



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**Revista Góndola,
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**
Volumen 18-Número 2
Mayo - Agosto de 2023

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

e-ISSN 2346-4712
ISSN 2665-3303

Editora en Jefe

Olga Lucía Castiblanco Abril

Equipo de gestión editorial

Juan Andrés Giraldo

Diego Fabian Vizcaino

Grupo de Investigación:

Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)

Apoyo gestion OJS

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Corrección de estilo

Fernando Carretero Padilla

Diseño y diagramación

David Mauricio Valero

Portada

Crédito: Zulma Vizcaino Castiblanco



**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 Antonio Nariño, Bogotá, Colombia
Editor de contenidos

Juan Andres Giraldo
Gestor de artículos

David Aponte
Sebastian Bustos
Equipo Técnico Editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

Dr. Paulo Idalino Balça Varela
Universidade do Minho, Portugal

Dr. Nestor Camino
Universidad Nacional de la Patagonia, Argentina

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

COMITÉ EVALUADOR

Dra. Elena Fabiola Ruiz Ledesma. *Escuela Superior de Cómputo del IPN, México.*

Dra. Marisol Santacruz Rodríguez. *Universidad del Valle, Colombia.*

Dr. Nelson Oswaldo Lara Martinez. *Secretaria de Educación Distrital de Bogotá, Colombia.*

Mg. Fernando Icaro Jorge Cunha. *Universidade Federal do Pampa, Unipampa, Brasil.*

Dr. Paulo Idalino Balça Varela. *Universidade do Minho, Portugal.*

Dr. Elías Francisco Amórtegui Cedeño. *Universidad Surcolombiana, Colombia.*

Dra. Geilsa Costa Santos Baptista. *Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil.*

Dr. Carlos Zuluaga. *Universidad del Valle, Colombia.*

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

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

Dr. Gonzalo Miguel Angel Bermudez. *Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*

Dr. Francisco Javier Aguirregabiria Barturen. *Universidad de Dusto, España.*

Dr. José Claudio del Pino. *Universidade do Vale do Taquari, Brasil.*

Dra. Severina Coelho da Silva Cantanhede. *Universidade Federal do Maranhão, Brasil.*

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

Mg. Xiomara Murillo. *Fundación Universitaria Agraria, Colombia.*

Mg. Roiman Amed Badillo Bejarano. *Secretaria de Educación Distrital de Bogotá, Colombia.*

Dr. Guillermo Fonseca Amaya. *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Colombia.*

Dra. Maria Assunta Busato. *Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Brasil.*

Mg. José Gleison Alves da Silva. *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Brasil.*

Maria Cristina do Amaral Moreira. *Instituto Federal de Río de Janeiro, Brasil.*

Dr. Andrei Steeven Moreno Rodríguez. *Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil.*

Mg. Eliana Bolaños. *Universidad del Valle, Colombia.*

Dr. Andrés Raviolo. *Universidad Nacional de Río Negro, Argentina.*

Dra. Jeane Cristina Gomes Rotta. *Universidade de Brasília, Brasil.*

Dra. Ana Luiza de Quadros. *Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.*



Contenido

EDITORIAL

Educación Científica en la Era de “Barbie” y “Oppenheimer”
Science Education in the Age of “Barbie” and “Oppenheimer”
A Educação Científica na Era de “Barbie” e “Oppenheimer”
Elías Francisco Amórtegui

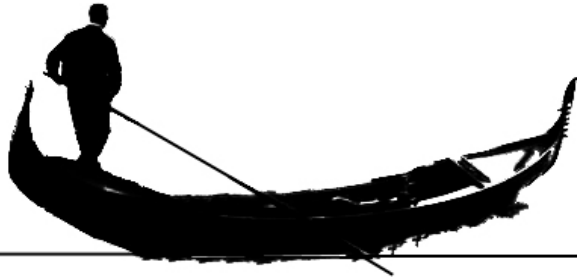
ARTÍCULOS

Rúbrica para evaluar el saber acerca del modelo de ser vivo en maestros en formación 210
Rubric to evaluate the knowledge about the living being model in training teachers
Rubrica para avaliar o conhecimento sobre o modelo de ser vivo na formação de professores
Rosa Esperanza Galera-Flores, José María Oliva Martínez, Natalia Jiménez-Tenorio

