (GONDIM, 2003) e isso permitiu, a nosso ver, a observação do desenvolvimento de argumentações científicas nos alunos. Nesse modelo, o moderador do grupo focal possui a função de facilitador do processo, de mediador, que orienta as discussões de maneira a incentivar as falas dos participantes sobre determinado assunto.

Foram realizadas quatro sessões de grupo focal, filmadas e transcritas para a análise das argumentações dos alunos: a primeira para levantamento das ideias prévias dos alunos sobre o tema circuitos elétricos e suas expectativas referente ao tema do projeto proposto em sala de aula; a segunda sobre o trabalho em sala de aula com o uso de atividades de demonstração; a terceira após o desenvolvimento das atividades com uso das TIC; a quarta após o trabalho em sala de aula com atividades experimentais e da apresentação do projeto com estratégia de resolução de problema.

Além das quatro sessões dos grupos focais, utilizamos as filmagens de apresentações dos projetos realizados pelos alunos para a comunidade escolar.

Consideramos para a análise e validação dos argumentos a presença dos elementos constitutivos do padrão de TOULMIN (2006): dado (D), garantia (W), conclusão (C), qualificador modal (Q), refutação (R) e conhecimento básico (B). Para enriquecer o estudo da argumentação dos alunos consideramos relevante acrescentar alguns elementos

do padrão de SARDÁ, SANMARTÍ (2000), como a exemplificação. Para analisar a argumentação de forma geral, em um contexto de construção coletiva dos argumentos, consideramos os níveis de argumentação apresentados por CAPECCHI, CARVALHO (2000).

No próximo item, apresentamos e discutimos os principais resultados obtidos em nossa pesquisa.

### 3. Resultados e discussão

A seguir apresentaremos momentos de falas proferidas nas entrevistas e apresentação de projetos pelos alunos, bem como análises acerca das argumentações levantadas nessas atividades.

O grupo focal 1 foi realizado com a presença de 10 alunos, no início do ano letivo, após terem participado de uma aula de contextualização inicial, por meio do uso de um vídeo. Esta entrevista foi dividida em duas partes. A primeira parte durou 38 minutos e teve o objetivo de levantar as ideias prévias dos alunos sobre os conceitos de eletricidade em geral, sem terem participado de qualquer aula específica sobre este conteúdo. A segunda parte, de 14 minutos, teve a finalidade de levantar os argumentos dos alunos sobre o tema “energia elétrica e sustentabilidade”.

Para exemplificar, apresentamos a seguir falas dos participantes das entrevistas em um dos episódios do grupo focal 1, em que os alunos apresentaram suas ideias prévias acerca das especificações dos aparelhos elétricos. O número indicado no início do trecho refere-se ao turno de fala daquela entrevista.

343) Mediador: Agora, vou fazer uma última pergunta para vocês: vamos supor que vocês fossem montar a casa de vocês, vocês prefeririam a sua instalação a 110 V ou 220 V?

344) Aluno 10: Eu acho que a maioria seria 110 V.

345) Mediador: Por que será?

346) Aluno 10: Por que a maioria dos objetos funciona a 110 V [...].

349) Aluno 10: E consome menos energia também, no 110V.

No turno 343 o mediador questiona os alunos com relação à preferência entre as instalações de 110 V e 220 V. No turno 344 o aluno 10 conclui (C): "eu acho que a maioria seria 110 V". No turno 346 o aluno 10 apresentou uma garantia (W): "por que a maioria dos objetos funciona a 110 V". Em seguida, no turno 349 o aluno 10 elabora uma nova conclusão (C): "consome menos energia também, no 110V". Percebemos que o aluno embasou sua garantia em sua vivência cotidiana. Já a segunda conclusão do aluno apresenta um erro conceitual, o que já era esperado, pois o aluno não teve nenhuma aula formal sobre o assunto.

Esses resultados nos mostram que a argumentação do aluno 10 possui validade de acordo com o padrão de TOULMIN (2006), pois há a estrutura básica "Dado-Garantia-Conclusão", nível 2 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000), com duas conclusões competindo com justificativa.

Os demais dados coletados ao longo das atividades realizadas podem ser encontrados na dissertação de GALVÃO (2016) e foram categorizados conforme o exemplo apresentado anteriormente. Por meio dos resultados gerais do grupo focal 1 percebemos que em praticamente todos os turnos de fala houve o levantamento de dados pelos alunos. No entanto, em algumas falas não apareceu elementos que permitissem a passagem desses dados para as conclusões formadas. Na maioria dos casos, os alunos apresentaram um perfil de argumentação fraco, pois há evidências de que ainda não conseguiram expressar um bom nível de argumentação.

Após o levantamento das ideias prévias dos alunos, no grupo focal 1, eles participaram de quatro aulas (etapa a) sobre os temas referentes à eletricidade, às especificações dos aparelhos elétricos e ao consumo de energia elétrica, quando foram utilizadas algumas atividades de demonstração experimental.

Uma semana após o término desse conjunto de aulas, os 10 alunos do primeiro grupo focal, foram convidados a participar na entrevista do grupo focal 2, que contou com a presença de oito alunos. Esta segunda entrevista teve uma duração de 44 minutos.

Apresentamos a seguir algumas falas levantadas em um dos episódios do grupo focal 2:

127) Aluno 8: [...] se você compra um aparelho para a sua casa que não é adequado você pode estragá-lo e também pode acontecer um aquecimento na rede e pode pegar fogo na casa.

128) Mediador: Então quando fala sobre prejudicar o aparelho elétrico, qual especificação você está se referindo?

129) Aluno 8: Os Volts.

131) Aluno 7: A Tensão.

132) Aluno 8: Os Watts é bom ver para economizar energia, porque a potência que influencia no consumo [...].

No turno 127, o aluno 8 forma um argumento referindo à importância das especificações dos aparelhos (D). Apresenta a conclusão (C) "É importante", as duas garantias (2 W) "porque se você compra um aparelho para a sua casa que não é adequado você pode estragá-lo" e "e também pode acontecer um aquecimento na rede e pode pegar fogo na casa". No turno 132 o aluno 8 forma um argumento mais completo pois apresenta a conclusão (C) sobre a importância de saber a potência dos aparelhos: "Os Watts é bom ver"; incluindo um elemento de garantia (W): "porque a potência que influencia no consumo"; e o qualificador modal (Q): "para economizar energia"; que oferece a condição para que a garantia empreste força à conclusão. Portanto, houve a formação de duas conclusões, três garantias (estrutura básica de Toulmin) e um qualificador modal, fato que classifica a argumentação dos alunos em nível 3, de acordo com o referencial de CAPECCHI, CARVALHO (2000).

Esses resultados indicam que o aluno 8 formou uma argumentação válida (segundo o padrão de Toulmin) e sólida (referente aos conceitos envolvidos) acerca das especificações dos aparelhos elétricos, relacionadas à potência e à tensão elétrica. Entendemos que o trabalho com as atividades demonstrativas em sala de aula foi premissa para o desencadeamento do processo argumentativo ocorrido no grupo focal 2.



Os resultados apresentados no grupo focal 2 (disponível na pesquisa de GALVÃO, 2016), mostraram um número significativo de argumentos com nível 3. Dessa forma, pudemos comparar esses resultados com os do grupo focal 1 e observar que os alunos conseguiram expressar uma evolução em seus processos argumentativos.

Em outro momento do trabalho em sala de aula (etapa b), foram desenvolvidas com os alunos atividades com o uso de um software sobre circuitos elétricos, intitulados como "Eletricidade - Circuitos elétricos", disponível no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE). Foram trabalhados com os alunos conceitos relacionados aos componentes dos circuitos elétricos e suas funções e também conceitos relacionados aos circuitos elétricos em série e paralelo. O terceiro grupo focal teve a duração de 27 minutos e foi realizado com sete alunos, cerca de 10 dias após o uso do software em sala de aula.

Apresentamos a seguir algumas falas do grupo focal 3:

68) Mediadora: Como que eu poderia calcular o valor da corrente, ou seja, quantos Ampères passam aqui e quanto passam aqui [mostra o resistor 1 de 5  $\Omega$  e o resistor 2 de 10  $\Omega$ ]?

69) Aluna 6: Usa a fórmula:  $U=R.I$  [...]

82) Mediadora: Então como eu poderia fazer, posso usar a fórmula. Ela tem um nome, qual o nome dela?

83) Aluno 6: Primeira lei de Ohm

84) Mediadora: Isso, primeira lei de Ohm. Se eu tenho os dados, o que eu poderia fazer com eles, eu tenho 12 volts e 5 ohms, o que eu posso fazer pra encontrar a corrente elétrica?

85) Aluno 2: Inverte a fórmula

86) Mediadora: Só inverter, fala pra mim e eu vou escrevendo

87) Alunos: Falam em conjunto  $I=U/R$

No turno 68 a mediadora questiona os alunos sobre como calcular a corrente elétrica que passa pelos resistores. No turno 69 o aluno 6 apresenta uma conclusão (C): "Usa a fórmula"; e a garantia (W) que justifica a conclusão do aluno: " $U=R.I$ ".

No turno 83 o aluno 6 apresenta o conhecimento base (B) que fundamenta a garantia apresentada anteriormente: "Primeira lei de Ohm.". No turno 84 a mediadora relembra os dados inseridos em momentos anteriores e questiona os alunos sobre como proceder para calcular o valor da corrente elétrica. Nos turnos 85 e 87 o aluno 2 e outros alunos apresentam falas que consideramos dois qualificadores modais (2Q) que reforçam a garantia do aluno 6 e também validam a sua conclusão (presentes no turno 69): "Inverte a fórmula" e " $I=U/R$ ".

Nessa passagem, a construção da argumentação ocorreu com a interação entre o aluno 6, os outros alunos e a mediadora. A argumentação produzida nessa interação (com estrutura básica do padrão de Toulmin) possui nível 3 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000), pois houve a formação de uma conclusão com justificativa (garantia), dois elementos de qualificadores e um elemento de conhecimento base.

Pelos resultados gerais do terceiro grupo focal percebemos que houve a expressão de argumentos com nível 2 e 3, fato que evidencia a melhoria da argumentação científica produzida pelos alunos.

Também foram desenvolvidas com os alunos atividades experimentais para o estudo dos conceitos de eletrostática (etapa c). Estas atividades experimentais tiveram a duração de três semanas. Para o levantamento das argumentações dos alunos, foi realizado o grupo focal 4, uma semana após o término das atividades experimentais em sala de aula. Ele teve duração total de 38 minutos, sendo que 28 minutos foram para levantamento das ideias dos alunos sobre eletrostática e nos 10 minutos finais os alunos argumentaram sobre os projetos que foram realizados por eles durante o semestre.

Como exemplo, alguns momentos do grupo focal 4 são transcritos e analisados a seguir:

102) Aluno 7: Blindamos o celular com o papel alumínio.

103) Aluno 3: Eu tinha falado para a senhora que da panela de pressão.

104) Mediadora: Ah sim, fala para a gente qual foi a sua ideia?

105) Aluno 3: Então como a professora fez de pegar uma caixa de alumínio para colocar o celular e tirar o sinal do aparelho, eu pensei assim, a panela de pressão é totalmente lacrada, então se colocar o celular e a fechasse, ela não ia dar sinal. [...]

110) Mediadora: Então vamos retomar no caso que vocês falaram do celular. O que aconteceu com o celular depois que vocês enrolaram no papel alumínio?

111) Aluno 3 e 7: Não recebeu a chamada.

112) Mediadora: Não recebeu a chamada. Por quê?

113) Aluno 4: Por causa do papel alumínio, que blindava as cargas.

No turno 102 o aluno 7 lembrou de outra atividade experimental realizada em sala de aula, inserindo outro dado (D): "Blindamos o celular com o papel alumínio". Em seguida, nos turnos 103 e 105, o aluno 3 apresenta um argumento acerca de uma ideia que ele teve e faz uma exemplificação da ciência com o cotidiano, inserindo um dado e formando uma conclusão a partir de uma garantia: "Eu tinha falado para a senhora que da panela de pressão" [D]. "[...] a panela de pressão é totalmente lacrada [W], então se colocar o celular e a fechasse ela não ia dar sinal [C]". Em continuidade ao diálogo, a mediadora retorna ao caso da blindagem do celular com o papel alumínio. No turno 111 os alunos concluem [C]: "Não recebeu a chamada [o celular]". Em seguida, no turno 113, o aluno 4 apresenta o elemento de garantia e qualificador modal: "Por causa do papel alumínio [W], que blindava as cargas [Q]".

Esse processo argumentativo mostra que a partir de um dado os alunos conseguiram formar um diálogo em que foram formadas duas conclusões, com garantias. Devido a presença de um qualificador modal foi possível atribuir nível 3 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000) à referida argumentação.

Na última fase do trabalho em sala de aula (etapa d), os alunos fizeram apresentações dos projetos desenvolvidos com a estratégia de resolução de problemas, com o tema energia elétrica e sustentabilidade. Destacamos como exemplo, parte das apresentações dos alunos:

Aluno 3: A gente percebeu que há uma grande necessidade de obter energia, e como está crescendo a população, maior seria a demanda para cobrir a necessidade de energia. Ai a gente pensou: o Brasil usa em sua grande maioria as hidrelétricas, só que tem um problema, além da falta de água que está acontecendo em São Paulo na Serra da Cantareira, existe também o problema de quando você constrói a usina hidrelétrica, você tem que tirar as pessoas que moram em volta do rio e também existe a questão ambiental [...].

Aluno 1: Então o nosso objetivo foi construir uma maquete de uma casa na praia sustentável, que causasse menos impacto, menos gasto energético. Nós procuramos representar uma casa que fosse ao máximo, sustentável e ecológica. [...]

Aluno 2: Aqui nós temos flutuadores (mostra na maquete). Esses flutuadores captam a pressão do movimento das sondas do mar. Quando bate a onda este movimento assim (faz o gesto de uma onda) faz com que os flutuadores se levantem e desçam e gera energia mecânica e assim essa pressão que é semelhante a uma queda d'água de 400m de altura, faz com que movimente um gerador dentro de uma câmara. E quando acontece isso ela transforma energia mecânica em energia elétrica. E essa energia elétrica pode ser utilizada depois nas casas. Assim o mar pode ser utilizado como uma fonte de energia mesmo.

Aluno 6: E essa energia que vem das ondas é muito sustentável, com essa energia ela polui menos o ambiente. E como a gente pode ver, a nossa casa pode utilizar tanto essa energia das ondas como a dos painéis solares. [...]

O aluno 3 apresenta o dado (D): "necessidade de obter energia"; a conclusão (C): "maior será a demanda" e a garantia (W): "como está crescendo a população". Em seguida o aluno contextualiza a situação para o Brasil, apresentando uma situação problemática com relação às hidrelétricas.

O aluno 1 ao apresentar o objetivo do projeto introduziu o dado, a conclusão, a garantia e o qualificador modal: "construir uma maquete de uma casa na praia sustentável" [D], "que causasse menos impacto" [W], "menos gasto energético" [Q]. "[...]

nós procuramos representar uma casa que fosse ao máximo, sustentável e ecológica". [C].

Na fala do aluno 2:

[...] quando bate a onda este movimento assim [...], faz com que movimente um gerador dentro de uma câmara. E quando acontece isso ela transforma energia mecânica em energia elétrica. E essa energia elétrica pode ser utilizada depois nas casas. Assim o mar pode ser utilizado como uma fonte de energia mesmo... [...].

O aluno apresenta o dado (D): "a onda do mar"; a conclusão (C): "o mar pode ser uma fonte de energia"; a garantia (W): "o movimento do gerador dentro de uma câmara"; o qualificador modal (Q), que valida a conclusão: "essa energia pode ser usada nas casas"; e o conhecimento básico (B) que sustenta a garantia: "transformação de energia mecânica em elétrica". No momento seguinte o aluno 6 forma um argumento com conclusão (C): "E essa energia que vem das ondas é muito sustentável"; a garantia (W): "essa energia ela polui menos o ambiente". E o qualificador (Q): "E como a gente pode ver, a nossa casa pode utilizar tanto essa energia das ondas como a dos painéis solares".

As argumentações produzidas pelos alunos tratam de uma casa 100% sustentável. Houve a construção de quatro conclusões, embasadas em garantias, a partir dos dados inseridos. Essa estrutura "Dado-Garantia-Conclusão" dá validade à argumentação dos alunos (TOULMIN, 2006). O acréscimo dos elementos de qualificadores modais e de conhecimento base insere qualidade ao discurso argumentativo, classificado com o nível 3 (CAPECCHI, CARVALHO, 2000).

Com os resultados foi possível perceber que os argumentos apresentados pelos alunos podem ser considerados válidos. A seguir, a figura 2 representa uma análise geral de todas as entrevistas e apresentações dos alunos. Cabe ressaltar que entendemos como argumentos dos alunos os momentos em que houve expressões de ideias lógicas por um ou mais alunos referentes a um determinado assunto. As falas de cada aluno não foram analisadas de maneira individual, mas dentro do contexto em que estavam inseridas, ou seja, de acordo com a interação que houve entre os alunos na expressão de seus pensamentos.

A seguir, na figura 2 apresentamos uma síntese dos resultados das argumentações dos alunos em todas as atividades realizadas.

Elementos da estrutura do argumento por atividade

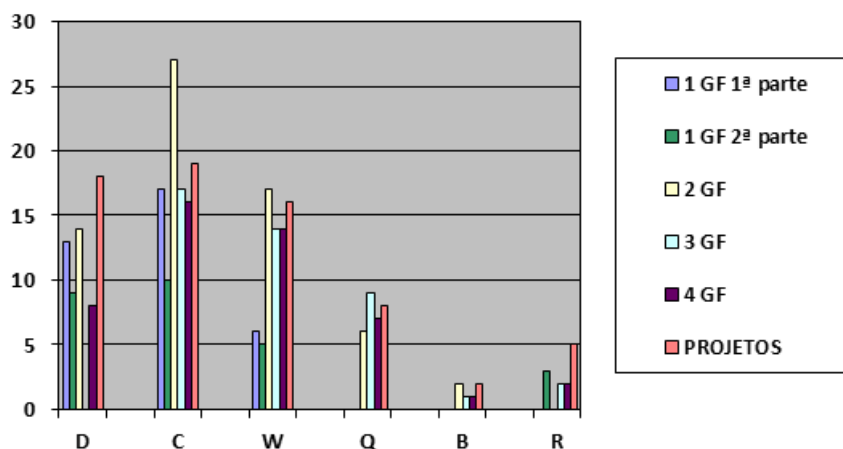


Figura 2. Elementos da estrutura do argumento por atividade.