La explicación de fenómenos a partir del estudio de la flora medicinal usada en pandemia al norte de Colombia 229
Explanations from the study of the medicinal flora used in the pandemic in northern Colombia
A explicação dos fenômenos do estudo da flora medicinal utilizada em pandemia no norte de Colômbia the phenomena
Emilio José Arrieta García, Oscar Eliecer Pérez Romero, Robin Mario Naranjo Manchego

Educación brasileña en ciencias y salud: relato de una práctica de enseñanza con investigación en el aula 244
Brazilian science and health education: report of a teaching practice involving classroom research
Ciência brasileira e educação em saúde: relato de uma prática de ensino envolvendo pesquisa na sala de aula
Paola Cazzanelli, Rodrigo Sychocki da Silva

El conocimiento pedagógico de contenido y el modelo de razonamiento y acción pedagógica de un futuro profesor de química 257
O conhecimento pedagógico de conteúdo e o modelo de raciocínio pedagógico e ação de uma licencianda em química
The pedagogical content knowledge and the model of pedagogical reasoning and action of a pre-service chemistry teacher
Viviane Arrigo, Álvaro Lorencini Júnior, Fabiele Cristiane Dias Broietti, Leila Inês Follmann Freire



Contenido

Enseñanza de la geometría en la escuela secundaria: reflexiones de un profesor de matemáticas	274
Teaching geometry at secondary schools: reflections of a mathematics teacher	
Ensino da geometria na escola secundaria: reflexões de um professor de matemática	
<i>María de la Trinidad Quijano, Ana Rosa Corica</i>	
Algunas explicaciones sobre la acción de ver objetos opacos resultado de experiencias con estudiantes de grado undécimo	288
Some explanations of the action of seeing opaque objects as a result of experiences with eleventh grade students	
Algunas explicações sobre a acção de ver objetos opacos resultante das experiências com alunos do décimo primeiro ano	
<i>Marlon Camilo Aldana Boada, Lina Del Pilar Hernández Sepúlveda</i>	
Conocimiento pedagógico y semiótico del contenido de las ciencias (cpsc) una propuesta reflexiva para docentes	301
Pedagogical and semiotic knowledge of science content (pskc)a reflective proposal for teachers	
Conhecimentos pedagógicos e semióticos de conteúdo científico (cpsc) uma proposta reflexiva para Professores	
<i>Boris Fernando Candela Rodriguez</i>	
El uso de imágenes en la formación de docentes en educación ambiental compleja: informe de experiencia	318
The use of images in the training of teachers in complex environmental education: experience report	
O uso de imagens na formação de professoras(es) em educação ambiental complexa: relato de experiência	
<i>Patricia Neumann, Juliana Mara Antonio, Adriana Massaê Kataoka</i>	
Percepciones de los estudiantes sobre una actividad metacognitiva que involucra el concepto de cantidad de sustancia	335
Students' perceptions about a metacognitive activity involving the concept of the amount of substance	
Percepções dos alunos sobre uma atividade metacognitiva envolvendo o conceito de quantidade de substância	
<i>Jadis Henrique Picirilli da Silva, Solange Wagner Locatell</i>	



Contenido

Conocimiento didáctico del contenido en nomenclatura química: estudio de caso de un profesor de la media vocacional en Colombia Pedagogical content knowledge in chemical nomenclature: case study of a vocational media teacher in Colombia Conhecimento didático do conteúdo na nomenclatura química: estudo de caso de professor de média profissional na colômbia <i>William Moreno</i>	345
Concepções de professores em formação sobre a contextualização dos saberes ecológicos locais e conteúdos científicos em sala de aula Conceptions of teachers in training on the contextualization of local ecological knowledge and scientific content in classroom Concepciones de docentes en formación sobre la contextualización de conocimientos ecológicos locales y contenidos científicos en el aula <i>Luiz Felipe Pereira da Silva, Marcelo Alves Ramos</i>	358
¿La tierra es plana o redonda? una experiencia con alumnos de educación básica Is the earth flat or round? an experience with elementary education students A terra é plana ou redonda? uma experiência com alunos de educação básica <i>Felipe Martínez Rizo</i>	375
HISTORIAS DE VIDA	
Entrevista a: John Jairo Briceño Martínez Interview with: John Jairo Briceño Martínez Entrevista com: John Jairo Briceño Martínez <i>Roiman Amed Badillo Bejarano</i>	385



EDITORIAL

EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA ERA DE “BARBIE” Y “OPENHEIMER”¹

“...Teaching about science would require that more emphasis is given to developing the following attributes: an understanding of the methods and processes of science, an awareness of the context and interests of scientist, their social practices; and the ability to analyze, or at least consider, risks and benefits...” Osborne y Dillon (2010)

Estimado lector, docente, estudiante o investigador, seguramente durante las últimas semanas ha sido testigo de una oleada abismal de prendas color rosa, alusivas al estreno mundial de la película *Barbie*, sobre la línea de muñecas de moda de la empresa norteamericana Mattel, dirigida por Greta Gerwig y Noah Baumbach, recaudando a la fecha más de un billón de dólares. Sin embargo y de manera paralela, se construía el fenómeno publicitario *Barbenheimer*, referido al estreno simultáneo en cines de esta película, junto con *Oppenheimer*, el 20 de julio de 2023 en nuestro país; esta última escrita y dirigida por Christopher Nolan y basada en la novela autobiográfica *American Prometheus: The Triumph and Tragedy of J. Robert Oppenheimer*, destacando la vida de este físico teórico estadounidense quien fue profesor de física en la Universidad de California en Berkeley y considerado como el padre de la bomba atómica, en gran parte a su rol fundamental en el Proyecto *Manhattan*, enfocado en el desarrollo de las primeras armas nucleares de la historia y empleadas durante la Segunda Guerra Mundial; apenas recaudando medio billón de dólares a la fecha.

Todo lo anterior para poner en el panorama de la vida cotidiana el momento en el cual este número actual de la Revista “*Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*” es emitido y que por tanto nos conlleva a reflexionar sobre el papel de las ciencias en un momento coyuntural como el presente y uno de los posibles enfoques para analizarlo es la Alfabetización Científica; se trata entonces de que los estudiantes como futuros ciudadanos, generen competencias teórico-prácticas que les sean útiles para fundamentar y orientar interpretaciones críticas y las decisiones en torno a las políticas de su contexto próximo. Dicha alfabetización, debe además acercar a niños, niñas y jóvenes a la manera en la que se construye el conocimiento científico, que permita generar una idea más adecuada sobre la naturaleza de las ciencias, más accesible, interesante, significativa y relevante, de tal manera que le permita participar de manera activa en debates acerca de las problemáticas relevantes de la sociedad, comprendiendo así que las ciencias forman parte de la cultura.

Para el caso de este número en particular, los lectores podrán encontrar diversidad de producciones académicas que versan sobre distintas líneas de investigación en el marco de

1. Por Elías Francisco Amórtegui Cedeño. Docente de Planta Tiempo Completo. Facultad de Educación. Universidad Surcolombiana. Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Coordinador Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (A-Minciencias). elias.amortegui@usco.edu.co

la Didáctica de las Ciencias Naturales y la Formación de Profesorado, tanto inicial como en ejercicio; en este orden de ideas, Rosa Esperanza Galera-Flores, José María Oliva (a quien además recuerdo con cariño en la escuela de doctorado en Badajoz, Extremadura en el 2017) y Natalia Jiménez-Tenorio abordan con docentes en formación inicial y en activo en el contexto español, sus saberes acerca del concepto *Ser Vivo*, resaltando así la importancia de la construcción de modelos escolares científicos en los centros de formación docente que permitan a futuro una mejor enseñanza sobre este concepto estructurante en la Biología como disciplina científica². Por su parte, Boris Candela, un amplio investigador colombiano reconocido a nivel nacional, introduciendo un abordaje reflexivo sobre la configuración del Conocimiento Pedagógico y Semiótico del Contenido de las Ciencias (CPSC), enfatizando sobre la construcción de conocimiento científico y escolar en el aula de clases, generando así nuevas posibilidades en su enseñanza, ejemplificando en su texto desde la enseñanza de la química.

Vale resaltar aquí la larga trayectoria sobre la investigación que ha tenido en Colombia sobre el *Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias* hacia inicios de los años 2000³ y a nivel mundial desde la década de los años 80's con los primeros trabajos de Lee Shulman; ambos hoy con potentes aportes en los programas de formación inicial de profesorado y posgradual hasta el nivel doctoral, muestra de ello programas como el Doctorado Interinstitucional en Educación-DIE (Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Universidad del Valle).