Fonte: GALVÃO, 2016

Observamos pelos dados apresentados e pela figura 2 que na 1ª parte do grupo focal 1 em que foram levantadas as concepções prévias dos alunos, houve a inserção de quantidades significativas de dados e conclusões, os quais em sua maioria referiam-se aos fatos vivenciados pelos alunos no cotidiano. No entanto, em muitos casos as conclusões formadas eram isoladas e sem justificativas. Quando havia alguma garantia, ela não apresentava explicação científica correta, pois os alunos não tinham nenhum conhecimento formal sobre os assuntos tratados. Por meio da figura acima percebemos também que o elemento de qualificador modal (Q) não apareceu nas argumentações e nem os elementos de conhecimento básico (B) e de refutação (R). Cabe ressaltar que os alunos tiveram 38 minutos para argumentar a respeito dos assuntos propostos pela mediadora.

Em relação a 2ª parte do grupo focal 1 na qual os alunos discutiram assuntos relacionados ao tema “Energia elétrica e sustentabilidade”, após terem assistido em sala um vídeo que introduzia uma situação problema sobre o tema, observamos por meio da figura 2 que houve uma diminuição no número de dados inseridos, de conclusões e de garantias. Acreditamos que esse fato se deve ao menor tempo disponível para as falas dos alunos, aproximadamente de 14 minutos. Percebemos ainda que embora o número dos elementos acima citados da estrutura do argumento tenha diminuído, houve a presença dos elementos de refutação (R), os quais tornaram os argumentos apresentados com mais qualidade, enquadrando-se no nível 3 de argumentação.

No grupo focal 2 podemos visualizar por meio da figura 2 que houve a presença de cinco elementos da estrutura do argumento do padrão de Toulmin: dado, conclusão, garantia, qualificador modal e conhecimento básico. Os alunos fizeram conclusões embasadas em garantias corretas do ponto de vista científico. A presença dos elementos de qualificador modal e conhecimento básico reforçam a nossa tese de que os alunos utilizaram em seus argumentos os conhecimentos trabalhados em sala de aula, por meio das atividades experimentais de demonstração.

Para o grupo focal 3 podemos visualizar pela

figura 2 que não houve inserção de dados pelos alunos. Esse fato aconteceu porque o assunto discutido (circuitos elétricos) é mais complexo, portanto a mediadora sentiu a necessidade de inserir os dados, para que os alunos formassem seus argumentos. No entanto, em relação à presença dos outros elementos da estrutura, o resultado foi satisfatório, pois houve um número significativo de conclusões, qualificadores modais, conhecimento básico e refutação. O número de qualificadores modais foi o mais elevado de todas as atividades, o que nos revela um bom aproveitamento dos alunos em relação ao assunto que foi trabalhado em sala de aula, por meio das TIC. Concluimos que houve um progresso nas habilidades argumentativas dos alunos, pois houve a formação de bons argumentos em um intervalo de tempo de apenas 27 minutos de discussão.

Os resultados do grupo focal 4 também foram satisfatórios, pois percebemos por meio da figura 2 que houve a inserção pelos alunos de todos os elementos da estrutura de Toulmin. Em alguns casos as conclusões apareceram acompanhadas de garantias, qualificadores modais, conhecimento básico e elemento de refutação. Acreditamos que o trabalho com as atividades experimentais em sala de aula possibilitou aos alunos a formação de boas argumentações, num intervalo de tempo de apenas 28 minutos.

Por último, de acordo com os resultados expostos na figura 2, vemos que nas argumentações dos alunos em relação aos projetos também apresentaram uma quantidade expressiva de alguns elementos importantes do argumento. Percebemos que o número de dados, conclusões, garantias, qualificadores e elementos de refutação aumentaram se comparados com o número desses elementos no 4º grupo focal. Destacamos que os alunos apresentaram seus projetos em um intervalo de tempo razoavelmente pequeno, em média cinco minutos para cada projeto apresentado e tiveram um intervalo de tempo de 10 minutos para expressar suas opiniões sobre os projetos executados. Dessa forma, entendemos que houve aprimoramento em suas argumentações.

## 4. Conclusão

O uso em sala de aula das atividades experimentais e de demonstração, da tecnologia de informação e comunicação e o uso de projetos como estratégia de resolução de problemas parece ter sido favorável para exposição de ideias de forma argumentativa, identificada nos grupos focais e na apresentação dos projetos. Os resultados da pesquisa, sobre o trabalho planejado e orientado com o uso das atividades diversificadas em sala de aula, indicam que há evidências de que os alunos ampliam suas habilidades de argumentar cientificamente, quando expostos a uma metodologia pluralista.

No início do primeiro grupo focal não percebemos muitos casos com essa estrutura, o que era esperado, pois os alunos expressaram suas ideias prévias sobre o tema eletricidade, enquadrando-se, portanto, no nível 0 a 2 de argumentação, pois apresentaram muitos argumentos com a estrutura “Dado - Conclusão”. Em alguns casos apareceram garantias, mas com erros conceituais. No entanto, ainda no primeiro grupo focal, em sua última parte, percebemos que os discursos apresentados pelos alunos melhoraram do nível 2 para o nível 3, devido à presença dos elementos de garantia (W) e de refutação (R).

No segundo grupo focal é evidente o progresso dos alunos em suas argumentações, pois verificamos a presença de argumentos com a estrutura “Dado - Garantia - Conclusão”. Em alguns casos houve a inserção dos elementos de qualificador modal (Q) e de conhecimento básico (B). Diante desses resultados concluímos que esses argumentos mais ricos e completos dos alunos evidenciam que o uso das atividades experimentais de demonstração utilizadas em sala de aula, pôde contribuir de maneira significativa para a construção de argumentos válidos pelos alunos acerca dos conceitos de eletricidade, especialmente sobre as especificações dos aparelhos elétricos.

No terceiro grupo focal os alunos expressaram as suas ideias por meio de argumentos ainda mais ricos e completos, quando comparados aos apresentados no segundo grupo focal. O padrão de argumentação

dos alunos continuou com a estrutura “Garantia – Conclusão”, a partir de dados inseridos pela mediadora. E em alguns casos houve a presença de elementos de refutação (R), conhecimento básico (B) e de qualificador Modal (Q).

No quarto grupo focal, após o trabalho com atividade experimental em sala de aula, houve a formação de bons argumentos pelos alunos sobre conceitos de eletrostática. Percebemos que o nível da argumentação continuou com a estrutura essencial “Dado - Garantia - Conclusão” e com a presença de momentos com o acréscimo dos elementos de qualificador modal (Q), conhecimento básico (B) e de refutação (R). Enfatizamos que os discursos apresentados foram considerados válidos de acordo com o padrão utilizado e também apresentaram bons níveis de argumentação.

Na apresentação dos projetos em aula e no momento de expressar as opiniões sobre os projetos durante o quarto grupo focal, os alunos voltaram a apresentar argumentos válidos e bons níveis de qualidade. Houve a presença de estrutura básica “Dado - Garantia - Conclusão”, valorizada em alguns momentos com os elementos de qualificador modal (Q), conhecimento básico (B) e de refutação (R).

Com base nas inferências apresentadas anteriormente, concluímos que o padrão de Toulmin é um instrumento importante para a análise dos argumentos apresentados pelos alunos, pois permite identificar a presença de elementos da estrutura argumentativa que tornaram o discurso válido.

É importante esclarecer que as sequências didáticas pluralistas foram desenvolvidas pelo professor da turma, de acordo com a realidade da sala de aula e com propósito de atingir os objetivos da pesquisa. Dessa forma, ressaltamos que a proposta do pluralismo metodológico pode ser uma alternativa que facilita o processo de ensino e aprendizagem, desde que ela seja planejada e orientada para se atingir propósitos definidos previamente. Nesta perspectiva, acreditamos que os resultados da pesquisa podem contribuir para os estudos acerca do processo de desencadeamento de argumentação científica nos alunos.

## 5. Referências bibliográficas

- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Pioneira Thomson Learning. São Paulo, SP: Brasil. 2004. pp. 19-33.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto: Portugal, 1982.
- BONADIMAM, H.; NONENMACHER, S.E.B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, pp. 194-223, ago. 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1087>>. Acesso em 29 dez. 2018.
- BRITO, L.O.; FIREMAN, E.C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, pp. 123-146, jan-abr. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180107>>. Acesso em 29 de dez.2018.
- CAPECCHI, M.C.V.M.; CARVALHO, A.M.P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, pp. 171-189. 2000. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/592/383>>. Acesso em 29 de dez.2018.
- CARVALHO, A.M.P. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A.M.P. *et al.* **Ensino de Física**. Cengage. São Paulo, SP: Brasil. 2011. pp. 53-78.
- COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 46, n. 5. 2008.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, Nueva York, v. 84, n. 3, pp. 287-312. 2000.
- FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.19, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v19/1983-2117-epec-19-e2658.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2017.
- GALVÃO, I. C. M. O pluralismo metodológico no ensino de física e o aprimoramento da argumentação científica dos alunos. 2015. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.
- GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 24, pp. 149-161. 2003.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, pp. 139-159. 2015.
- LABURÚ, C.A.; ARRUDA, S.M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, pp. 247-260. 2003.
- LARMER, J.; ROSS, D.; MERGENDOLLER, J.R. **Project Based Learning (PBL)**. Buck Institute For Education .California. 2009.
- LEITE, L.; AFONSO. A. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. **Boletim das Ciências**, Santiago de Compostela, v. 48, pp. 253-260. 2001.
- LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In: B. SILVA; L. ALMEIDA (Eds.). **Actas do Congresso Galaico-Português de Psico-Pedagogia**. Universidade do Minho, CD-ROM. Braga. 2005. pp.1751-1768.
- MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais: um estudo de caso. **Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 8, n. 2, pp. 527-538. 2009.

- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, 2002.
- MENDONÇA, P.C.C.; JUSTI, R.S. (2013). Ensino-Aprendizagem de Ciências e Argumentação: Discussões e Questões Atuais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, pp. 187-216. 2013. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2461/1861>>. Acesso em 29 dez.2018.
- MONTEIRO, M.A.A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais: um estudo do discurso do professor e as argumentações construídas pelos alunos**. 204f. (Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2002.
- MONTEIRO, I.C.C.; GASPAS, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, pp. 227-254. 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518>>. Acesso em 29 dez. 2018.
- MONTEIRO, M.A.A.; GERMANO, J.S.E.; MONTEIRO, I.C.C.A. A utilização de recursos multimídia em aulas de física a partir do referencial teórico de Vigotski. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. Curitiba, PR. 2008.
- PEDROSA, M.A.; JOÃO, P.A. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação em Ciências para a Sustentabilidade. In: LEITE, L. *et al.* ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. ATAS. Universidade do Minho. Braga. 2013.
- PINTO, I.L.G. **O progresso de Ciência e o Anarquismo Epistemológico de Karl Paul Feyerabend**. 97f. (Dissertação de Mestrado em Filosofia) - PUC-Rio, Rio de Janeiro. 2007.
- REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **Ensaio – Pesquisa em Educação Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, pp. 1-18. 2002.
- SANTOS, A.C.S.P.T. **As TIC e o Desenvolvimento de Competências para Aprender a Aprender: um estudo de caso de avaliação do impacto das TIC na adoção de métodos de trabalho efectivos no 1º Ciclo EB**. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Aveiro. Aveiro. 2007.
- SARDÀ, A.J.; SANMARTÍ, N.P. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, n. 3, pp. 405-22. 2000.
- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, pp. 97-114. 2011.
- SCARPA, D. L. O papel da Argumentação no Ensino de Ciências: lições de um workshop. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, pp. 15-30. 2015.
- VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, pp. 187-209. 2003.
- TOULMIN, S.E. **Os usos do argumento**. 2. ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil. 2006.







## A CONTEXTUALIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS/TRADICIONAIS DE ALUNOS QUILOMBOLAS: O QUE DIZEM OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS?

### CONTEXTUALIZATION OF THE PREVIOUS/TRADITIONAL KNOWLEDGE OF QUILOMBOLAS STUDENTS: WHAT DO SCIENCE TEACHERS SAY?

### LA CONTEXTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS/TRADICIONALES DE ALUMNOS QUILOMBOLAS: ¿QUÉ DICEN LOS PROFESORES DE CIENCIAS?

Joaklebio Alves da Silva<sup>\*ID</sup>, Marcelo Alves Ramos<sup>\*\*ID</sup>

Cómo citar este artículo: Da Silva, J.A. y Ramos, M.A. (2020). A contextualização de conhecimentos prévios/tradicionais de alunos quilombolas: o que dizem os professores de ciências? *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 152-170. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14319>

#### Resumo

O estudo analisa as concepções de professores de anos iniciais do ensino fundamental de uma escola quilombola a respeito do conhecimento prévio/tradicional dos alunos e a contextualização desses conhecimentos em suas atividades pedagógicas nas aulas de ciências, assim como propõe as Diretrizes Curriculares para a Educação Escolar Quilombola. Através da abordagem qualitativa e com base no diagnóstico, recorte de uma pesquisa-ação, a coleta de dados procedeu através de dois roteiros com questões para entrevista semiestruturada que, posteriormente, foram submetidos a análise de conteúdo em uma perspectiva analítico-interpretativa. Contudo, foi diagnosticado que mesmo não utilizando efetivamente os conhecimentos prévios dos estudantes em sala de aula, os docentes reconhecem sua importância no processo de ensino e aprendizagem, porém, alegam não ter uma formação adequada que ofereça métodos para a inserção desses conhecimentos nas aulas de ciências. Portanto, diante dos dados obtidos, é possível apontar para a necessidade de haver maior atenção para os professores que lecionam em escolas quilombolas, buscando ofertar formação continuada que evidencie práticas pedagógicas voltadas a contextualização dos conhecimentos prévios/tradicionais destes alunos.

**Palavras-chave:** diálogo intercultural entre conhecimentos, quilombolas, formação de professores.

Recibido: 06 de enero de 2019; aprobado: 28 de junio de 2019

\* Mestre em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (Mestrado Profissional em Educação) da Universidade de Pernambuco-UPE- Campus Mata Norte, Nazaré da Mata, Pernambuco, Brasil. Correio eletrônico: joaklebio.silva@gmail.com.

\*\* Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação (Mestrado Profissional em Educação) da Universidade de Pernambuco-UPE- Campus Mata Norte, Nazaré da Mata, Pernambuco, Brasil. Doutor em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE- Recife, Pernambuco, Brasil. Correio eletrônico: marcelo.alves@upe.br



## Abstract

This study analyzes the conceptions of primary school teachers of a Quilombola school about students' previous/traditional knowledge and the contextualization of that knowledge in their pedagogical activities in science classes, as well as proposes curricular guidelines for Quilombola school education. Through the qualitative approach and based on the diagnosis, as part of action research, data were collected using two scripts with questions for a semi-structured interview. Subsequently, the data underwent content analysis from an analytical-interpretative perspective. The finding is that, even without effectively using students' previous knowledge in the classroom, teachers recognize its importance in the teaching and learning processes but claim that they do not have adequate training to apply methods for using this knowledge in science classes. Therefore, the results indicate a need to pay more attention to teachers in Quilombola schools, such as by offering continuous training in pedagogical practices oriented towards contextualizing students' previous/traditional knowledge.

**Keywords:** Intercultural dialogue between knowledge, Quilombolas, Teacher training.

## Resumen

El estudio analiza las concepciones de profesores de básica primaria de una escuela quilombola, acerca del conocimiento previo/tradicional de los alumnos y la contextualización de esos conocimientos en sus actividades pedagógicas en las clases de ciencias, así como propone las Directrices Curriculares para la Educación Escolar quilombola. A través del abordaje cualitativo y con base en el diagnóstico, como parte de una investigación-acción, la recolección de datos se hizo mediante dos guiones con preguntas para una entrevista semiestructurada. Posteriormente se sometieron al análisis de contenido desde una perspectiva analítico-interpretativa. Sin embargo, se ha diagnosticado que, aun sin utilizar efectivamente los conocimientos previos de los estudiantes en el aula, los docentes reconocen su importancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero argumentan no tener una formación adecuada que ofrezca métodos para la inserción de esos conocimientos en las clases de ciencias. Por tanto, a partir de los resultados, es posible indicar la necesidad de prestar mayor atención para los profesores que enseñan en escuelas quilombolas, en la búsqueda de ofrecer formación continuada que evidencie prácticas pedagógicas orientadas hacia la contextualización de los conocimientos previos/tradicionales de estos alumnos.

**Palabras clave:** diálogo intercultural entre conocimientos, quilombolas, formación de profesores.

## Introdução

Em meados do século XX o ensino de ciências tornou-se um dos focos de estudos nacionais e internacionais em diversos aspectos, entre eles, se destacam as concepções epistemológicas sobre o ensino, os valores educacionais associados às ciências naturais, o livro didático de ciências enquanto recurso pedagógico, a formação do professor de ciências, as concepções docentes sobre o ensino de ciências, o processo de ensino e aprendizagem, entre outros (BUENO, FARIAS, FERREIRA, 2012).

O ensino de ciências constitui parte do currículo das diversas instituições de educação básica. No caso de comunidades quilombolas, reconhecidas como tradicionais, quando se fala em educação, é necessário reportar para as questões que formalizaram a educação escolar entre esse grupo étnico. Essa formalização se deu a partir da elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Quilombola que foram estabelecidas por meio da Resolução nº 8 de 20 de novembro de 2012, que dispõe acerca do direito à educação enfatizando o respeito à cultura e a história das comunidades quilombolas que precisam ser inseridas e contextualizadas no meio escolar (BRASIL, 2012).

É pertinente ressaltar que essas diretrizes advogam que a Educação Escolar Quilombola deve ser ofertada em comunidade remanescente de quilombo, seja ela rural ou urbana, ou até mesmo em escolas que recebem alunos oriundos dessas comunidades, requerendo uma organização curricular que considere suas histórias e questões sócio-culturais (SOARES, 2016). Para MUNANGA (2006 p. 72), “os quilombos foram formados de homens e mulheres que se recusavam a viver sob o regime da escravidão e desenvolviam ações de rebeldia e de luta contra esse sistema”.