Siguiendo esta misma tendencia, Viviane Arrigo, Álvaro Lorencini, Fabiele Dias y Lelila Follmann, abordan desde el contexto brasilero, el desarrollo del Conocimiento Pedagógico del Contenido de un futuro profesor de Química, específicamente sobre el Modelo de Razonamiento y Acción Pedagógica (MRPA), entreviendo la necesidad de generar espacios de transformación de pensamiento docente en la formación inicial del profesorado que permita la reflexión sobre lo que se planifica y se realiza en el aula de clases. Sobre ello, Ravanal, López y Amórtegui (2021) señalan que las prácticas docentes son una actividad profesional necesaria de comprender, dado que, en ella el docente, aquí en formación inicial, atiende selectivamente sobre situaciones de enseñanza específicas. desplegando habilidades de enseñanza que contribuyan a la promoción de ambientes de aprendizaje paradigmáticos que atiendan la inherente diversidad del salón de clases y la realización de acciones pertinentes que favorezcan un adecuado tratamiento de los contenidos curriculares, que favorezca aprendizajes en distintas dimensiones: cognitiva, efectiva y/o motora. Finalmente, María Quijano y Ana Corica, presentan desde Argentina, una reflexión sobre el desarrollo del conocimiento matemático y pedagógico efectivo en la toma de decisiones en la formación del profesorado.

Hasta ahora, los artículos han versado principalmente en el contexto de la formación del profesorado, la segunda parte de este número atiende a la educación en ciencias en escuelas de secundaria y media. En su caso, Marlon Aldana y Lina Hernández presentan un análisis sobre las concepciones de estudiantes de undécimo grado sobre procesos ópticos, a partir de

2. Si el lector es un apasionado en esta temática, lo invito a revisar dos textos básicos en la comprensión histórica y epistemológica: "*Conceptos de Biología*" por André Giordan y "*La Lógica de lo viviente*" por François Jacob, y si prefiere en el contexto latinoamericano, "*El árbol del Conocimiento*" de Humberto Maturana.

3. Sobre esta línea de investigación, pueden revisarse las siguientes tesis doctorales a manera de mapeo y revisión sobre esta línea: <https://docta.ucm.es/entities/publication/d6bb3928-a4e3-4899-8bb2-728c8f55c250> por el Dr. Édgar Valbuena, Investigador de la Universidad Pedagógica Nacional y <https://roderic.uv.es/handle/10550/66943> por el suscrito autor de esta editorial.

las experiencias y experimentos en Bogotá-Colombia; Paola Cazzanelli y Rodrigo Sychocki abordan una experiencia de aula sobre ciencias y salud, en caso concreto sobre la Pandemia del Coronavirus⁴ en Brasil y Emilio Arrieta, Óscar Péres y Robin Naranjo, abordan igualmente las explicaciones científicas sobre el uso de la flora medicina durante la Pandemia del Covid en la región cordobesa en Colombia, destacando por una parte el uso de experiencias metacognitivas y el conocimiento científico sobre especies vegetales con potencial uso en la medicina tradicional, con estudiantes de undécimo grado.

Por último, dando cierre a esta editorial, me permito agradecer la amable invitación realizada por el Dr. Diego Fabian Vizcaíno con quien compartimos además ser parte del Comité Editorial del Boletín ASCOFADE e invito a maestros y maestras a continuar con la ardua labor de la transformación de nuestra sociedad, por el trabajo colectivo y por la reivindicación de la profesión docente, situación que como se ha visto en este número, compartimos desde los diferentes contextos y las diversas manos que han elaborado cada uno de los artículos aquí presentados.

*Amb amor per a
Diana Lizeth Perdomo Caviedes.*

BIBLIOGRAFÍA

Osborne, J y Dillon, J (2010). *Good Practice In Science Teaching: What Research Has To Say*. McGraw-Hill Education.

Ravanal Moreno, Eduardo; López-Cortés, Francisco; Amórtegui Cedeño, Elías. ¿Qué creen y que hacen profesores chilenos al enseñar biología en Educación Secundaria? (2021) *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2021, 39(1),157-174. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3024>.

4. Para el caso de Educación para la Salud, el lector puede acercarse a las investigaciones de tres grandes colegas con quienes hemos compartido amistad y academia por muchos años: Dr. Valentín Gavidia <https://www.researchgate.net/profile/Valentin-Catalan/research>, Dra. María Cristina Pansera <https://www.researchgate.net/profile/Maria-Pansera-De-Araujo/research> y Dr. Jonathan Andrés Mosquera <https://www.researchgate.net/profile/Jonathan-Mosquera-3/research>.



RÚBRICA PARA EVALUAR EL SABER ACERCA DEL MODELO DE SER VIVO EN MAESTROS EN FORMACIÓN

RUBRIC TO EVALUATE THE KNOWLEDGE ABOUT THE LIVING BEING MODEL IN TRAINING TEACHERS

RUBRICA PARA AVALIAR O CONHECIMENTO SOBRE O MODELO DE SER VIVO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Rosa Esperanza Galera-Flores*, José María Oliva Martínez**, Natalia Jiménez-Tenorio***

Cómo citar este artículo: Galera-Flores, R.; Oliva-Martínez, J.; Jiménez-Tenorio, N. (2023). Rúbrica para evaluar el saber acerca del modelo de ser vivo en maestros en formación. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 210-228. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18920>

Resumen

El propósito del artículo es diseñar y validar una rúbrica para evaluar el saber de estudiantes para maestros acerca del modelo de ser vivo. La rúbrica se diseñó para procesar la información procedente de un cuestionario abierto que se administró a una muestra formada por maestros de primaria en formación inicial y graduados en ciencias (N=63). Se combinaron técnicas cualitativas y cuantitativas de tratamiento de datos, en este último caso, usando el modelo de Rasch y estudios de frecuencias. Sus resultados nos permitieron definir nueve dimensiones de análisis, con cuatro categorías ordinales cada una, componiendo así una rúbrica analítica. Los resultados mostraron siempre indicadores de ajustes adecuados, excepto en una dimensión que fue eliminada de la rúbrica. Asimismo, arrojaron un alto grado de fiabilidad y unidimensionalidad, lo que permite hablar de saberes articulados en torno a la idea de ser vivo, aunque no siempre alineados con el modelo de la ciencia escolar. Además, se encontró un correcto solapamiento entre el desempeño de los sujetos y la dificultad de las dimensiones. Finalmente, se detectaron diferencias significativas entre los resultados de la rúbrica en estudiantes para maestro y en graduados de ciencias, a favor de éstos últimos, lo que sugiere sensibilidad en sus medidas. En concreto, los maestros en formación presentaron ideas más alejadas al modelo escolar que los graduados en ciencias. Estos resultados muestran la validez de la rúbrica construida para estudiantes con diferentes niveles de formación en biología, lo que la hace apropiada para evaluar tanto saberes previos como su progresión a través de la enseñanza.

Palabras clave: Análisis de Rasch. Instrumento de evaluación. Maestros en formación. Modelo de ser vivo. Validación.

Recibido: Diciembre de 2021; aprobado: Marzo de 2023

* Magister en profesorado de Educación secundaria, Universidad de Cádiz, España, rosa.galera@uca.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4092-9167>.

** Doctor en Ciencias Físicas, Universidad de Cádiz, España, josemaria.oliva@uca.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2686-6131>.

*** Doctora en Ciencias del Mar, Universidad de Cádiz, España, natalia.jimenez@uca.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7879-9877>.