Por sua vez, a Educação Escolar Quilombola enquanto modalidade de ensino, tende a caminhar na perspectiva da valorização dos conhecimentos produzidos por meio das práticas cotidianas dos alunos para que sejam considerados durante o processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, o

ensino de ciências traz oportunidades para que o docente explore com os discentes o ambiente no qual eles vivem, ofertando-lhes momentos para que haja melhor compreensão sobre como ocorrem os fenômenos naturais ao seu redor através da contextualização de suas aulas com a realidade dos alunos. Acerca do fato descrito, PRUDÊNCIO, GUIMARÃES (2017) defendem ser importante a consideração do contexto do aluno para que a aprendizagem escolar faça sentido, inclusive quando nos referimos a ciências enquanto componente curricular.

Conforme descreve BAPTISTA (2014), é comum que os professores vejam o ensino de ciências como uma forma de transmitir saberes científicos. Esta percepção docente acaba construindo barreiras que impedem perceber a diversidade cultural dos estudantes. Para que possamos considerar os conhecimentos dos alunos nos momentos de ensino, é interessante conhecer o que os docentes pensam sobre a questão e de que forma pode haver uma contextualização desses conhecimentos nas práticas pedagógicas dos professores que lecionam nas escolas quilombolas. A contextualização na qual enfatizamos comunga com o argumento de PRUDÊNCIO, GUIMARÃES (2017) quando dizem que o contextualizar no ensino de ciências pode evidenciar as relações de igualdade e diferença entre os conhecimentos do cotidiano dos alunos e os conhecimentos científicos, ação que tem sido incentivado nas escolas.

Percebendo a importância de conhecer a realidade das aulas de ciências ofertadas na Educação Escolar Quilombola e o que pensam os docentes sobre o conhecimento prévio/tradicional dos alunos, foi preciso saber: Quais as concepções dos professores em relação aos conhecimentos prévios/tradicionais dos alunos quilombolas e sua utilização nas aulas de ciências do ensino fundamental?

Reconhecemos a relevância desta pesquisa devido a presença de poucos trabalhos publicados que explorem a relação entre o ensino de ciências na Educação Escolar Quilombola, mais especificamente o resgate dos conhecimentos tradicionais da população negra que vem sendo desvalorizados com o passar do tempo. A contextualização desses

saberes nas aulas de ciências aponta para o que identificamos como contributos para os estudos da área, colaborando para o processo de ensino e aprendizagem conforme sugerido pelas Diretrizes Curriculares propostas para esta modalidade da educação básica no Brasil.

Assim, o objetivo da presente pesquisa foi analisar, com base em respostas obtidas através de uma entrevista semiestruturada, as concepções de professores de anos iniciais do ensino fundamental de uma escola quilombola a respeito do conhecimento prévio/tradicional dos alunos e a contextualização desses conhecimentos em suas atividades pedagógicas nas aulas de ciências, assim como propõe as Diretrizes que regem as escolas quilombolas no sentido de considerar os saberes tradicionais nos momentos de ensino na educação escolar.

Nesta pesquisa voltada ao ensino de ciências na escola quilombola, enfatizamos os conhecimentos prévios dos alunos nos referindo aos produzidos a partir da relação entre ser humano e natureza no âmbito de um determinado grupo cultural, nos quais, por estarem ligados diretamente a uma comunidade quilombola (população negra), também são referenciados como tradicionais. Isto ocorre devido as práticas socioambientais presentes nessas comunidades, permitindo a produção de conhecimentos que perpassam gerações. O conhecimento prévio/tradicional que tomamos como referência nesse estudo encontra-se a luz dos pressupostos teóricos da etnobiologia conceituada por ALBUQUERQUE, ALVES (2014, p. 17) como sendo área de estudo que “ocupa-se de conhecer o modo como às culturas percebem e conhecem o mundo biológico”, o que os permite construir conhecimentos que se tornam prévios ao saber científico tratado nas escolas.

## 1. Do cultural ao científico: a importância do diálogo entre conhecimentos para o ensino de ciências na Educação Escolar Quilombola

É importante, antes de tudo, conceituar a palavra “conhecimento” para melhor compreensão do

referido termo. Segundo MATA (2009), a palavra vem do latim *cognitio, co-gnoscere*, que de acordo com a etimologia, é formada pela preposição *co*, que na língua portuguesa significa “com”, dando sentido de “junto”; e pela palavra *gnoscere*, que vem do grego *genesis* e significa “gênese, “nascimento”, ou ainda, ato de conhecer (MATA, 2009).

Nessa entendimento, podemos dizer que o ser humano tem a capacidade de produzir conhecimento, tendo em vista que seja algo capaz de ser produzido, por exemplo, através da percepção e compreensão por meio da experiência vivida por cada indivíduo. Esse fenômeno ocorre em diversas culturas em que este conhecimento acaba sendo classificado conforme o contexto em que é produzido.

No presente estudo, destacam-se dois tipos principais de conhecimento e sua relação e contextualização na educação: o conhecimento prévio, que por estar vinculado a uma comunidade tradicional, é considerado como conhecimento tradicional; e o conhecimento científico.

MEDEIROS, ALBUQUERQUE (2012) definem conhecimento tradicional descrevendo ser o:

Conjunto de saberes, práticas e crenças a respeito do mundo natural e sobrenatural, construídos por uma cultura tradicional e geralmente transmitido através da oralidade. O termo tradicional traz uma conotação negativa, no sentido em que imprime uma visão estática e primitiva desse conhecimento, contrariando a natureza adaptativa e dinâmica em que é concebido. Esse conhecimento difere do científico, uma vez que não tem por objetivo generalizar observações em leis universais ou fazer previsões sobre a natureza, mas é extremamente útil para resolver questões que fazem parte do contexto sociocultural das comunidades tradicionais que detêm esses conhecimentos, como também das sociedades modernas. (MEDEIROS, ALBUQUERQUE, 2012 p. 26, grifo nosso)

Em relação ao conhecimento científico, NASCIBEM, VIVEIRO (2015) descreve-o como sendo o saber produzido por instituições que realizam pesquisas e que seguem métodos rigorosos para lhe

atribuir uma qualidade confiável e lhe deferir dos demais (NASCIBEM, VIVEIRO, 2015). Geralmente esses conhecimentos chegam até a sala de aula por meio dos livros didáticos enquanto principal recurso pedagógico usado nas escolas. Além dos presentes nos livros, a escola, sobretudo os docentes, acabam por priorizar nas práticas pedagógicas os conhecimentos resultantes de suas formações acadêmicas, das políticas públicas de educação no país, dos currículos, entre outros, passando a não valorizar os saberes prévios dos alunos.

Como é primordial trabalhar o conhecimento científico na escola e ainda há a busca de melhorias para o processo de ensino e aprendizagem nos diferentes âmbitos culturais, podemos utilizar e valorizar o saber tradicional dos alunos para tornar a aprendizagem mais significativa. Conforme BAPTISTA (2002), a aprendizagem é significativa quando o estudante é levado a refletir sobre sua realidade, considerando a relação de seu conhecimento (prévio/tradicional) com o científico. Acredita-se que a utilização do saber tradicional servirá como uma base para que o conhecimento científico seja melhor compreendido.

BAPTISTA (2002) nos chama a atenção em relação a complexidade dos conhecimentos tradicionais e científicos e justifica que nos momentos de ensino não podemos acreditar que entre eles, um seja certo e/ou errado, ou até mesmo, que um seja mais favorável que o outro (BAPTISTA, 2002), ao contrário, pois o conhecimento científico pode utilizar, por exemplo, o tradicional para formação de seus conceitos e realização de suas pesquisas, ou seja, podemos dizer que é através das inquietações que surgem a partir do conhecimento tradicional que se chega a produção do científico por meio da realização de investigações.

Do ponto de vista de SILVA, PILAU (2012), é possível haver uma relação entre esses dois tipos de conhecimentos, pois:

Os conhecimentos de toda e qualquer comunidade tradicional, são construídos a partir de práticas e experimentações culturais, que estão todas elas

relacionadas ao *locus* geográfico em que se encontram suas tradições, costumes, o que por si só constituem fenômenos complexos, construídos socialmente a partir de práticas e experiências culturais, relacionadas ao espaço social, aos usos, costumes e tradições, cujo domínio geralmente é difuso, e impossível de ser atribuído a um indivíduo particular (SILVA, PILAU p. 174).

A propósito, SILVA, PILAU (2012) afirmam que as comunidades consideradas tradicionais, como as compostas pela população quilombola, dispõem de conhecimentos produzidos através de práticas realizadas durante a vida, é desse conhecimento que identificamos diversos saberes que valem ser valorizados no contexto escolar, inclusive no que concerne ao ensino e aprendizagem de ciências. Através deles é possível promover o diálogo que só será realizado após uma investigação e compreensão dos conhecimentos prévios que os alunos levam consigo para as aulas (BAPTISTA, 2007), essa investigação deve ser realizada pelos professores, principais responsáveis pela mediação de conhecimentos na educação formal.

Em relação à educação escolar em comunidades quilombolas podemos reportar para a educação da população negra no Brasil, onde na antiguidade era negado aos negros, pois a presença dos humanos escravizados na escola era uma ameaça para a sociedade (FONSECA, 2001). Contudo, diante de todo um processo árduo de luta e resistência contra tal questão, o Movimento Social Negro lutou pelos direitos das populações negras, a partir da criação de políticas públicas de ação afirmativa, que também buscaram normatizar a Educação Escolar Quilombola no Brasil, implantada através das discussões que se estabeleceram na década de 1980, contribuindo para reconstruir a função da escola que busca atender a população das comunidades quilombolas (CAMPOS, GALLINARI, 2017).

É necessário que o conhecimento tradicional quilombola esteja contextualizado no processo de ensino e aprendizagem ao decorrer das etapas da educação, entretanto, é preciso haver políticas

públicas voltadas, principalmente, para a formação dos professores. Fazendo referência ao ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, por exemplo, reconhecemos a dificuldade por parte dos docentes ao promover aulas com essa temática. TRINDADE, ARAGÃO (2016) revelam que apesar da legislação para a educação quilombola dispor de inovações com relação a inclusão desta modalidade na educação brasileira, precisamos voltar-se para a formação docente, pois percebemos que as relações raciais não foram trabalhadas efetivamente durante o processo de formação desses professores, e o diálogo entre conhecimento tradicional e científico também configura essas relações.

Através dessa reflexão, percebemos que é relevante haver momentos de formação que apresente ao professor caminhos para reestruturar sua prática pedagógica na perspectiva aqui dialogada, principalmente para os docentes dos anos iniciais do ensino fundamental que já tiveram uma formação inicial reduzida em relação as áreas de conhecimento que lecionam na educação básica. Somando-se a isso, podemos reafirmar que o conhecimento está ligado a uma cultura e essa deve ser indispensável nos locais educativos, entre eles a escola. É a escola, o espaço ideal para a vivência de práticas que aborde a diversidade cultural.

Quando se propõe práticas educativas que considerem a diversidade cultural, temos que analisar os objetos de estudo que são propostos para trabalhar em sala de aula, que por sua vez, trazem conhecimentos pautados na linguagem científica e que, em alguns casos, não são explicitamente reconhecidos e assimilados pelos alunos tornando-se algo extremamente fora do contexto pelo qual eles se encontram. Devido a isso, refletimos sobre as práticas pedagógicas que utilizam unicamente o conhecimento científico durante o ensino, no qual o docente se depara com dificuldades de compreensão por parte do estudante. Não queremos dizer que este conhecimento está dificultando a aprendizagem, ao contrário, ele é extremamente essencial no processo. No entanto, os conhecimentos prévios/tradicionais dos alunos quilombolas podem ser valorizados e

contextualizados, servindo como princípio norteador para a compreensão e produção dos conhecimentos vinculados ao currículo da educação básica e que são trabalhados nos componentes curriculares, podendo estabelecer um diálogo entre conhecimentos.

## 2. Caracterização do campo de estudo e percurso metodológico da pesquisa

O estudo ocorreu na Escola Municipal Adélia Carneiro Pedrosa (EMACP), instituição de ensino localizada na Povoação Quilombola de São Lourenço, em Tejucupapo, comunidade pertencente a cidade de Goiana, Mata Norte do estado de Pernambuco (PE), Brasil.

A referida escola é a única instituição de ensino público municipal da comunidade e encontra-se inserida no centro do povoado de São Lourenço com funcionalidade nos turnos da manhã (matutino), tarde (vespertino) e noite (noturno), ofertando a Educação Infantil, Anos iniciais e finais do Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Este estudo apresenta resultados diagnósticos de uma pesquisa-ação realizada no âmbito de um Programa de Mestrado Profissional em Educação do primeiro autor deste texto e foi destinado a docentes dos primeiros anos do ensino fundamental por reconhecermos o desafio proposto para o pedagogo enquanto responsável pelo ensino nos anos iniciais, tendo em vista o curto tempo de sua formação inicial para cumprir com proposto por todos os componentes curriculares, inclusive ciências. É importante lembrar que esses docentes, em alguns momentos do estudo, são referenciados enquanto professores de ciências, porém, reconhecemos que os mesmos ensinam ciências como competência do pedagogo na educação básica, não tendo uma graduação em licenciatura em Ciências Biológicas.

Vale ressaltar que o estudo esteve vinculada a linha de pesquisa Formação de Professores do Programa de Pós-Graduação em Educação. Colaboraram com o estudo uma professora do 4º ano e um professor do 5º ano com idade entre 34 e 38 anos. Considerando as questões éticas para a pesquisa

científica com seres humanos, foi disponibilizado aos professores o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentando todo o procedimento da pesquisa e a destinação dos dados coletados. O projeto inicial passou pelo processo de qualificação, obtendo aprovação pela banca examinadora e foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) de uma universidade pública no estado de Pernambuco, Brasil.

Para evitar a exposição direta dos sujeitos na investigação, os docentes são citados neste trabalho através de nomes fictícios. Os nomes são de personalidades negras locais que fazem parte da história de Tejucupapo e Povoação de São Lourenço (Goiana-PE), sendo elas: a) Maria Joaquina- que foi uma das líderes da resistência na batalha, em Tejucupapo, contra os holandeses no ano de 1646, fato marcante na história local; b) Agripino- que era um mestre da dança do coco de roda (manifestação da cultura popular brasileira) na Povoação Quilombola de São Lourenço.

A investigação recorre a abordagem qualitativa que de acordo com RAPIMÁN (2015), por se tratar de pesquisa volta as ciências humanas, a mesma busca compreender e analisar os fenômenos sociais, inclusive quando é considerada em estudos no campo educacional.

Para coleta de dados foram utilizadas 20 questões em um roteiro para entrevista semiestruturada que estão apresentadas no Quadro 1 e 2. Das 20 questões, 12 foram de caráter socioeconômico para saber idade, formação dos professores e tempo de trabalho como docentes. Outras duas foram destinadas para

introduzir a entrevista, questionando a professora e o professor sobre as contribuições do ensino de ciências em sua formação inicial e continuada. As seis últimas questões procuraram saber acerca das concepções docentes sobre os conhecimentos prévios dos alunos; as contribuições desses conhecimentos no ensino de ciências; suas considerações acerca da utilização dos conhecimentos dos alunos quilombolas nas aulas de ciências no ensino fundamental; a importância, atribuída pelos professores, sobre os conhecimentos adquiridos no contexto em que vivem seus alunos; e se consideram que esse contexto contribui para ensinar algum conteúdo específico de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental.

Após a realização das entrevistas com os professores, que foram devidamente gravadas em áudio, suas respostas foram transcritas, nos mesmos termos em que faladas, para o Microsoft Word e em seguida categorizadas.

As categorias foram eleitas conforme as respostas dos docentes dadas a partir das questões e de acordo com o objetivo da pesquisa. As mesmas encontram-se inseridas na análise dos dados de forma contextualizada. Ao total, foram consideradas cinco principais categorias de análise, a saber: a) os conhecimentos prévios nas concepções dos professores; b) a utilização dos conhecimentos prévios dos alunos nas aulas de ciências; c) a contribuição do conhecimento prévio do aluno para a aprendizagem em ciências; d) possibilidades de interligação entre conhecimento científico e conhecimento tradicional no âmbito escolar e; e) a importância

**Quadro 1.** Roteiro utilizado para as entrevistas com os professores de ciências referente a sua vida profissional.

Nº	Questões para entrevista	Nº	Questões para entrevista
1	Nome	7	Fez em que instituição?
2	Data de Nascimento	8	Ano de conclusão da graduação?
3	Quais séries leciona atualmente?	9	Possui Pós-Graduação (PG)? ( ) Sim ( ) Não.
4	Tempo de atuação no ensino?	10	Se "sim", qual foi o curso?
5	Tempo que leciona na Educação Escolar Quilombola?	11	Ano de conclusão da PG?
6	Qual seu curso de graduação?	12	Instituição que fez a PG?

Fonte: os autores.

**Quadro 2.** Roteiro utilizado para as entrevistas com os professores referente a sua formação inicial e continuada, e suas concepções sobre a utilização dos conhecimentos prévios dos alunos quilombolas nas aulas de ciências.

Nº	Questões para entrevista
1	Qual foi a contribuição da sua formação inicial no que se refere ao “ensino de ciências”?
2	Você já participou de alguma formação continuada que abordou temáticas referentes ao ensino de ciências?
3	O que você entende por conhecimentos prévios?
4	Você acha que no ensino de ciências os conhecimentos prévios dos alunos contribuem no processo de ensino aprendizagem? ( ) Sim. Por quê? ( ) Não. Por quê?
5	Você utiliza os conhecimentos prévios dos alunos em suas aulas de ciências? Se “Sim”, de que forma? Se “Não”, por quê?
6	Quais são as suas considerações acerca da utilização dos conhecimentos dos alunos quilombolas nas aulas de ciências no ensino fundamental?
7	Você acha possível fazer uma interligação entre os conteúdos dos livros didáticos e a realidade dos alunos? Se “Sim”, de que forma? Se “Não”, por quê?
8	Sabendo que cada aluno vive em um determinado contexto, você atribui alguma importância aos conhecimentos adquiridos no contexto em que vivem seus alunos? ( ) Sim ( ) Não. Se “Sim”, você considera que esse contexto contribui para ensinar algum conteúdo específico de ciências? Se “Não”, por quê?

Fonte: os autores.

dos conhecimentos dos estudantes contruídos no contexto em que vivem.

Os dados foram submetidos a análise de conteúdo em uma perspectiva analítico-interpretativa. A análise interpretativa seguiu etapas sugeridas por GOMES (2012), em relação à análise de conteúdo, sendo elas: a) leitura do material disposto a partir da coleta de dados; b) exploração do material coletado decompondo os dados em categorias de análise; e por fim, c) elaboração de síntese interpretativa buscando interpretar, de forma lógica, o conjunto de dados tidos como materiais para análise, articulando-o com os objetivos da pesquisa e com os dados empíricos, sendo discutidos com uma base teórica de outros autores e autoras que tratam do tema (GOMES, 2012).

### 3. Resultados e discussão

#### a. Da vida profissional dos docentes

Entre os docentes que participaram da pesquisa, uma delas (Maria Joaquina) é graduada em Pedagogia a 10 anos (obtendo o título em 2007), com

especialização em Psicopedagogia (em 2010) e 16 anos de experiência em anos iniciais do ensino fundamental, dos quais seis anos é na Educação Escolar Quilombola.

O outro docente (Agridino) também é graduado em Pedagogia (obteve o título em 2009) a oito anos e possui uma segunda licenciatura em Educação Física (em 2016), sendo especialista em Pedagogia Afirmativa: Educação, Cultura e História na Perspectiva Afroindígena (em 2017). Desenvolve atividades docentes a nove anos, sendo seis na Educação Escolar Quilombola.

A formação inicial da professora e do professor em Pedagogia os habilita a lecionar em anos iniciais do ensino fundamental. Porém, apenas o professor Agridino possui uma formação continuada (especialização) voltada a eixos culturais, tendo sido uma oportunidade para que o docente estudasse questões que envolvessem a importância da contextualização dos conhecimentos prévios/tradicionais dos estudantes na educação escolar. A mesma questão pode ter ocorrido nos estudos referentes ao ensino de ciências, tendo em conta que ambos, a professora e o professor, são pedagogos e tiveram

aporte teórico e prático destinados a anos iniciais da educação básica.

JESUS (2017), fundamentando-se no recurso político-jurídico nacional de nº 10.639/2003, que propõe, em caráter obrigatório, a inserção da História e Cultura Afro-Brasileira e africana nos currículos escolares, afirma ser essencial que os cursos de licenciatura formem profissionais capazes de trabalhar com essa temática nas escolas. Apesar disso, muitos dos cursos de formação de professores não ofertam disciplinas que estejam voltadas a formar docentes para tratar da questão racial ou temas afins em sua prática pedagógica, isto reflete na dificuldade de compreender a proposta da aplicação da lei na escola, levando o professor a ter dificuldades de inseri-la em suas aulas (JESUS, 2017).

Aos poucos percebemos a inserção desses estudos na formação inicial dos professores em alguns estados do Brasil. Exemplo disso é exposto por SILVA (2017), quando nos informa que, no ano de 2015, foi institucionalizada a disciplina de Educação das Relações Étnico-Raciais na Universidade Federal da Paraíba (PB), sendo normatizada em todos os cursos de graduação- licenciatura e bacharelado, à distância e presencial- por meio da Resolução 016 do Conselho Superior de Ensino, Pesquisa e Extensão. O autor ainda informa que o mesmo ocorreu em PE com a Universidade Federal Rural de Pernambuco, que tornou obrigatória para os cursos de licenciatura e optativa para os cursos de bacharelado, a disciplina Educação das Relações Étnico-Raciais, através da Resolução 217/2012 (SILVA, 2017) do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão.

É evidente que a ausência da abordagem da temática na formação inicial dos professores é um fato que impede a efetivação da lei nas escolas, contudo, existem outros fatores que contribuem com essa problemática educacional. Dentre eles, é possível citar a invisibilidade da população negra na sociedade, o que resulta na não valorização e inserção dos assuntos relacionados à História e Cultura Afro-Brasileira e africana nas instituições de ensino, passando a ofertar um currículo eurocêntrico. Atualmente a ausência dessa temática na

formação inicial dos professores, inclusive dos pedagogos, também reflete em seu fazer pedagógico, uma vez que precisam de formação continuada que aborde essa questão, levando-os a trabalhá-la nos diferentes componentes curriculares, não estando apenas ligada à disciplina de História. Entretanto, além dessa ação, é de vital relevância que o docente seja sensível e esteja disposto a quebrar o paradigma eurocentrado presente no meio escolar.

Por outro lado, por ser uma investigação acerca das concepções docentes sobre conhecimento prévio e sua utilização no ensino de ciências, foi preciso saber dos professores as contribuições de sua formação inicial e continuada no que versa ao ensino de ciências, pressupondo que durante sua formação tenham tido a oportunidade de estudar e discutir questões que envolveram a contextualização dos conhecimentos prévios dos alunos em sala de aula.

Segundo o relato dos docentes, em sua formação inicial tiveram a oportunidade de estudar metodologias referentes ao ensino de ciências, fundamentos de ciências e meio ambiente através de disciplinas específicas do curso de Pedagogia, o que os levou a ter uma noção básica do que trabalhar na sala de aula em anos iniciais do Ensino Fundamental, com a convicção de que outros métodos iriam surgir ao decorrer do processo em sua profissionalização docente através da experiência em sala de aula. Este relato estrutura-se a partir das respostas apresentadas por Maria Joaquina ao dizer: “[...] *Eu tive! Metodologia das ciências...*” bem como Agripino:

Teve Fundamentos de ciências. É... viu aquela questão bacana de como trabalhar com o Ensino Fundamental I, né? E ali também, eu acho que incrementou também com a questão do meio ambiente... uma disciplina de meio ambiente, que... é... contribuiu bastante assim... pra ter na prática. Eu não “cheguei cego” no contexto escolar. (Agripino)

Além da formação inicial, os docentes foram questionados sobre sua formação continuada voltada ao ensino de ciências, especificamente, a



participação em cursos de formação nos quais reconhecemos que esses sejam mais frequentes e mais ofertados para formação contínua dos docentes. Os professores revelaram não terem participado de curso de formação destinado a essa área já que, em sua maioria, são ofertados cursos e minicursos que tratam de questões sobre Língua Portuguesa (linguagem, letramento, escrita, etc.): *“Olhe... eu já participei, agora... eu acho que não foi de Ciências não. Geralmente é uma coisa geral. É mais a parte de linguagem. Entendesse?”* (Maria Joaquina).

Agripino também confirmou não ter participado de curso de formação na área de ciências, apenas relatou que havia frequentado uma formação que foi ofertada por uma empresa local com o objetivo de trabalhar com os professores temáticas sobre meio ambiente, especificamente o desmatamento e reflorestamento das áreas de mata atlântica, para que obtivesse o planejamento de um projeto como produto final dessa formação. Mas, por envolver questões políticas, o curso não foi concluído e seus objetivos não foram alcançados.

*Rapaz... teve no início... o ano passado com advento (nome da empresa) aqui... essa história de que... aquele processo né: desmata pra depois fazer um reflorestamento e fazer tipo um projeto, né? Um certo projeto. Mas aí começou e acredito que devido a questão política não terminou. Agora deu o início de uma formação continuada, mas não terminaram.* (Agripino)

Logo, os professores não tiveram cursos de formação continuada voltados ao ensino de ciências, pois notamos que suas práticas pedagógicas são subsidiadas pelo o que lhes foi ofertado durante a graduação e pela experiência adquirida no decorrer de suas vivências em sala de aula. Entretanto, além de cursos, reconhecemos que a experiência docente também compõe a formação continuada dos professores sendo algo de extrema necessidade no que toca a sua prática pedagógica.

Os cursos de formação continuada voltados ao ensino de ciências nos anos iniciais são cada vez

mais necessários, levando em consideração a formação inicial do pedagogo que, ao lecionarem no referido nível de escolarização, acabam por proporcionar aulas predominantemente teóricas, privilegiando livros didáticos descontextualizados da realidade dos estudantes (OVIGLI, BERTUCCI, 2009), principalmente quando se fala em contextos culturais tão específicos como é o caso da comunidade quilombola.

Nesse panorama de respostas, também percebemos que a professora e o professor não relataram, diretamente, sobre a abordagem do ensino de ciências nos cursos de especialização no qual são formados. Isso indica que não houve a abordagem do ensino de ciências nos referidos cursos, pois os docentes citaram informalmente a ausência no momento da entrevista confirmando essa hipótese. Tendo em vista que são cursos inseridos em áreas muito específicas de formação (Psicopedagogia e Pedagogia Afirmativa: Educação, Cultura e História na Perspectiva Afroindígena), dificilmente essa abordagem estaria inserida em disciplinas do currículo das especializações dos professores.

O que constatamos é que a formação inicial desses docentes poderia fornecer-lhes estudos que priorizassem a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos no ensino de ciências, já que a disciplina nos oportuniza trabalhar objetos de estudo referentes ao meio ambiente e seres vivos, o que nos permite partir do que o aluno já sabe para aquilo que o mesmo precisa saber.

Além disso, é fundamental que seja disponibilizada formação continuada para todas as disciplinas da educação básica e não esteja restrita apenas a uma área do conhecimento, mesmo esta sendo importante para a formação do indivíduo. O currículo do ensino básico é composto por vários componentes curriculares e todos eles necessitam de atenção em relação à formação continuada.

É importante que o ensino de ciências proporcione aos estudantes conhecimentos e oportunidades de desenvolver capacidades para compreender a sociedade e o que passa a sua volta. Esta ação pode ser proposta por meio da relação entre os saberes

prévios/tradicionais e os científicos. MIOLA, PIETROZAN (2015) partem do pressuposto de que a ciência é resultado das relações estabelecidas entre o ser humano e o meio ambiente, estando elas determinadas social e historicamente, nos quais os conhecimentos produzidos a partir dessas relações podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

As crianças com seis a dez anos, cuja idade é própria aos anos iniciais do ensino fundamental, possuem uma curiosidade em relação aos fenômenos naturais com o qual interagem em seu cotidiano. Diante disso, os professores que lecionam neste nível de ensino relatam dificuldades para ensinar ciências, pois sua formação não disponibilizou um estudo aprofundado da área (AUGUSTO, AMARAL, 2015). Diante desta problemática, acreditamos que a valorização dos conhecimentos prévios dessas crianças possa colaborar no processo de ensino e aprendizagem já que as mesmas detêm de uma curiosidade que busca explicação para determinados fatos que ocorrem em seu entorno, e o ensino de ciências pode explicá-los havendo melhor compreensão.

### **b. Das concepções de conhecimento prévio e sua utilização nas práticas pedagógicas de ciências na Educação Escolar Quilombola**

Por percebermos que os estudos sobre conhecimentos prévios no ensino de ciências não estiveram presentes na formação desses professores, eles foram questionados sobre o que entendiam referente a esses conhecimentos.

Os conhecimentos prévios dos alunos também referem-se a saberes culturais que são construídos através de vivências realizadas no seu meio, sendo estes adquiridos cotidianamente a partir da diversidade de saberes existentes em sua comunidade e fora dela. Aspectos voltados à cultura dos alunos foram expostos, pelos professores, como estando ligados diretamente ao que vem ser conhecimentos prévios. É evidente que esses conhecimentos também podem ser produzidos previamente ao

contexto escolar a partir do que os sujeitos sabem sobre determinados assuntos presentes em sua cultura, mas não necessariamente estão ligadas a ela. Essa concepção docente pode ser reflexo da ausência da abordagem de discussões e estudos sobre esses conhecimentos na formação inicial desses docentes.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCNs- (BRASIL, 1997) já evidenciavam que para o ensino resultar em uma aprendizagem significativa é preciso propor ações pedagógicas que despertem a atenção do aluno para a aprendizagem, como por exemplo, estabelecer relações de igualdade e diferença entre os conhecimentos prévios em relação a um determinado conteúdo disciplinar e com os conhecimentos científicos dispostos pela disciplina em estudo. Essa discussão apresentada pelos PCNs em 1997 esteve recente na formação do pedagogo, inclusive nos anos em que os professores, sujeitos desta pesquisa, estiveram em processo de formação inicial (entre os anos de 2003 a 2009). Atualmente, essa discussão é proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) voltada a área de ciências da natureza no sentido de que o aluno compreenda e interprete o mundo e realize investigações com base em problemas cotidianos considerando sua diversidade cultural.

Acredita-se que ocorreu uma tentativa de melhor explicar o que seria conhecimentos prévios segundo Maria Joaquina, que relatou ser:

*A linguagem deles, o que eles comem... que tem coisas assim... que eu nunca comi, desconhecia. O modo como eles falam. O jeito até de se vestir. Isso eu percebi aqui que é diferente do que eu era acostumada a ver, da minha cultural... (Maria Joaquina)*

Em certo momento, a docente descreve o que vem ser a cultura dos alunos, destacando questões sobre sua alimentação, oralidade e modos de se vestir, o que não foi questionado para a mesma. Embora, só ao fim de sua resposta, Maria Joaquina diz que o conhecimento prévio: “[...] seria o conhecimento que eles (alunos) trazem de casa”.

No discurso de Agripino fica mais visível sua concepção acerca do que seriam conhecimentos prévios, o que pode ser reflexo desse ter uma formação mais atual, devido à segunda licenciatura que concluiu no ano de 2016 e sua especialização em 2017: *“O conhecimento prévio é a bagagem que ele vem dos anos anteriores, de relação de vida, de relação cultural, de elementos culturais, então eu acho que... o prévio se encaixa nisso”* (Agripino).

Para SOLÉ (1998), os conhecimentos prévios constituem-se em esquemas formados através da representação que o indivíduo possui sobre sua realidade. AUSUBEL (2003) considera como conhecimento prévio o conjunto de saberes procedimentais, afetivos e contextuais que se encontram configurados na estrutura cognitiva prévia do aluno.

De certa forma, direta ou indiretamente, os professores reconhecem que os conhecimentos prévios tratam-se dos saberes que os estudantes também constroem em sua vida escolar e, principalmente, fora dela. Isso pressupõe que há possibilidade dos docentes reconhecerem que esses conhecimentos podem contribuir na aprendizagem escolar dos alunos.

Ao serem questionados sobre a contribuição dos conhecimentos prévios dos alunos para o processo de ensino e aprendizagem em ciências (Você acha que no ensino de ciências os conhecimentos prévios dos alunos contribuem no processo de ensino-aprendizagem?), os docentes disseram que *“Sim, com certeza”* (Agripino), porém ficou explícito em seus discursos que os mesmos apenas supõem que esses contribuiriam no ensino de ciências, não havendo certeza, na prática, por parte dos docentes. Este cenário fica evidente quando Maria Joaquina responde que: *“Olhe... [momento de silêncio] certeza que sim, sabe? Certeza que sim, agora eu não sei muito bem o que, mas com certeza sim. Sei que contribui, mas nunca parei para trabalhar e contextualizar isso em sala de aula porque eu nunca tive formação para trabalhar em uma comunidade quilombola”*.

A certeza dada pelo professor e pela professora é um ponto de vista daquilo que eles acreditam que

possa ocorrer caso passe a considerar os conhecimentos prévios nas aulas de ciências. Na resposta da docente, percebemos que sua concepção sobre as contribuições dos conhecimentos prévios no ensino de ciências serve apenas para a Educação Escolar Quilombola, quando justifica dizendo que não teve formação adequada para trabalhar nessa modalidade de ensino. No entanto, os conhecimentos prévios dos alunos podem ser investigados e utilizados em sala de aula independentemente da modalidade de ensino na qual ocorre essa prática. Porém, na Educação Escolar Quilombola, conforme afirma BRASIL (2012), esses conhecimentos devem ser prioritariamente valorizados na escola.

A partir do que supuseram os professores, utilizamos a seguinte pergunta para melhor evidenciar seu discurso: Você utiliza os conhecimentos prévios dos alunos em suas aulas de ciências? Através desse questionamento, notamos que, quando os docentes falam de conhecimento prévio e dizem ter certeza que este contribui para o ensino de ciências, suas concepções são expostas considerando este cenário de forma superficial, ou seja, os professores tem a consciência de que utilizam os saberes prévios dos alunos quando passam a questioná-los nos momentos iniciais da aula para saber se o estudante conhece algo relativo ao conteúdo que será trabalhado. Porém, encontramos equívocos nesse sentido, pois a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos encontra-se além de meros questionamentos no início das aulas. Nessa questão Agripino diz que: *“Geralmente sim! Quando a gente passa do contexto prévio pra um contexto mais assim... como posso dizer?... mais cientificamente”*, e completa exemplificando uma de suas aulas sobre o corpo humano, quando questiona os estudantes sobre as partes do corpo com o objetivo de que eles já conheçam e respondam dizendo o nome de todos os membros. Na verdade, os professores veem esses questionamentos importantes no sentido de que o aluno passe a *“interagir”*, segundo Maria Joaquina, nas aulas e não no sentido de considerar e utilizar, efetivamente, o que os estudantes conhecem sobre o conteúdo.

Como a questão não foi explorada, estudada e/ou discutida durante a formação inicial, apontamos para a necessidade da professora e o professor ter uma formação contínua que os ofereça formas efetivas de consideração e contextualização desses conhecimentos em suas aulas. É importante saber que questionamentos são necessários no processo de investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes, ainda assim há outras formas e instrumentos que servem para investigar esses conhecimentos obtendo uma quantidade mais significativa de dados, sendo eles: entrevistas, mapas mentais, produções textuais, rodas de conversa, elaboração de desenhos, entre outros.

Os referidos dados, de certo modo, indicam que as aulas de ciências ainda são ofertadas sob a égide do ensino tradicional e centradas na supervalorização de conhecimentos científicos contribuindo para a não valorização dos saberes culturais dos discentes, quando deveriam ser uma forma de diálogo entre diferentes saberes.

Do mesmo modo, BASTOS (2005) considera ser importante que os professores identifiquem o que seus alunos sabem acerca de um objeto de estudo, tendo em vista que representam uma importante maneira de contextualizar o processo de ensino e aprendizagem tornando o ensino mais significativo. Mas, não basta que os docentes apenas identifiquem esses conhecimentos, é preciso estabelecer diálogos com o que pretende-se trabalhar nas aulas, problematizando-os e contribuindo para a produção de novos conhecimentos.