Resumo

O objetivo do artigo é projetar e validar uma rubrica para avaliar o conhecimento de alunos para professores sobre o modelo de ser vivo. A rubrica foi projetada para processar as informações de um questionário aberto que foi aplicado a uma amostra de professores do ensino fundamental em formação inicial e graduados em ciências (N=63). As técnicas de tratamento de dados qualitativos e quantitativos foram combinadas, neste último caso, utilizando o modelo Rasch e estudos de frequência. Seus resultados permitiram definir nove dimensões de análise, com quatro categorias ordinais cada, compondo uma rubrica analítica. Os resultados sempre apresentaram indicadores de ajuste adequados, exceto em uma dimensão que foi eliminada da rubrica. Da mesma forma, apresentaram alto grau de confiabilidade e unidimensionalidade, o que nos permite falar de saberes articulados em torno da ideia de ser vivo, embora nem sempre alinhados ao modelo de ciências da escola. Além disso, foi encontrada uma sobreposição correta entre o desempenho dos sujeitos e a dificuldade das dimensões. Por fim, foram detectadas diferenças significativas entre os resultados da rubrica em professores em formação e graduados em ciências, a favor deste último, o que sugere sensibilidade em suas medidas. Em concreto, os professores de formação inicial apresentaram ideias que estavam mais distantes do modelo escolar do que os graduados em ciências. Esses resultados mostram a validade da rubrica construída para alunos com diferentes níveis de formação em biologia, o que a torna adequada para avaliar os conhecimentos prévios e sua progressão no ensino.

Palavras chave: Análise Rasch. Formação de professores. Instrumento de avaliação. Modelo de ser vivo. Validação.

Abstract

This work aims to design and validate a rubric to evaluate the pre-service teachers' knowledge about the model of living beings. The rubric seeks to process the information from an open questionnaire applied to a sample of primary school teachers in initial training and science graduates (N=63). Qualitative and quantitative data treatment techniques were combined, in the latter case, using the Rasch model and frequency studies. Their results allowed us to define nine dimensions of analysis, with four ordinal categories each, thus composing an analytical rubric. Results always showed indicators of adequate adjustments, except in one dimension that was eliminated from the rubric. Likewise, they showed a high degree of reliability and unidimensionality, allowing us to speak of knowledge articulated around the idea of being alive, although not always aligned with the model of school science. In addition, a correct overlap was found between the performance of the subjects and the difficulty of the dimensions. Finally, significant differences were detected between the rubric results in pre-service teachers and science graduate teachers, in favor of the latter, which suggests sensitivity in their measurements. Specifically, pre-service teachers present ideas that were further removed from the school model than the science graduates. These results show the validity of the rubric built for students with different levels of training in biology, making it appropriate to assess both prior knowledge and its progression through teaching.

Keywords: Evaluation instrument. Living being model. Rasch analysis. Training teachers. Validation.

1. Introducción

La noción de ser vivo es fundamental en biología, ya que es la base de multitud de conceptos y procesos de esta disciplina (MORA, 2019) y supone un referente para entender nuestro entorno ya que continuamente interactuamos con otros seres vivos (CAÑAL, 2008). Dicha noción se aborda en la escuela desde el inicio de la educación primaria hasta niveles universitarios. A pesar de ello, los estudiantes de todos los niveles suelen presentar ideas confusas y alejadas de la ciencia escolar (ÖZGÜR, 2018), lo cual supone todo un reto para los docentes. De hecho, suele haber grandes diferencias entre lo que el alumnado aprende y lo que debería aprender sobre la noción de ser vivo (DE LAS HERAS, 2010; MORA, 2019).

Tradicionalmente, en la escuela se estudia el modelo de ser vivo focalizándose en la definición, y localización y funciones de órganos y sistemas. Además, se enfatiza la identificación de seres vivos concretos y las características que los diferencian de otros, en lugar de estudiar las que son comunes a todos ellos (MARTÍNEZ-LOSADA, GARCÍA-BARROS, GARRIDO, 2014). Esta perspectiva impide concebir los seres vivos como sistemas complejos en continua interacción con su medio y, por tanto, dinámicos, y con capacidad de adaptación (GÓMEZ, SANMARTÍ, PUJOL, 2007). Esta visión integradora permitiría a los estudiantes establecer relaciones y adquirir una visión de conjunto, algo necesario en la adquisición de cualquier significado (GARCÍA, 2005).

Aunque, como veremos luego, son bastantes los estudios realizados sobre el aprendizaje de la noción de ser vivo en estudiantes de distintos niveles y en maestros en formación, este estudio pretende aportar al campo en al menos dos direcciones. En primer lugar, porque intenta ir más allá de una perspectiva diagnóstica, trascendiendo a procesos de intervención didáctica. En este sentido, el trabajo forma parte de un estudio más amplio basado en el diseño y evaluación de una propuesta didáctica orientada a la progresión del modelo de ser vivo en maestros en formación inicial. En concreto, se

integra en su primera fase en la que se analiza el saber con el que los estudiantes llegan a las clases, lo que conlleva previamente el diseño y validación de un instrumento dirigido a recoger la información necesaria para ello. En segundo lugar, porque la perspectiva que adopta se basa justamente en esa visión integral de la que hablábamos de la noción de ser vivo, para lo cual se aportan, entre otros, datos referidos a la unidad de constructo de dicha noción y, con ello, de su estatus como modelo.