Os professores dos anos iniciais do ensino fundamental geralmente atestam a dificuldade de promover práticas contextualizadas com a cultura quilombola, fato indentificado na pesquisa realizada por TRINDADE, ARAGÃO (2016) com docentes da Educação Escolar Quilombola que informaram não terem estudado, em sua formação inicial, os conteúdos sobre a História da África e dos africanos e que não se sentem preparadas para abordar o tema em sala de aula. A questão que envolve a utilização dos conhecimentos prévios/tradicionais quilombolas caminha, basicamente, por este cenário haja vista que esses saberes advém da cultura dos estudantes.

Em suas respostas, os docentes também têm a concepção de que os conhecimentos prévios dos alunos podem contribuir para a aprendizagem em ciências, considerando que as relações que se estabelecem entre seres humanos e meio ambiente são frequentes, ou seja, a disciplina de ciências é uma das que proporcionam oportunidades de inserir esses conhecimentos durante o processo de ensino.

Contudo, os docentes relatam suas concepções gerais sobre a utilização dos conhecimentos dos alunos quilombolas nas aulas de ciências, quando questionados: Quais as suas considerações acerca da utilização dos conhecimentos dos alunos quilombolas nas aulas de ciências no ensino fundamental?

*Quando a proposta da aula é falar do meio ambiente, os alunos mostram-se interessados, já possuem um conhecimento prévio sobre a importância do mangue para sua própria sustentabilidade, isso é passado de geração em geração desde a época de suas avós, hoje muitos não vivem mais de pesca por conta das fábricas instaladas no município, mesmo com isso o conhecimento prévio de cada aluno tem muita importância nas aulas de ciencias.* (Maria Joaquina, grifo nosso)

O relato de Maria Joaquina afirma a relevância de considerar os conhecimentos prévios nas aulas de ciências, inclusive quando se trabalham conteúdos voltados à biodiversidade. A docente relata que os alunos têm interesse em participar das aulas quando o conteúdo versa temáticas voltadas ao meio ambiente, momento em que os estudantes apresentam conhecimentos prévios sobre o manguezal-ecossistema em que estão inteiramente ligados devido a experiência nesse ambiente.

Seria necessário que a professora se apropriasse deste discurso, fazendo uma reflexão crítica da própria prática educativa já que a mesma percebe a interação dos estudantes ao considerar, brevemente, os conhecimentos prévios nos momentos de aula. A utilização desses conhecimentos poderia estar frequente e eficazmente sendo utilizados nas aulas de ciências, o que não demonstra ocorrer,

pois foi afirmado anteriormente que esses saberes são meramente explorados através de questionamentos iniciais apenas ao introduzir a aula. O que pode refletir o fato desses estarem sendo aos poucos desmistificados e/ou desvalorizados e extintos do meio escolar é justamente a falta de sua utilização no processo de ensino e aprendizagem. Mesmo usando apenas questionamentos iniciais no momento de ensino, os estudantes apresentam um maior interesse em participar das aulas, o que nos ajuda refletir sobre a importância da consideração desses conhecimentos na escola.

Agripino diz o seguinte sobre a questão:

*Existem dois fatores importantes no relativismo das nossas crianças. O primeiro fator é a possibilidade de **morar no campo (área rural) e beirando o mangue**. Esses privilégios geográficos que os alunos têm precisa ser levado em consideração. O outro fator fica atrelado aos **elementos de comunicação facilitado pela globalização**. Isso implica saber que o que acontece no mundo, torna-se do nosso conhecimento sem sair de casa. **O modo como esses alunos estão vivenciando, precisa ser trabalhado de maneira interdisciplinar na sala de aula**. A dificuldade de acesso a água potável, as queimadas nos canaviais, a poluição no mangue, os altos índices de verminoses. Falta de saneamento básico, são fatores relativos no dia-dia desses alunos, **sendo levado em consideração sim, nas nossas aulas de ciências**. (Agripino, grifo nosso)*

O docente fala da relatividade do conhecimento das crianças apresentando dois fatores que, segundo ele, são oportunidades para utilizar os conhecimentos dos alunos quilombolas nas aulas: o primeiro é o fato dos estudantes residirem em uma área rural próximo ao manguezal- o que lhes propicia conhecer o ecossistema e as relações que ocorrem em seu meio; e o segundo trata-se dos conhecimentos que os alunos adquirem através da comunicação estabelecida mundialmente, ou seja, as informações sobre diversas questões passam a ser conhecidas pelos alunos sem ao menos eles saírem de casa.

Em sua resposta, o professor apresenta fatos afirmando que os alunos possuem conhecimentos prévios que podem ser trabalhados nos momentos de ensino, porém, mesmo afirmando, o docente não se apropriou da potencialidade desses conhecimentos no que tange ao processo de ensino e aprendizagem, tornando este procedimento muito mais significativo para os estudantes por partir do que eles já conhecem. Nesse cenário, pode-se destacar o diálogo defendido por BAPTISTA (2014) em relação à delimitação de saberes e contextos de aplicabilidade. Este diálogo ajuda a valorização e manutenção da identidade cultural do aluno sem desprepará-los para a cidadania fora das suas comunidades (BAPTISTA, 2014).

O docente também descreve problemas socioambientais que são comuns no contexto em que vivem seus alunos e indica que esse modo de vida precisa ser trabalhado em uma perspectiva interdisciplinar. Agripino percebe a importância desses conhecimentos e aponta suas possíveis contribuições nas demais disciplinas do currículo da educação básica, não necessariamente a disciplina de ciências, problematizando esses conhecimentos através de diálogos e demais formas de contextualização em sala de aula. Por fim, ele confirma que em suas aulas de ciências esses conhecimentos são valorizados. O que se sabe é que essa valorização não ocorre de forma efetiva como deveria ser, visto que o cientificismo ainda se faz presente em suas aulas.

Essa questão da utilização dos conhecimentos prévios dos alunos no ensino de ciências é um fator relevante que colabora tanto para a formação do professor quanto para a aprendizagem em ciências, o que percebemos ser importante sua inserção através de ações que contribuam para que esses docentes pensem de forma diferente e que passem a pôr em prática aquilo que eles acreditam que colabore para tornar a aula condizente com seu contexto de trabalho.

No entanto, VITORASSO (2010) ressalta que os conhecimentos prévios dos estudantes não podem ser considerados apenas no início das atividades/aulas, é impreterível que eles sejam trabalhados

frequentemente dispendo de um ensino que problematize esses saberes em busca da produção de novos conhecimentos (VITORASSO, 2010). Segundo CERQUEIRA, GONZALEZ (2016), no contexto da educação vista em um espaço formal (escolar), esses desafios sempre se destacam na prática dos professores os ligando aos espaços não formais, na tentativa de relacionar as áreas de educação e cultura.

Do ponto de vista de KOVALSKI, OBARA (2013), é importante valorizar os conhecimentos de uma determinada comunidade/grupo, em razão de que, além de resgatar os saberes que por vezes vão sendo esquecidos com o tempo, proporciona-se, também, o fortalecimento sociocultural da comunidade (KOVALSKI, OBARA, 2013) podendo contribuir para o reconhecimento da cultura quilombola nas escolas.

CARRIL (2017), ao escrever sobre os desafios da Educação Escolar Quilombola no Brasil, reforça a questão do papel da escola sobre perceber que há diferenças entre cada aluno. Com isso, a autora diz que a escola não pode atuar sobre os estudantes como se todos fossem iguais obtendo os mesmos conhecimentos. Nesse mesmo sentido, evidencia as Diretrizes para a Educação Escolar Quilombola e destaca o conhecimento dos estudantes construídos em seu meio, apontando como uma forma adequada de inserção dos afrodescendentes no âmbito escolar (CARRIL, 2017).

Atualmente é comum identificar abordagens científicas nas práticas dos professores de ciências, pois são planejadas considerando o currículo em que a cultura dos estudantes fica reservada sem espaço para relacionar com o exposto nas aulas (BAPTISTA, 2014). Com isso, a educação pautada no conhecimento científico substitui os conhecimentos prévios dos alunos. Ainda assim, a professora e o professor consideram que há possibilidades para que os conhecimentos prévios dos alunos possam ser interligados/relacionados com os conhecimentos científicos, entre eles, os disponibilizados nos livros didáticos presentes na escola, mesmo não comungando seriamente desta ideia em sua prática docente. Isto é evidente em suas respostas quando são questionados: Você acha possível fazer uma

interligação entre os conteúdos dos livros didáticos e a realidade dos alunos? E afirmam: “Com certeza. Isso sim. Com certeza!” (Maria Joaquina). “É preciso... é preciso acontecer isso” (Agridino).

Conforme impõe BRASIL (2012), os estudos sobre a realidade das comunidades quilombolas brasileiras precisam estar presentes na formação (inicial e continuada) dos professores, inclusive quando esses profissionais estão sendo formados para lecionar na Educação Escolar Quilombola, o que não é o caso dos professores participantes deste estudo.

Com isso, BAPTISTA (2014) destaca a importância do diálogo intercultural no ensino de ciências e na formação do professor e enfatiza que, apesar da argumentação sobre a relevância e a necessidade de compreender a ciência como mais um tipo de cultura, na maioria das salas de aula, predomina a prática pedagógica cientificista centrada apenas na transmissão e reprodução de conhecimentos científicos considerados como os únicos e verdadeiros, além disto, descontextualizados com a realidade dos estudantes (BAPTISTA, 2014).

Para mais, foi feito o seguinte questionamento para os docentes: Sabendo que cada aluno vive em um determinado contexto, você atribui alguma importância aos conhecimentos adquiridos no contexto em que vivem seus alunos? ( ) Sim ( ) Não. Se “Sim”, você considera que esse contexto contribui para ensinar algum conteúdo específico de ciências? Se “Não”, por quê?

Maria Joaquina apresentou a seguinte resposta:

*Há sim! A gente sempre tem um olhar diferenciado pra isso. A gente sabe que muitas vezes eles querem largar cedo pra ir justamente pro mangue porque precisam ir pro mangue, porque tem que ajudar. Às vezes eles não vem pra aula porque tinha ido pegar marisco. (Maria Joaquina)*

Neste cenário, observamos que a docente compreende as questões culturais dos alunos, compreende também que às vezes eles necessitam sair cedo ou faltar à aula para ir ao manguezal, mesmo assim, não apresentou diretamente se, de fato, atribui

alguma importância aos conhecimentos adquiridos no contexto em que vivem seus alunos. Mesmo não ficando evidente a resposta da professora, a questionamos para saber se o contexto que residem os estudantes pode contribuir para ensinar algum conteúdo específico de ciências, o que a mesma afirmou e apontou a “[...] *conservação do meio ambiente*” (Maria Joaquina) como conteúdo em que pode ser considerado o local de vivência dos alunos nos momentos de ensino.

Agripino também relatou alguns conteúdos que podem ser dialogados com os conhecimentos construídos no contexto em que vivem seus alunos. Apresentou o meio ambiente e sua conservação como um conteúdo de ciências que pode ser relacionado ao contexto de vida dos estudantes:

*Ó... meio ambiente, é... a questão histórico-cultural, a forma de organização deles que é o meio de vida né... se eles preservar o meio ambiente, se eles preservar aquilo que ele faz a extração... acho que... que é... tem uma relação Ciências e a vida deles, o cotidiano. [...] questão canavial, da questão marítima, da questão... manguezal... (Agripino, grifo nosso)*

Em geral, podemos afirmar que as escolas não são os únicos locais onde os indivíduos constroem novos saberes. Os seres humanos adquirem experiências nos variados meios socioculturais que participam por isso a educação formal não pode desconsiderar a riqueza de experiências trazidas por cada estudante para sala de aula (BAPTISTA, 2014).

O ensino de ciências dispõe de inúmeras contribuições em relação a aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental, entre elas, a possibilidade de promover a alfabetização científica “de modo que o educando possa refletir sobre o conhecimento científico de forma a realizar leitura de seu entorno social, no qual este conhecimento se faz cada vez mais necessário” (OVIGLI, BERTUCCI, 2009 p. 195).

Diante dos conhecimentos produzidos no ambiente não escolar, CERQUEIRA, GONZALEZ (2016) descrevem que o ambiente que se encontra fora da sala de aula pode contribuir no processo de

aprendizagem, oferecendo, além de um espaço diferenciado, “uma proposta pedagógica também diferenciada, que envolve atividades não participativas do currículo” (CERQUEIRA, GONZALEZ, 2010 p. 379).

No discurso da professora e do professor, é perceptível que há uma constante relação dos alunos com o ambiente da comunidade quilombola. De acordo com BAPTISTA (2007), as comunidades estão constantemente gerando conhecimentos como resultados de suas práticas sociais. Quando esses são ligados com o meio ambiente, por exemplo, valem ser valorizados no processo de aprendizagem na educação formal, inclusive na disciplina de ciências que apresenta conteúdos científicos que podem ser contextualizados com a cultura dos estudantes.

#### 4. Considerações finais

As entrevistas realizadas com os professores participantes da pesquisa revelaram que, mesmo sem trabalhar efetivamente com os conhecimentos prévios/tradicionais dos alunos em sala de aula, os docentes reconhecem sua importância no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes quilombolas, porém, alegam não ter uma formação adequada que disponibilizem métodos adequados para inserir esses conhecimentos nas aulas de ciências.

Diante dos dados coletados e analisados, consideramos que os docentes apresentam uma concepção de conhecimento prévio pouco condizente com o conceito desta expressão, uma vez que um dos docentes apresentou, de forma mais evidente, o que seria este termo em comparação ao outro professor, mas, no que se referem à utilização desses conhecimentos nas práticas pedagógicas no ensino de ciências, os docentes não os consideravam efetivamente em suas aulas, apenas questionavam o aluno no início da explicação de alguns conteúdos. O que se sabe é que não basta apenas questionar o estudante sobre certo conteúdo sem ao menos estabelecer um diálogo entre a cultura do aluno e a cultura científica (BAPTISTA, 2014). Ainda mais,

mesmo não trabalhando com os conhecimentos dos alunos em sala de aula, os professores reconhecem sua importância no processo de produção de novos saberes, porém, também argumentaram não ter uma formação específica para tratar da contextualização desses conhecimentos nas aulas de ciências da Educação Escolar Quilombola, mesmo percebendo que é possível interligá-los com os conteúdos do livro didático e reconhecendo a importância do conhecimento produzido no contexto em que vivem os alunos.

A Educação Escolar Quilombola por se tratar de uma modalidade de ensino diferenciada das demais, haja vista que é preciso caminhar concomitantemente com a cultura quilombola através de sua inserção nas práticas pedagógicas, necessita de um olhar atento no que toca a dinâmica de formação de professores que nela lecionam. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Quilombola (BRASIL, 2012), o ensino ministrado nessas instituições precisa fundamentar-se na memória contada dos indivíduos das comunidades quilombolas, nas línguas remanescentes usadas culturalmente, nos fenômenos civilizatórios, nas diversas práticas culturais, nos acervos e nos repertórios orais/culturais, nas festividades locais, nas tradições da população negra e em outros elementos que constituem o patrimônio cultural dessas comunidades, inclusive, nos conhecimentos produzidos neste contexto.

Identificamos que é preciso pôr em prática momentos de formação com os professores dos anos iniciais que trabalham em escolas quilombolas para que os mesmos percebam a diversidade cultural presente nessas instituições de ensino e passem a utilizar, didaticamente, o diálogo intercultural entre o conhecimento prévio dos discentes e o conhecimento científico trabalhando nas aulas de ciências. Seguindo este pensamento, OVIGLI, BERTUCCI (2009) descrevem que o ensino de ciências na escola precisa ajudar os alunos a melhor compreender o mundo que os cerca, já que os saberes tradicionais quilombolas acabam influenciando na aprendizagem das crianças.

As concepções dos docentes aqui apresentadas impulsionam os fatores que apontam para novos investimentos em formação de professores, inclusive para os que lecionam em anos iniciais nas escolas de comunidades tradicionais que devem ofertar um ensino diferenciado e contextualizado com a cultural local. Todavia, reconhecemos que para isso é preciso haver a criação de novas políticas públicas educacionais ou até mesmo a resignificação das já existentes, pois essa realidade se assemelha com as de outras culturas que carecem de formação docente para contribuir na flexibilização do currículo escolar, levando em consideração a inserção de práticas pedagógicas condizentes com a realidade cultural dos povos tradicionais.

Diante dos fatos e do propósito desta investigação, considera-se que é necessário planejar e desenvolver práticas pedagógicas visando contribuir para a formação docente no ensino de ciências destinado as escolas quilombolas, tendo como objetivo sensibilizar os professores do 1º ao 5º ano para o trato com o diálogo intercultural em suas práticas promovendo um ensino significativo para os alunos, já que sua formação inicial não proporcionou um aporte suficiente para a promoção de práticas desta natureza.

## 5. Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, U.P.; ALVES, A.G.C. O que é Etnobiologia? In: ALBUQUERQUE, U. P. (org.). **Introdução à Etnobiologia**. NUPEEA. Recife: Brasil. 2014. pp. 17-22.
- AUGUSTO, T.G.S.; AMARAL, I.A. A formação de professoras para o ensino de ciências nas séries iniciais: análise dos efeitos de uma proposta inovadora. **Ciência & Educação**, Bauru-SP, v. 21, n. 2, pp. 493-509. 2015.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Plátano. Lisboa: Portugal. 2003.
- BAPTISTA, G.C.S.A Etnobiologia como subsídio metodológico para o ensino e aprendizagem significativa em Ciências Biológicas. **Revista**



- da FAEEBA- Educação e Contemporaneidade, Salvador, v. 11, n. 17, pp. 179-185. 2002.
- BAPTISTA, G. C. S. **A contribuição da etnobiologia para o ensino e a aprendizagem de Ciências: estudo de caso em uma escola pública do estado da Bahia**. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia: Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador. 2007.
- BAPTISTA, G.C.S. Do Cientificismo ao Diálogo Intercultural na Formação do Professor e Ensino de Ciências. **Interacções**, Lisboa, n. 31, pp. 28-53. 2014.
- BASTOS, F. Construtivismo e ensino de Ciências. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de Ciências**. Série Educação para a ciência. Escrituras. São Paulo: Brasil. 2005. pp. 9-25.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. MEC/SEF. Brasília: Brasil. 1997. 126 pp.
- BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Quilombola. **Parecer CNE/CEB**, n. 16. 2012.
- BUENO, G.M.G.; FARIAS, S.A.; FERREIRA, L.H. Concepções de ensino de Ciências no início do século XX: o olhar do educador alemão Georg Kerschensteiner. **Ciência & Educação**, Bauru-SP, v. 18, n. 2, pp. 435-45. 2012.
- CAMPOS, M.C.; GALLINARI, T.S. A educação escolar quilombola e as escolas quilombolas no Brasil. **Revista NERA**, Presidente Prudente-SP, v. 20, n. 35, pp. 199-217. 2017.
- CARRIL, L.F.B. Os desafios da educação quilombola no Brasil: o território como contexto e texto. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro-RJ, v. 22, n. 69, pp. 539-564. 2017.
- CERQUEIRA, D.D.; GONZALEZ, W.R.C. Trajetórias e reflexões sobre educação não formal. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 12, n. 23, pp. 377- 404. 2016.
- FONSECA, M.V. As primeiras práticas educacionais com características modernas em relação aos negros no Brasil. In: CAMPOS, M.M.M. *et al.* (Org.). **Negro e educação: presença do negro no sistema educacional brasileiro**. Ação Educativa/ANPED. São Paulo: Brasil. 2001. pp. 11-36.
- GOMES, R. Análise de Interpretação de dados de pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M.C. de S.; DESLANDES, S.F.; GOMES, R. (org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 31. Ed. Vozes. Petrópolis-RJ: Brasil. 2012. pp. 79-108.
- JESUS, F.S. Os desafios para a implementação da Lei 10.639/03: uma análise a partir de outros olhares epistêmicos. **Horizontes**, Itatiba-SP, v. 35, n. 2, pp. 49-58. 2017.
- KOVALSKI, M.L.; OBARA, A.T. O estudo da etnobotânica das plantas medicinais na escola. **Revista Ciência e Educação**. Bauru, v. 19, n. 4, pp. 911-927. 2013.
- MATA, N.D.S. **Participação da mulher Wajãpi no uso tradicional de plantas medicinais**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Amapá, Macapá. 2009.
- MEDEIROS, M.F.T.; ALBUQUERQUE, U.P. (org). **Dicionário Brasileiro de Etnobiologia e Etnoecologia**. SBEE/NUPEEA. Recife: Brasil. 2012.
- MIOLA, P.; PIEROZAN, S.S.H. O Ensino de Ciências na Formação do Pedagogo. In: EDUCERENE- XII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Paraná. 2015.
- MUNANGA, K. **O negro no Brasil de hoje**. Global. São Paulo: Brasil. 2006.
- NASCIBEM, F.G.; VIVEIRO, A.A. Para além do conhecimento científico: a importância dos saberes populares para o Ensino de Ciências. **Interacções**, Lisboa, n. 39, pp. 285-295. 2015.
- OVIGLI, D.F.B.; BERTUCCI, M.C.S. A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulista. **Ciências & Cognição**, Ilha do Fundão-RJ, v. 14, n. 22, pp. 194-209. 2009.
- PRUDÊNCIO, C.A.V.; GUIMARÃES, F.J. A contextualização no ensino de ciências na visão de licenciandos. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS- XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

- RAPIMÁN, D.Q. Pesquisa Qualitativa em Educação. In: TAVARES, M.; RICHARDSON, R.J. (Org.). **Metodologias Qualitativas: teoria e prática**. CRV. Curitiba: Brasil. 2015. pp. 211-230.
- SILVA, J.A.N. Conquista de direitos, Ensino de Ciências/Biologia e a prática da sangria entre os/as *Remetu-Kemi* e povos da região Congo/Angola: Uma proposta de articulação para a sala de aula. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, Uberlândia-MG, v. 9, n. 22, pp. 149-175. 2017.
- SILVA, J.E.; PILAU, N.C. O conhecimento tradicional e a propriedade intelectual: uma proposta para futura repartição de ganhos. **Unifebe**, Brusque, v. 11, n. 10, pp. 144-147. 2012.
- SOARES, E.G. Educação Escolar Quilombola: Reafirmação de uma Política Afirmativa. **Reunião Científica Regional da ANPED**. Educação, movimentos sociais e políticas governamentais. Curitiba. 2016.
- SOLÉ, I. **Estratégias de leitura**. 6. ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 1998.
- TRINDADE, C.B.S.; ARAGÃO, R.M.R. Educação Escolar Quilombola: interfaces, travessias e fronteiras da prática pedagógica. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, Uberlândia-MG, v. 8, n. 18, pp. 280-295. 2016.
- VITORASSO, M.E.K. **Conhecimentos prévios: concepções de dois professores de uma escola particular da cidade de São Paulo**. 49f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2010.





## BOOK TITLE: AN INTRODUCTION TO QUALITATIVE RESEARCH

Olga Castiblanco\*, Diego Vizcaino\*\*

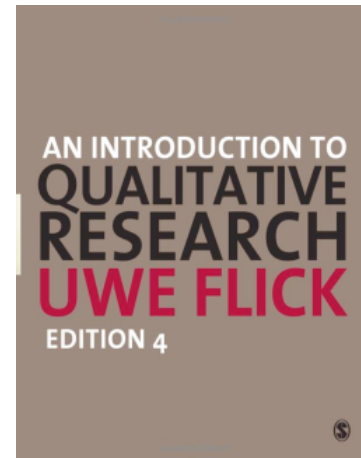
**Author:** Uwe Flick

**Publisher:** SAGE, 4th Edition (2009)

**City:** London

**Language:** English

**Pages:** 505



---

### Introduction

This book is a good referential guide for both novice and experienced researchers because it gives detailed descriptions of qualitative research and offers information that leads to a deeper understanding of the subject.

Additionally, it is noted that the book introduces current issues, including ethics in qualitative research, the use of literature in qualitative research, the relationship between qualitative and quantitative research and qualitative online research, in relation

to each topic. In the final chapter, the author proposes the future of qualitative research as a combination of art and method.

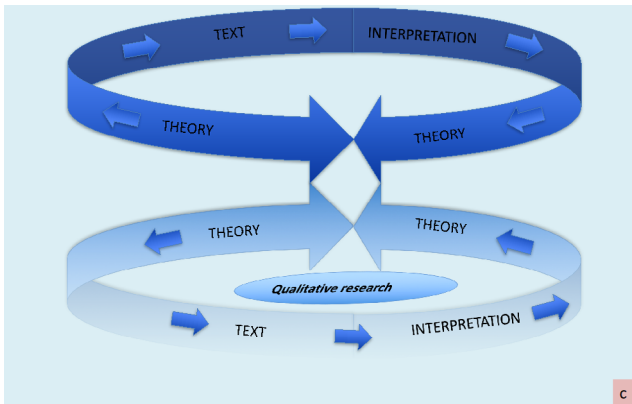
### 1. Background

The author presents four moments that appear in the course of qualitative research: the presentation or derivation of the initial theory, the construction of the text, interpretation and the production of a new theory. We represent this idea in Figure 1.

---

\* Degree in Physics from the Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia); Master in Physics Teaching from the Universidad Pedagógica Nacional (Colombia); PhD in Science Education from UNESP (Brazil). She is currently a professor and researcher at the UDFJC in Didactics of Physics. E-mail: olcastiblancoa@udistrital.edu.co

\*\* Doctor in Science Education, Colombia. E-mail: diegofabvizcaino@uan.edu.co



**Figure 1.** Interpretation of the cycle of qualitative research.

Source: review authors.

The initial theory is the basis for defining how the field of study is to be accessed. Once the researcher is already working on the topic a text should be constructed that arises from the data obtained. The choice of instruments for data collection and their use must be chosen with care because a new theory might be constructed from the interpretation of the text.

This text is constructed based on the systematization and organization of data as well as the measured codes and categories of the analysis, whether previously established or emerging from the process. The interpretation of the text corresponds to the study of data from the frame of reference that guides the investigation. This makes the formulation of inferences possible, which leads to the construction and reorganization of knowledge and ultimately to the production of new knowledge.

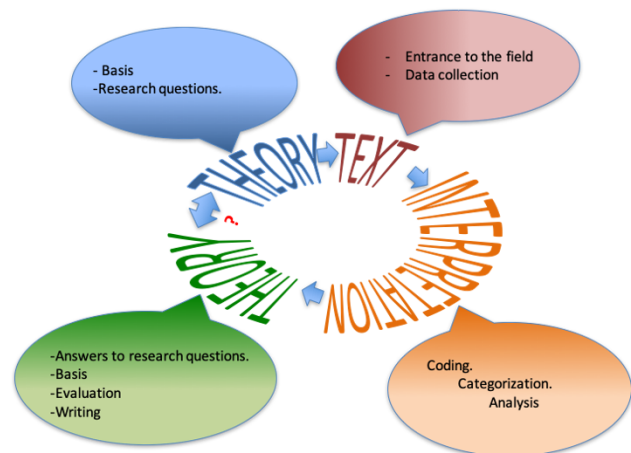
Although the author describes this process as a sequence of phases, it does not mean that all types of research must proceed in that order. The author explains why research must comply with these moments, even though they may occur as repetitive cycles, equally able to lead back or advance within the process. Finally, the author evidences that researchers must develop criteria to correlate the initial theory with the newly constructed one.

## 2. Critical assessment

Next, we present our interpretation of the book's contents, which does not follow the order in which

the chapters appear, but addresses relevant aspects for researchers, in particular the novices that require an overview of the components of qualitative research to be obtained.

We start by highlighting the author's presentation of the series of decisions that researchers must make in each of the research phases, which can define the investigation identity. For this, the author explains in detail why it is necessary to define the objectives and limits of the research as clearly as possible before approaching the field of study as well as explain the most appropriate methodology to study the topic in question. This enriches decision-making on the duration of the process, the persons and contexts involved and how the research subjects might be affected by becoming participants in the investigation. After all of these decisions, the investigator is able to select the field and consequently understand how the research cycle will begin and end. In Figure 2, we represent some aspects that characterize each phase of the research.



**Figure 2.** Characteristic aspects of each research phase.

Source: review authors.

Subsequently, the decision-making regarding the preparation to enter the field comes, which implies considering a series of factors to guarantee the seriousness and reliability of the investigation, depending on how the interaction between actors of the research occurs, whether the data will be reliable or will be possible to study them properly. It

can happen, for example, that the data obtained are too few or too many, or that they cause perplexity. In all of these cases, it will be extremely difficult to draw conclusions from the research. For this reason, it is extremely important to carefully choose data collection instruments and the ways to apply them, always seeking relevance to the field and reliability for the information obtained. In Figure 3, we describe strategies that can be used to select the target field.

Then, the data are processed to constitute a text, after which the need to make decisions on the coding methodology arises. To accomplish this, the researcher must know how to properly identify units of analysis and criteria to organize them to consolidate categories of analysis. These can be around words, phrases, documents, events, speeches, people or groups from which an appropriate set of evidence can be organized to address the research questions.

The researcher must make decisions about the criteria for use to treat the categories of analysis. It should be clear from the outset whether the study will proceed from the general to the particular or

vice versa. The researcher should also be clear about how the categories should be related to each other to make sense of the answers found. Similarly, the researcher must decide what approach should be used to determine the problem under study, keeping in mind the level of depth achieved. In Figure 4, we represent the process of data analysis, beginning with the initial text and passing from codification to categorisation.

It is important to note that not all interpretations are grounds for a valid theory, so it is necessary to ensure that what is chosen can guarantee the reliability of the data analysis. One strategy proposed by the author to achieve reliable interpretations is the use of triangulation methods because these promote comparative studies that exhibit reduced subjectivity or bias in the analysis.

Flick suggests four possible methods of triangulation, basically presenting it as a comparison between data or between methods of data collection, applied to achieve greater objectivity and accuracy for the construction of the text. Hence, the researcher

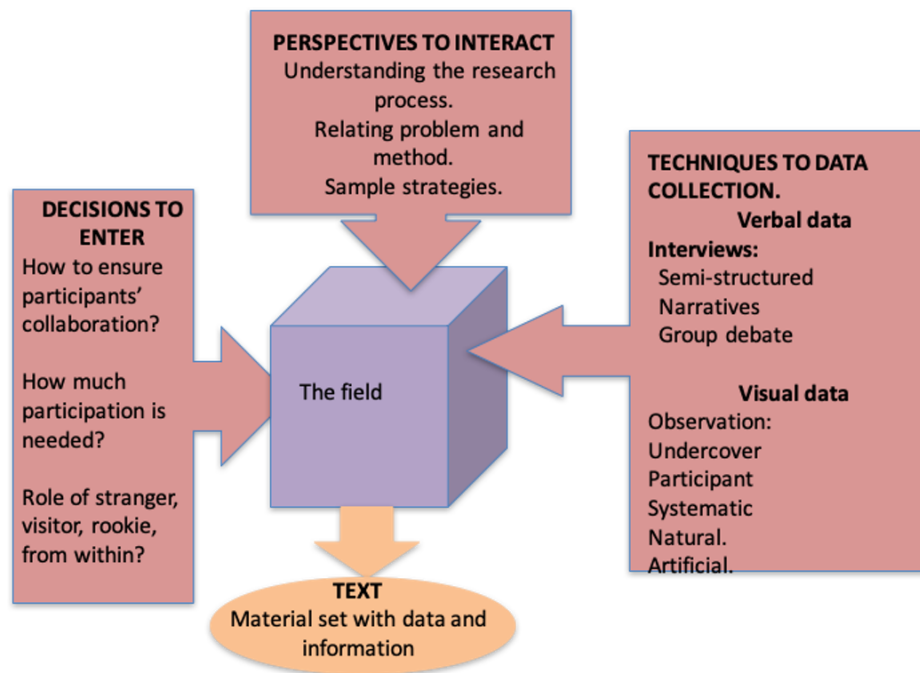


Figure 3. Strategies for choosing a field and how to approach it.

Source: review authors.

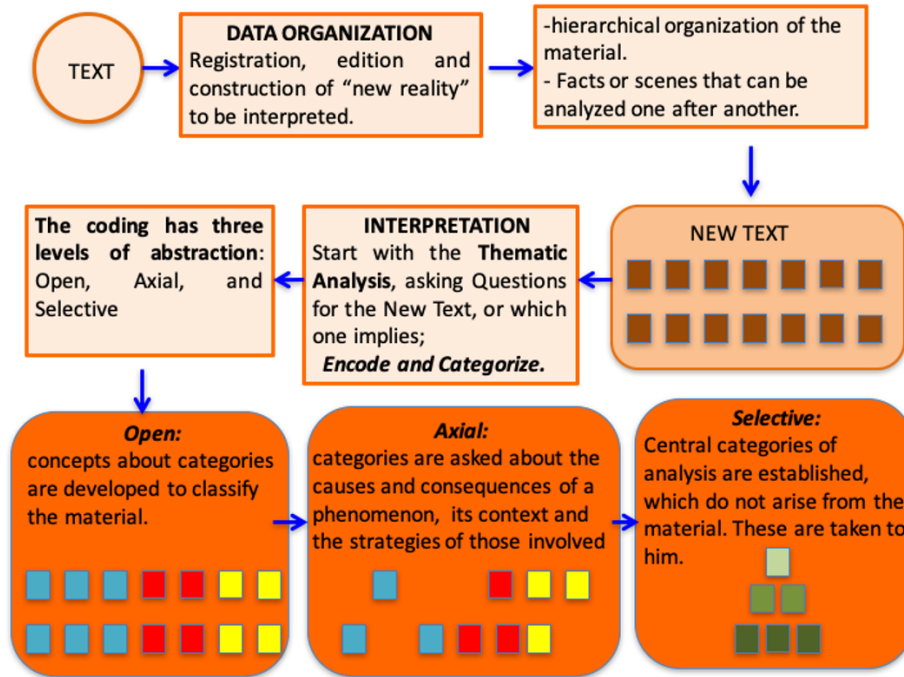


Figure 4. Data analysis beginning with the initial text and passing through codification to categorisation.

Source: review authors.

must decide which method or set of methods is more suitable for the work. These methods are: 1) triangulation of theory, 2) triangulation of data, 3) triangulation of researchers and 4) methodological triangulation.

Triangulation of theory consists of analysis on the same data considering multiple hypotheses and perspectives to expand the possibilities of knowledge production. Researcher triangulation is not a division of labour among researchers, but a systematic comparison of the vision of different researchers of the same data. The triangulation of data relates to obtaining information at different times, or from different actors in the same process, which can be integrated to construct answers to the research question. Methodological triangulation is to define the use of subscales to measure an item within a method or the use of different methods to obtain the same data.

Another interesting aspect to highlight in this work is that besides developing the foundations and techniques for each moment in qualitative research,

the book indicates why the research process advances by cycles around the interpretation, what guides decision-making and the character that will take the final product. Ultimately, qualitative research is not a linear process but a complex one that requires rigour.

The author also describes the characteristics of the researcher. We found this fact of great interest because beyond the importance of mastering theories that define qualitative research, the researcher must assume as a responsible person who is aware of the value that a subject can have that can influence the quality of the results. The following characteristics are presented:

- Honest discussion of the relationship between the results found and the information presented, with the greatest transparency about the process;
- Clarity regarding the different relationships that operate within the research process, that is, understanding their role in the context under study;
- A broad and well-founded view on the presentation of a phenomenon and the development of

appropriate inferences and analysis. This implies the ability to think flexibly to be able to interact with “what is new” and with constantly changing realities while not manipulating one’s data to imply something in particular has occurred in one’s study;

- Knowledge of both qualitative and quantitative research, without overvaluing either, seeing them as different ways of presenting results properly and
- Necessary skills to organize new networks and structures.