2. Marco teórico

2.1 Las nociones de vida y de ser vivo como referentes del estudio

El constructo de ser vivo se relaciona indisolublemente con el concepto de vida, el cual se entiende como una característica o propiedad que puede tener o no la materia, mientras que aquel se trata del soporte orgánico que lo hace posible. Sin embargo, a pesar de esa estrecha relación, el vínculo entre ambas nociones raramente se hace explícita y lo normal es que exista un uso desigual de ambos términos en función del contexto. Así, aunque en nuestro entorno cultural suele ser frecuente el uso del término de vida, por ejemplo, cuando en los medios de comunicación se habla de la posibilidad de existencia de vida en otros planetas, el currículum escolar prefiere poner el énfasis en la idea de ser vivo o de organismo vivo, quizás porque esta noción es menos abstracta y es la base sobre la que se configura la biología como ciencia.

Desde el punto de vista histórico, tanto científicos como filósofos han intentado caracterizar qué es la vida y en qué consisten los organismos vivos. Hasta el siglo XIX, desde las teorías denominadas vitalistas solía considerarse que los organismos vivos se diferencian de las cosas inanimadas por poseer una fuerza vital. Aunque estas ideas fueron pronto desplazadas, no existe a día de hoy una definición única y totalmente consensuada acerca de esas nociones. Por ejemplo, para WEISZ (1975), la esencia del ser vivo es la autopertpetuación, esto es, la

capacidad de funcionar indefinidamente, para lo que el organismo ha de recibir y controlar información de su interior y del medio externo, dando lugar a procesos de regulación, procesos de reproducción y adaptación. JOYCE (1991); por su parte, considera a los organismos vivos como sistemas químicos auto-mantenidos con capacidad de evolución darwiniana, mientras PERETÓ (2005), por otro lado, los define como cualquier sistema autónomo con capacidad de evolución abierta. Puede verse en todos los casos que la esencia de lo que es un ser vivo se vincula a la posibilidad de funcionar de forma autónoma y a su estatus evolutivo. Otras definiciones aluden a características más concretas y reconocibles, como las aportadas por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) (GEFAELL, MEGÍAS, ROLAN, S.F.), para el que un ser vivo: muestra evidencias de crecimiento y reproducción; muestra evidencias de transferencias de energía con un propósito: metabolismo; responde a estímulos; actúa para asegurar su preservación; difiere significativamente del medio que le rodea, y posee capacidad de evolución darwiniana. Otra posibilidad reside en aportar una definición estructural apelando a la idea de célula, al ser considerada ésta la expresión más pequeña de materia viva, por lo que podríamos hablar de materia viva siempre que esté formada por células. El constructo de ser vivo es complejo, articulando diferentes ideas que, en conjunto, permiten entender la realidad y hacer predicciones sobre ella. Por ello podemos entenderlo en términos de un modelo, dado que, si cada una de las partes se concibe por separado, sería insuficiente para definir qué es un ser vivo. De ahí que en adelante hablemos del “modelo de ser vivo” que será el referente terminológico que, a partir de aquí, se adopta en este estudio.

2.2 El modelo escolar de ser vivo y las dificultades de su construcción

Un modelo es una representación de un objeto, sistema o fenómeno, elaborada con el propósito de explicar o predecir hechos y situaciones (ADÚRIZ-BRAVO, 2012; GILBERT, BOULTER, ELMER,

2000), y configurada en torno a una trama de ideas organizada y jerarquizada de forma abstracta (GÓMEZ, SANMARTÍ, PUJOL, 2007). Por ejemplo, se trata de un modelo el constructo de ser vivo, la idea de circuito eléctrico, o la interpretación del cambio químico mediante la teoría atómica. En general, los modelos ocupan el papel de intermediarios entre la teoría y la realidad (MORRISON, MORGAN, 1999), por lo que pueden considerarse como teorías específicas (BUNGE, 1973).