## XXII SEMANA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

24 a 27 de septiembre de 2019  
Facultad de Ciencias y Educación  
Proyecto Curricular de Licenciatura en Física  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

### MEMORIAS-RESÚMENES

## PROPUESTA EN TORNO A LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA MODERNA

### PROPOSALS AROUND MODERN PHYSICS TEACHING

Los trabajos de la radiación de cuerpo negro por Max Planck, las teorías especial y general de la relatividad y los primeros modelos atómicos en los primeros años del siglo XX marcaron el comienzo de uno de los trabajos revolucionarios de las nuevas ideas físicas y la generación de nuevos paradigmas en las ciencias, siendo la base del surgimiento de las nuevas teorías físicas. Han pasado más de 100 años del nacimiento de la física moderna, y dichas teorías son actualmente parte del currículo en diferentes programas de formación de profesores. Las ideas y conceptos que subyacen a estas teorías han propiciado nuevas maneras de entender el mundo y la realidad. Esto, no solamente en el ámbito académico y científico, sino también en el desarrollo de la vida en sociedad.

Por ello, para profesores y estudiantes, representa un desafío el hecho de integrar estos nuevos imaginarios de mundo, ciencia y sociedad, al desarrollo temático y curricular en programas de ciencias y de enseñanza de las ciencias, particularmente los que forman profesores, quienes tendrán la responsabilidad de atender a las generaciones futuras.

En esta versión de la XXII semana de la Enseñanza de la Física, buscamos construir diálogos entre diferentes formas de asumir este reto, por medio de la socialización de propuestas de enseñanza de la física moderna, sus dificultades las oportunidades que generan para lograr transformaciones en el aula y en la sociedad.

**Organizado por:**

**Ignacio Alberto Monroy Cañón<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: [ignacioalbertom@gmail.com](mailto:ignacioalbertom@gmail.com)



## CONFERENCIAS PLENARIAS

### LA NECESIDAD DE INCLUIR LA FÍSICA MODERNA EN LOS CURRÍCULOS DE EDUCACIÓN MEDIA THE NECESSITY TO INCLUDE MODERN PHYSICS IN HIGH SCHOOL EDUCATION CURRICULES

Deise Miranda Vianna<sup>2</sup>

**Resúmen:** En el mundo contemporáneo, nuestros alumnos no pueden gastar más tiempo sentados en sus sillas solamente copiando fórmulas y resolviendo ejercicios numéricos. Ellos están rodeados de aparatos tecnológicos que los introducen en diferentes asuntos que poco saben relacionar con los contenidos de la física que aprenden en el salón de clase. La ciencia evoluciona; la tecnología, también. Las metodologías de enseñanza actuales indican que las relaciones profesor/alumno y alumno/profesor deben ser interactivas, despertando el interés en la investigación sobre temas que se viven en la cotidianidad. En este mundo actual hay la necesidad de saber sobre la física que está en la base del desarrollo y no solamente sobre lo que se enseñaba de física clásica, esta debe ser un punto de partida para la curiosidad y para la comprensión del mundo actual. La discusión en esta conferencia estará basada en ejemplos que la enseñanza de la física nos han mostrado.

**Palabras clave:** enseñanza física moderna, física y cotidianidad, modernas metodologías.

### MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: SU LOGROS Y DESAFÍOS MASTER IN PHYSICS TEACHING: ACHIEVEMENTS AND CHALLENGES

José Andrés Chaves Osorio<sup>3</sup>

**Resumen:** En esta conferencia se abordaron preguntas como: ¿Por qué se necesita la formación posgradual de los profesores de física en el campo específico de la enseñanza, especialmente en el contexto colombiano urbano y rural? ¿Cuáles son las expectativas de quienes ingresan a hacer la maestría? ¿Qué aprenden allí sobre docencia e investigación? Igualmente, se relata la experiencia de la creación, desarrollo y desafíos que enfrenta este programa, que actualmente es único en Colombia. Se ofreció información sobre la perspectiva mediante la cual se forma a los profesores en ejercicio y las problemáticas que enfrenta, como que la mayoría de sus alumnos de maestría ejercen la enseñanza de la física pero no tienen formación para la enseñanza de la física, lo cual aumenta el desafío en términos de los contenidos y las metodologías que se deben tratar.

**Palabras clave:** formación de profesores, profesores de física, investigación, enseñanza de la física.

---

<sup>2</sup> Ph.D. en Educación. Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brasil. Correo electrónico: deisemv@if.ufrj.br

<sup>3</sup> Mg. en Instrumentación Física. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Correo electrónico: jachaves@utp.edu.co

## ESCRITURA DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA WRITING OF SCIENTIFIC PAPERS ABOUT PHYSICS TEACHING

Olga Lucía Castiblanco Abril<sup>4</sup>

**Resumen:** En esta charla se presenta la estructura que debe cumplir un artículo científico en el área de la educación y la enseñanza; se detalla cómo se pueden organizar los contenidos para cada ítem. Se ofrecen algunos ejemplos para el caso de la investigación en enseñanza de la física, con el fin de contribuir a la formación para la escritura científica de los licenciados en física. Igualmente, se dan algunas sugerencias para proyectar el proceso de publicación de un artículo a partir de la experiencia como editora de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. Puntualmente se desarrollan el formato y contenido que debe tener el título, resumen, palabras clave, introducción, marco de referencia, metodología de investigación, resultados, conclusiones, referencias bibliográficas. Así como diversas tendencias al respecto en el panorama mundial.

**Palabras clave:** *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, redacción artículo científico, presentación de resultados de investigación, investigación en enseñanza de las ciencias.

## ESPACIO, TIEMPO Y GRAVITACIÓN SPACE, TIME AND GRAVITATION

Pedro Bagueño de Retes<sup>5</sup>

**Resumen:** En esta conferencia se presentan unos aspectos y generalidades importantes de la teoría de la relatividad especial y general, en el marco de la enseñanza de la física moderna. En particular, se resaltan las grandes problemáticas del siglo XIX sobre el principio de equivalencia, tanto el débil como el fuerte, y sus implicaciones sobre los efectos mareas. Se resaltan los aspectos de la geometría que involucran la teoría de la relatividad especial y, general, en el estudio de diversos fenómenos físicos. Se plantean los desafíos que ha tenido la enseñanza de estas temáticas en un par de cursos introductorios a estudiantes de física de la Universidad de los Andes, y cómo estos cursos han logrado la generación de procesos de investigación en el campo disciplinar de la relatividad general y la cosmología. Como conclusión, se enmarcan las teorías de la relatividad especial y general como uno de los ejes de la física no solo de la moderna, sino en un espacio atrayente a los estudiantes de física.

**Palabras clave:** espacio, tiempo, gravitación.

## RETOS DE LA FORMACION DE LOS PROFESORES DE FÍSICA EN ESCENARIOS

4 Ph.D. en Educación para la Ciencia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: olcastiblancoa@udistrital.edu.co

5 Ph.D. en Física. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: p.bagueño@uniandes.edu.co

## ACTUALES CHALLENGES OF THE TRAINING OF PHYSICS TEACHERS IN CURRENT STAGES

Nidia Tuay Sigua<sup>6</sup>

**Resumen:** En esta conferencia se exponen aspectos y generalidades de las problemáticas que tienen los estudiantes de educación media secundaria de Colombia, en el manejo de habilidades y conocimientos en ciencias por medio de diferentes fuentes estadísticas, como las pruebas PISA, y otras. Se comparan los resultados obtenidos de estas pruebas con los de diferentes países. Se logran identificar a partir de estos resultados algunas dificultades las cuales podrían ser orientadas a solucionar en la formación de profesores de ciencias del país. Se presenta un currículo alternativo en Licenciatura de Física, dirigido a futuros docentes como propuesta para fortalecer a los docentes en estas problemáticas.

**Palabras clave:** formación de profesores, enseñanza de la física.

## UNA EXPERIENCIA DE INSTRUCCIÓN Y APRENDIZAJE DE LA ECUACIÓN DE BERNOULLI AN EXPERIENCE OF INSTRUCTION AND LEARNING ABOUT THE BERNOULLI EQUATION

Luis H. Barbosa<sup>7</sup>

**Resumen:** Se describen resultados de un experimento en física educativa en el que la ecuación de Bernoulli es instruida en estudiantes de ingeniería con un método activo surgido de las acciones de predecir, observar, discutir y sintetizar (PODS), con la novedad de uso de experimentos discrepantes (ExD). Los ExD son montajes que al accionarlos proveen al estudiante hechos físicos que chocan con su intuición común y le generan disonancia cognitiva; un elemento de gran valor pedagógico, no solo por llamar la atención en el estudiante, sino por proveer experiencia significativa que, se presume, se graba en la memoria episódica y, por tanto, genera un enganche cognitivo, propicio para ejercitar el enfoque científico. En consecuencia, se plantea una estrategia de intervención en una población de estudiantes de ingeniería, en un semestre lectivo determinado, sobre varios grupos experimentales, con unas guías que ayudan a desarrollar una secuencia de ExD sobre la ecuación de Bernoulli. Para determinar el aprendizaje de este principio se ha usado la técnica pretest/postest con un cuestionario sobre la ecuación de Bernoulli previamente validado y reconocido por la comunidad científica en el marco de la teoría clásica de test. El análisis del aprendizaje de la población sobre la ecuación de Bernoulli se ha realizado en el marco de observables estadísticos de la *physics education research* (PER) como la ganancia normalizada de Hake, para dar cuenta de la efectividad de la metodología, y los vectores de evolución de Bao, para reconocer el cambio de modelos conceptuales en la población intervenida, según las preguntas del cuestionario. Esta metodología activa, PODS-ExD,

<sup>6</sup> Ph.D. en Educación. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Correo electrónico: rtuay@pedagogica.edu.co

<sup>7</sup> Grupo MatCIng. Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, y Universidad Central, Colombia. Correo electrónico: lhbfsica@gmail.com

fue implementada en tres grupos experimentales al final de un curso de física mecánica de dos universidades y su desempeño fue comparado con dos grupos control de similares características instruidos con el método tradicional. Se ha encontrado que la metodología activa presenta mayores ganancias que el método tradicional. En promedio, parece que PODS-ExD es casi el doble de efectiva para construir conceptos en las poblaciones intervenidas que el método tradicional. Adicionalmente, los vectores de Bao muestran que la población experimental tuvo una mejor evolución al responder los distintos ítems de la prueba que los grupos de control.

**Palabras clave:** experimentos discrepantes, ecuación de Bernoulli, PODS con ExD.

## TALLERES

### LA PERSPECTIVA DEL ENFOQUE CIENCIA TECNOLOGIA SOCIEDAD (CTS) EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA THE PERSPECTIVE OF SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY (STS) AN APPROACH IN TEACHING OF PHYSICS

Deise Miranda Vianna<sup>8</sup>

**Resumen:** El enfoque de ciencia tecnología sociedad nos ha mostrado uno de los caminos para la construcción de un aculturamiento científico y tecnológico, para educar ciudadanos capaces de actuar responsablemente con relación a temas controvertidos que incorporan aspectos sociocientíficos. En esta perspectiva, el grupo de investigación en enseñanza de la física Proenfis ([www.proenfis.pro.br](http://www.proenfis.pro.br)) ha venido construyendo materiales didácticos sobre diferentes temas de la física para la educación básica. La materia de física es más que un conjunto de contenidos que se enseñan teóricamente. Ella debe ser entendida como un medio para educar en la cultura científica, que tiene sus propias reglas, valores y lenguaje. Al proponernos cada tema para la enseñanza, despertamos en los estudiantes el carácter investigativo para que puedan construir su conocimiento escolar científico. Se presentarán algunos de los materiales producidos por los integrantes del grupo, con la respectiva evaluación de los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Proenfis, tópicos física moderna, perspectiva CTS, desafíos actuales.

<sup>8</sup> Ph.D. en Educación. Universidade Federal de Rio de Janeiro, Brasil. Correo electrónico: [deisemv@if.ufrj.br](mailto:deisemv@if.ufrj.br)

## APLICACIONES DE LA FÍSICA EN LA ROBÓTICA APPLICATIONS OF PHYSICS IN ROBOTICS

José Andrés Chaves Osorio<sup>9</sup>

**Resumen:** En la robótica, el análisis cinemático es una parte importante para el estudio del comportamiento de los robots. Analizaremos el modelo cinemático de la WMR ofrecido por la literatura, el cual permite encontrar funciones cinemáticas como posición y velocidad en los ejes x y y, que dependen de las velocidades angulares. Se compartió el proceso de construcción de robots que utilizan en el Grupo de Investigación de Robótica Aplicada (GIRA) para contribuir a la formación de niños, jóvenes y adultos. Desde el diseño, la fabricación de las piezas hasta el ensamblaje para obtener un robot en funcionamiento. Desde este quehacer se ha liderado al Grupo y se han dirigido proyectos de grado, de investigación y extensión social; muchos de los cuales han tenido reconocimiento nacional.

**Palabras clave:** GIRA, robótica para niños, extensión social, física y robótica.

## FERIA DE FÍSICA RECREATIVA: UN ENCUENTRO ENTRE EL COLEGIO Y LA UNIVERSIDAD RECREATIVE PHYSICS FAIR: A MEETING BETWEEN SCHOOL AND UNIVERSITY

Olga Lucía Castiblanco Abril<sup>10</sup>

Maria Helena Ochoa<sup>11</sup>

Adriana Díaz<sup>12</sup>

Marlon Camilo Aldana<sup>13</sup>

Diego Vizcaíno<sup>14</sup>

Patricia Ramírez<sup>15</sup>

Miguel Valdivieso<sup>16</sup>

Yenny Fonseca<sup>17</sup>

Wilmer Ferney Ramírez<sup>18</sup>

Luis Sebastián Gonzalez<sup>19</sup>

Estefany Sierra<sup>20</sup>

Grupo de Investigación en Enseñanza y Aprendizaje de la Física

**Resumen:** Asumimos la física recreativa como una oportunidad de desarrollo del pensamiento científico; más allá de la diversión, los participantes estimulan su imaginación y fortalecen sus

<sup>9</sup> Mg. en Instrumentación Física. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Correo electrónico: jachaves@utp.edu.co

<sup>10</sup> Ph.D. en Educación para la Ciencia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: olcastiblancoa@udistrital.edu.co

<sup>11</sup> Mg. en Educación. Docente Colegio Guillermo León Valencia, Colombia. Correo electrónico: mahe8a@gmail.com

<sup>12</sup> Mg. en Educación. Docente Colegio Brasilia-Bosa (IED), Colombia. Correo electrónico: astroadri@hotmail.com

<sup>13</sup> Lic. en Física. Docente Colegio Nuestra Señora de Nazareth, Colombia. Correo electrónico: mcaldanab@correo.udistrital.edu.co

<sup>14</sup> Ph.D. Didáctica de las Ciencias. Universidad Antonio Nariño, Colombia. Correo electrónico: d\_vizcaino@yahoo.com

<sup>15</sup> Mg. en Educación. Docente IED Colegio Gran Colombiano, Colombia. Correo electrónico: paty6133@yahoo.es

<sup>16</sup> Mg. en Educación. Docente Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Colombia. Correo electrónico: alfamavc7@gmail.com

<sup>17</sup> Mg. en Educación. Docente Colegio San Cayetano IED, Colombia. Correo electrónico: yenfoninc@gmail.com

<sup>18</sup> Estudiante Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: ferneype92@gmail.com

<sup>19</sup> Estudiante Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: sc.gonzalez231997@gmail.com

<sup>20</sup> Estudiante Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: stefaniagomez7@gmail.com

habilidades para la explicación y la argumentación. Adicionalmente, en esta edición tendremos la participación de estudiantes y del Colegio Guillermo León Valencia, Colegio Brasilia-Bosa (IED) y Colegio Nuestra Señora de Nazareth, actuando como exponentes de montajes recreativos, asesorados y acompañados de sus respectivos profesores titulares. Igualmente, la participación de estudiantes de la Licenciatura en Física, todos ellos miembros del Grupo de Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF) con una amplia diversidad de montajes en donde se evidencia la ocurrencia de diversos fenómenos físicos.

**Palabras clave:** relación colegio/universidad, estimulación del pensamiento, producción de preguntas científicas.

## INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE DATOS EN FÍSICA DE PARTÍCULAS AN INTRODUCTION TO DATA ANALYSIS IN PARTICLE PHYSICS

Edwin Munevar<sup>21</sup>

**Resumen:** En este taller, a partir de las herramientas computacionales del programa ROOT, se busca acercar a los estudiantes a los procesos de cinemáticas de las colisiones de partículas desde el marco de trabajo de la teoría especial de la relatividad. Con la clase GEANT PHASE se genera una distribución aleatoria de los colisiones elásticas e inelásticas, y a partir de los histogramas se puede hacer un estudio de los invariantes relativistas que se obtienen en este tipo de procesos físicos. Con el desarrollo de estos programas de cómputo, se tiene un acercamiento de la temática de colisiones de la teoría de la relatividad especial, cuyas herramientas teóricas y computacionales son usadas en los grandes aceleradores del mundo.

**Palabras claves:** colisiones, ROOT, histogramas.

## PONENCIAS ORALES

### EULER, UNA GOTA EN EL MAR DE LA HISTORIA EULER, A DROP INSIDE HISTORY'S OCEAN

Daniel Cruz Goyeneche<sup>22</sup>

Yesid Javier Cruz Bonilla<sup>23</sup>

**Resumen:** Debido a, en la historia, se han dado grandes momentos de comprensión de fenómenos de medios continuos, nos detendremos en uno de los autores que en el siglo XVIII desarrolló una mirada fundamental para la comprensión de las diferentes experiencias respecto a los fluidos: Leonhard Euler (1707-1783).

Inicialmente encontraremos una de las primeras propuestas desarrolladas por Euler en 1755 entregada a la academia de Berlín, en la cual presenta el estado de equilibrio de un fluido desarrollado después de las diversas concepciones de los Bernoulli. Al analizar sus diferentes estados,

21 Estudiante Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: emunevae@udistrital.edu.co

22 Estudiante Licenciatura en Física. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Correo electrónico: dfi\_dcruzg186@pedagogica.edu.co

23 Mg. en Ciencias Astronomía U.N. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: ycruz@pedagogica.edu.co

Euler considera a un fluido como un sistema comprensible o no, el cual se evidencia al instante de ser sometido a una fuerza dada. Euler pretendía encontrar las presiones que se tienen en un instante determinado en una gota, y con ello gana la categoría un único punto de la solución como masa fluida, generando así un estado de equilibrio en una película dada de dicha solución. Ahora bien, después de esta problemática, Euler desarrolla una de las preguntas que marcarían un antes y un después en el estudio de los fluidos, en la cual relaciona el comportamiento de estos mediante una fuerza superior o diferente, con respecto a la apreciación desarrollada de la estática de fluidos, dando como resultado uno de los primeros desarrollos de la ecuación general de la hidrodinámica. El papel de Euler sobre las ecuaciones de la hidrodinámica es fundamental, manteniéndose vigente hasta la fecha.

**Palabras claves:** Euler, mecánica de fluidos, sistemas dinámicos.

## PROPUESTA DE NUEVO ENFOQUE A LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD GENERAL (TRG) EN EL CURSO DE FÍSICA MODERNA

### PROPOSAL FOR A NEW APPROACH TO THE THEORY OF GENERAL RELATIVITY (TRG) IN THE MODERN PHYSICS COURSE

Carlos Pardo Garcia<sup>24</sup>

Wilson Fonseca Urrego<sup>25</sup>

Yesid Cruz Bonilla<sup>26</sup>

**Resumen:** Einstein formula, a inicios del siglo XX, la teoría de la relatividad especial, con la que logra en cierta medida desmontar los preconceptos de la física clásica a partir de dos postulados. A pesar de su validez y magnitud, no era una teoría completa, pues no contemplaba sistemas no inerciales. Por otra parte, el reto por plantear una explicación más amplia que asumiera la aceleración en los sistemas requirió un trabajo arduo de casi una década, culminada en 1915 (1916). Así, da a conocer una nueva visión del universo: la teoría de relatividad general (TRG), hoy una de las ramas más estudiadas e importantes, teniendo en cuenta el auge de las herramientas computacionales.

Dentro de la Licenciatura en Física de la Universidad Distrital, no existe un enfoque que sienta bases claras sobre la TRG; por lo que la presente ponencia tiene como finalidad resumir los conocimientos generales necesarios para entender la TRG en sus inicios. Posteriormente, con base en los temas generales tratados en el punto anterior, se propone aplicar los conocimientos dentro del *syllabus de física moderna*, realizando a su vez, una guía que permita apropiarse de estos (horas de trabajo, semanas, conocimientos, etc.). Se propone también la apertura de un curso en el que se trabajen las herramientas matemáticas enfocado en álgebra multilineal.

**Palabras clave:** *syllabus*, teoría de la relatividad general, guía propuesta de curso.

24 Grupo de Investigación Física e Informática-Fisinfor. Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: capardog@correo.udistrital.edu.co

25 Grupo de Investigación Física e Informática- Fisinfor. Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: warregoz@correo.udistrital.edu.co

26 Mg. Ciencias Astronomía. Docente Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: yesidjaviercruz@yahoo.com



## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MERCURIO DEL RÍO CARIBONA (COLOMBIA): IMPORTANCIA DE LA NANOTECNOLOGÍA PARA REMEDIACIÓN DE AGUAS

### PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS AND DETERMINATION OF HG CONCENTRATION OF THE CARIBONA RIVER (COLOMBIA), IMPORTANCE OF NANOTECHNOLOGY FOR THE WATER REMEDIATION

Yamile Andrea Sierra<sup>27</sup>

Jaidith Marisol Ramos<sup>28</sup>

Rudolf Arthur Triana<sup>29</sup>

**Resumen:** Desde un contexto ambiental se presenta un problema de investigación enfocado en la contaminación de aguas por mercurio, debido a los procesos de extracción de oro en la minería. El lugar de análisis experimental está ubicado en el río Caribona (con coordenadas 80° 01'; 00"; N; 74° 31'; 00"; W) sur de Bolívar, y que desemboca en ríos principales de Colombia. Se realizó una caracterización de las aguas del río mediante las técnicas de espectroscopia de absorción atómica en vapor frío, espectrofotometría (UV-Vis) y volumetría para la medición de concentración de mercurio y propiedades fisicoquímicas. Para ello se realizó un muestreo puntal en el nacimiento del río, la zona minera y el vertedero (minas). Del análisis de los resultados se detectó una concentración máxima de mercurio de 0,9 µg/L, valores de pH entre 7,99 y 8,37 unidades, temperatura entre 29,9 °C y 32,1 °C, y otros parámetros que se describen en el trabajo. Además, se realizó un estudio de sedimentos mediante pirólisis, de lo cual se obtuvo una concentración máxima de 56,5511 mg/kg cuyo valor es superior a los parámetros estándar. Como acto culminante, se indicará la importancia de la nanotecnología como una opción emergente para la remediación de aguas.

**Palabras clave:** mercurio, remediación de aguas, nanotecnología.

## EL CEREBRO, UN ÓRGANO FLEXIBLE Y MODIFICABLE THE BRAIN, A FLEXIBLE AND MODIFICABLE ORGAN

Camila Andrea Gualdría Sandoval<sup>30</sup>

Esperanza del Pilar Infante Luna<sup>31</sup>

**Resumen:** En la historia se ha considerado al cerebro como una estructura rígida que solo en los primeros años de la infancia se modifica o se condiciona. Sin embargo, estudios recientes han

27 Grupo de Instrumentación Química. Licenciatura en Química. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: yasierraa@correo.udistrital.edu.co

28 Grupo de Instrumentación Química. Licenciatura en Química. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: marunal2001@yahoo.com

29 Grupo de Instrumentación Científica y Didáctica. Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: ratrianam@udistrital.edu.co

30 Grupo Fisca Aplicada a la Ciencias Biológicas. Estudiante Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: cagualdrias@correo.udistrital.edu.co

31 Grupo Fisca Aplicada a la Ciencias Biológicas. Ph. D. en Ciencias Biológicas. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: epinfantel@correo.udistrital.edu.co



demostrado que el cerebro está en continuo cambio, creando nuevas conexiones neuronales y alterando las neuronas existentes, como un mecanismo de respuesta y adaptación a nuevas experiencias las cuales pueden estar asociadas a lesiones o alteraciones producidas por diferentes patologías. Esta característica del cerebro es conocida como *neuroplasticidad*, y se refiere a la capacidad del sistema nervioso de cambiar tanto anatómica como funcionalmente, permitiendo a las neuronas regenerarse. Con este trabajo, daremos a conocer tanto los fundamentos físicos relacionados con el funcionamiento del cerebro, como elementos asociados al hecho de que este órgano es una estructura adaptable y dinámica, característica que tiene incidencia en procesos de creación, aprendizaje, memoria, reducción de los efectos de alteraciones debidas a enfermedades como Alzheimer, Parkinson y deterioros cognitivos, entre otros. Por último, presentaremos evidencias experimentales con sus respectivos análisis, de procesos y ganancias en el reconocimiento de la neuroplasticidad, y su incidencia en los procesos de enseñanza.

**Palabras clave:** neuroplasticidad, cerebro, aprendizaje, experimentación, sinapsis.

## CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN CONTEXTOS DE EDUCACIÓN NO FORMAL

### BUILDING SCIENTIFIC KNOWLEDGE REGARDING NON FORMAL EDUCATION

Anguiee Lorena Arias Diaquive<sup>32</sup>

**Resumen:** Desde la escuela no formal se pretende construir una propuesta pedagógica que, además de permitir la construcción de conocimiento científico, fortalezca el rol del docente dentro de la sociedad, ya que esta se caracteriza por acoger determinados subgrupos de niños, jóvenes e incluso adultos marginados por el sistema educativo convencional, donde su misión se centra en complementar su formación personal y profesional, mediante herramientas que posibilitan y estructuran el autoaprendizaje. Se puede afirmar que las actividades que se desarrollan en esta modalidad educativa se encuentran fuera del marco institucional oficial y ocurren en entornos educativos diferentes; es decir, no se centran en alcanzar los grados de escolaridad establecidos por la educación formal, se mueven bajo parámetros diferentes y manejan una estructura social distinta que rompe con los parámetros institucionales y metodológicos que se establecen dentro la escuela tradicional.

La educación no formal se encuentra al alcance de los maestros. La función de estos no es transcribir en un salón de clase lo que está plasmado en un libro con el fin de que el estudiante copie y memorice información –el ser maestro implica mucho más–. Es necesario romper las fronteras existentes entre la escuela y la sociedad. ¿De qué manera?: apropiándonos de nuestro contexto social y aplicando propuestas alternativas para transmitir y construir conocimiento con significados. Esto nos aproxima no solo a un avance sino a un cambio social y cultural.

Construir conocimientos científicos con la comunidad permite reparar en vez de desechar, de este modo, a partir de proyectos innovadores se puede aportar a la sociedad y facilitar a determinadas poblaciones espacios en los que estas puedan potencializar el propósito de sus vidas;

32 Licenciatura en Física. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Correo electrónico: dfi\_aariasd679@pedagogica.edu.co

así, no solo se les estimula cognitivamente, sino que, a su vez, desarrollan e impulsan un pensamiento crítico y constructivo ante la realidad que se experimenta.

**Palabras Clave:** escuela tradicional, escuela no formal, conocimiento científico.

## DIFICULTADES DEL CUERPO NEGRO: DISEÑO EXPERIMENTAL GENERADO DEL ANÁLISIS HISTÓRICO

### BLACK BODY DIFFICULTIES: EXPERIMENTAL SETUP GENERATED FROM HISTORICAL ANALYSIS

Cesar J. Ayala Rincón<sup>33</sup>

Karen D. González Castillo<sup>34</sup>

Rustbell Rodríguez Bonilla<sup>35</sup>

**Resumen:** El estudio de la radiación del cuerpo negro, llevado a cabo durante la segunda mitad del siglo XIX, llevó a una conclusión sorprendente, que conduce a la cuantización de la energía, hipótesis realizada por Planck en 1900. Sin embargo, el análisis de este cuerpo teórico contó con nombres reconocidos como Gustav Kirchoff, Joseph Stefan, Ludwig Boltzmann, Wilhem Wien, entre otros. En la asignatura de termodinámica y las que le siguen, se ha buscado replicar los resultados de los experimentos que conciernen a esta temática, los cuales en su mayoría resultan infructuosos y en conclusiones incorrectas sobre la posibilidad de su realización con los materiales que disponen los laboratorios de enseñanza de la física. En ese sentido, se expondrá cómo se adelantó un acercamiento experimental exitoso, el cual hubiera sido imposible desarrollar sin ningún acercamiento histórico al problema del cuerpo negro, con los instrumentos que tiene a disposición la comunidad estudiantil; así se lograron resultados bastante aproximados a los que se habían obtenido previos al análisis de Planck.

**Palabras clave:** radiación, longitud de onda, cuerpo negro, densidad de energía, desplazamiento de Wien, variables indeterminadas.

33 Semillero de Astronomía y Enseñanza de la Astronomía Francisco José de Caldas. Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: cjayalar@correo.udistrital.edu.co

34 Semillero de Astronomía y Enseñanza de la Astronomía Francisco José de Caldas. Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: kdgonzalezc@correo.udistrital.edu.co

35 Semillero de Astronomía y Enseñanza de la Astronomía Francisco José de Caldas. Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: rurodriguez@correo.udistrital.edu.co

## LA DESMATERIALIZACIÓN DEL SISTEMA INTERNACIONAL Y LOS PATRONES PRIMARIOS

### THE DEMATERIALIZATION OF THE INTERNATIONAL SYSTEM AND PRIMARY EMPLOYERS

Cristian Camilo Barrero Jiménez<sup>36</sup>

Raúl Alfredo Salinas Perilla<sup>37</sup>

Leydy Johana Velasco Pardo<sup>38</sup>

Robinson Dario Clavijo Varón<sup>39</sup>

**Resumen:** El 6 de febrero de 2012 Colombia se adhirió a la Convención del Metro a través de la Ley 1512, adoptando de manera oficial el Sistema Internacional de Unidades (SI) para todas las magnitudes en los campos de metrología científica, industrial y legal. Por tanto, los mercados nacional e internacional dependen de los patrones que materializan dichas unidades *patrones primarios* y sus réplicas custodiadas y conservadas por los institutos de metrología de las diferentes naciones (*patrones nacionales*) los cuales son la base de la calibración y la trazabilidad metrológica de los instrumentos de medición usados en fábricas, laboratorios, hospitales, etc. Este uno de los factores principales que determinan la calidad de un producto o servicio; así se garantiza, primero, la existencia de una comparación adecuada entre los productos que se exportan y los que se importan en el país, y segundo, la confiabilidad en la mercancía. En 2018, por acuerdo mutuo, el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) decide redefinir cuatro unidades (kilogramo, kelvin, ampere y mol) en función de un grupo de constantes fundamentales con el fin de abandonar los prototipos usados desde 1889, los cuales presentan pequeñas variaciones con el pasar de los años, lo cual viola la condición principal que debe cumplir un patrón primario: inmutabilidad. Esta nueva adopción aporta estabilidad y exactitud, así como una disminución notable en la incertidumbre producto del instrumento de medida. Debido al desconocimiento que se tiene de la nueva redefinición del SI, se ve la necesidad de dar a conocer los factores que llevaron a desmaterializar de los patrones de medida, así como sus implicaciones en contexto de Bogotá.

Esto no quiere decir que hubo un cambio de estructura en la medición o que sea necesario cambiar todas las medidas que existen actualmente en el mercado.

**Palabras clave:** metrología, patrón, unidad de medida, redefinición, sistema internacional.

36 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: ccbarroej@correo.udistrital.edu.co

37 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: rasalinas@correo.udistrital.edu.co

38 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: ljvelasco@correo.udistrital.edu.co

39 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: rdclavijov@correo.udistrital.edu.co

## METROLOGÍA INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA EN COLOMBIA INDUSTRIAL AND SCIENTIFIC METROLOGY IN COLOMBIA

Laura Vanessa Jiménez Villanueva<sup>40</sup>

Leydy Johana Velasco Pardo<sup>41</sup>

Cristian Camilo Barrero Jiménez<sup>42</sup>

Robinson Darío Clavijo Varón<sup>43</sup>

Raúl Alfredo Salinas Perilla<sup>44</sup>

**Resumen:** El Instituto Nacional de Metrología (INM) dentro de su misión de prestar servicios metroológicos contribuyendo a la confiabilidad de las mediciones, la productividad y competitividad de sectores productivos y el bienestar de los ciudadanos. Por medio de diferentes aparatos e instrumentos de medición el INM realiza pruebas y ensayos que permiten determinar la conformidad o no de un producto con ayuda de sus tres subdirecciones: la de Innovación y Servicios Tecnológicos (SIST), la de Metrología Física (SMF), y la de Metrología Química y Bioquímica (SMQB), que fortalecidas con capacitaciones o conocimientos adquiridos darán viabilidad a la innovación científica e industrial, asegurando también trazabilidad internacional.

**Palabras clave:** medición, metrología, ensayo de aptitud, trazabilidad.

40 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: lalajivi@hotmail.com

41 Estudiante de licenciatura en física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: ljvelascop@correo.udistrital.edu.co

42 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: camiloblack\_94@hotmail.com

43 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: robin405d@hotmail.com

44 Estudiante de Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: rasalinas@correo.udistrital.edu.co



## 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. Según la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), dicho material está relacionado con el área de conocimiento de Ciencias de la Educación, en específico, con ámbitos educativos y de investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (física, química, biología, astronomía) y las matemáticas.

La revista busca consolidarse como un escenario de fortalecimiento de la comunidad académica de profesores de ciencias naturales tanto en formación como en ejercicio profesional en los diferentes niveles educativos.

*Góndola, Ens Aprend Cienc* se publica de forma cuatrimestral, durante los meses de enero, mayo y septiembre, respectivamente.

Alcance geográfico: nacional e internacional

Puede ser referenciada como: *Góndola, Ens Apr Cien*.

### Indexación

La revista se encuentra indexada en: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

### Política de acceso abierto

*Góndola, 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.

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 **autor<sub>1</sub>** y/o **autor<sub>2</sub>**, etc. Este cambio deberá ser realizado tanto en el encabezado del artículo como dentro del texto, en las 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#](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 *Cóndola, 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. According to the classification of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), such material is related to the area of knowledge of Educational Sciences, specifically to educational and research fields in the teaching and learning of natural sciences (physics, chemistry, biology, astronomy) and mathematics.

This journal seeks to consolidate itself as a scenario of strengthening the academic community of natural science teachers both in training and in professional practice at different educational levels.

*Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola, Ens Aprend Cienc)* is published quarterly, during the months of January, May and September, respectively.

Geographical scope: national and international

It can be referenced as *Gondola, Ens Apr Cien*.

### Index

The magazine is indexed in: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

### Open Access Policy

*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.

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. Apr. Cien.*) publishes works in Spanish, Portuguese and English. The process of submitting articles is entirely online through our website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Papers must meet the following requirements:

- The maximum length of the document must be 9000 words including references.
- In order to guarantee the anonymity of the author at the time of the peer review, the name of the author should be replaced in the submitted article by the word author1 and/or author2, etc. This change should be made both in the headline of the article and within the text, in the auto-citations and auto-references.
- The document should contain a title in Spanish, Portuguese and English; it should not exceed 20 words.
- The abstract should contain the objectives of the study, the methodology used, the main results and the corresponding discussion or conclusions. It should be written in a single paragraph of maximum 300 words, without quotations or abbreviations and should be translated into Spanish, Portuguese and English.
- It has included a maximum of 7 keywords in Spanish, Portuguese and English.
- The bibliography, tables and figures should be adjusted according to the model document of the journal ([https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2\\_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#](https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#)).

Papers must have not copyright granted to third parties at the time of sending, and the concepts and opinions given in them are the sole responsibility of authors. Similarly, author (s) agrees that the work submitted is original, which has not been

published or is being considered for publication elsewhere. *Góndola, 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. De acordo com a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), esse material está relacionado com a área do conhecimento das Ciências da Educação, especificamente com as áreas de educação e investigação no ensino e aprendizagem das ciências naturais (física, química, biologia, astronomia) e da matemática.

A revista busca consolidar-se como um cenário de fortalecimento da comunidade acadêmica de professores de ciências naturais, tanto na formação quanto na prática profissional em diferentes níveis de ensino.

*Gondola, Ens Aprend Cienc* é publicado trimestralmente, durante os meses de Janeiro, Maio e Setembro, respectivamente.

Âmbito geográfico: nacional e internacional

Pode ser referenciado como: Gondola, Ens Apr Cien.

### Indexação

O periódico tem visibilidade em bases de dados como: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

### Política de Acesso Livre

*Góndola, 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.

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.