En el aprendizaje de las ciencias es deseable que los estudiantes se apropien progresivamente del modelo de ciencia escolar, si bien aquellos disponen de formas de pensar alternativas que surgen a partir de experiencias cotidianas. Éstas tienen una naturaleza implícita, carecen de un nivel de organización y articulación semejante al de las teorías científicas y mantienen un uso fuertemente dependiente del contexto (POZO, GÓMEZ-CRESPO, 1998). En este marco, y ante la ausencia de un modelo escolar construido en torno al objeto de estudio referido, los estudiantes suelen usar esas ideas alternativas como base para la elaboración de sus modelos mentales (MOREIRA, GRECA, RODRÍGUEZ-PALMERO, 1997), los cuales les permiten entender y desenvolverse en el mundo en el que viven. Un elemento clave del proceso de enseñanza consiste en conocer estas ideas para poder prever los obstáculos con los que se van a encontrar en su proceso de aprendizaje (BLANCO-ANAYA, DÍAZ, 2017). A partir de aquí, se trata de que los alumnos adquieran un modelo cada vez más complejo y cercano al científico, y que sean capaces de utilizarlo ante fenómenos cotidianos. A lo largo de dicho proceso y como parte del mecanismo de regulación, el docente necesita disponer de instrumentos que le permita hacer un seguimiento del proceso de construcción del modelo escolar de referencia, evaluando qué saben los estudiantes sobre dicho modelo y qué progresos se producen en la construcción del mismo.

En el marco concreto de la enseñanza del modelo de ser vivo, se han realizado numerosos intentos de transposición didáctica, al objeto de aportar un modelo escolar del mismo (GALINDO, PUIG, PUJOL,

2007). De todos ellos nos quedamos con la propuesta de GARCÍA (2005), compartida también por otros autores (GARCÍA-BARROS, MARTÍNEZ-LOSADA, FUENTES, 2017), quien interpreta al ser vivo como sistema que: intercambia materia y energía con el medio y como resultado de ello modifica el medio (nutrición); capta estímulos del medio y responde a ellos (relación); proviene de otros seres vivos y puede reproducirse y transferir sus características a sus descendientes (reproducción), y está constituido por una o muchas unidades estructurales que llamamos células. Este modelo es compatible con una perspectiva compleja, donde las funciones de nutrición, relación y reproducción se entienden de manera interdependiente y el organismo se sitúa de una manera integrada en el medio específico en el que habita (GALINDO, PUIG, PUYOL, 2007).

Al igual que en otros dominios de la ciencia, el alumnado suele construir ideas alternativas al modelo escolar de ser vivo enseñado en la escuela. Ello se debe al alto nivel de abstracción que demanda dicho modelo (MORA, 2019), lo que hace que, incluso en sus versiones más simples, resulte un contenido complejo y difícil. Consecuencia de ello es que el alumnado se decante por explicaciones más sencillas, en unos casos basadas en razonamientos cotidianos y en otras en explicaciones simplistas aprendidas desde pequeños y que luego son difíciles de abandonar. De hecho, ya antes de comenzar el aprendizaje escolar, las personas generan una primera idea de ser vivo asociándola a ellos mismos y a la presencia de movimiento (ÖZGÜR, 2018). Luego, en la escuela, se empiezan a utilizar otros criterios para definir los seres vivos, como son el ciclo vital, el desplazamiento o la presencia de características morfológicas similares a las humanas (BAHAR, 2003; GONZÁLEZ, 2015). Dichos criterios, que están muy orientados al ser humano, no son, sin embargo, adecuados para definir al ser vivo, ya que deja fuera, por ejemplo, a los vegetales (RIVADULLA, FUENTES, DE LA ENCINA, 2017). Estas ideas alternativas persisten a lo largo de la enseñanza, continuando implícitas incluso hasta los 15-16 años (BABAI, SEKAL, STAVY, 2010). Otras

incluso están presentes en maestros en formación, como lo demuestra el hecho de que, en su mayoría, al considerar organismos, éstos citen animales (preferentemente vertebrados mamíferos) o si acaso vegetales, y solo ocasionalmente mencionen los otros tres reinos (GARCÍA-BARROS, MARTÍNEZ-LOSADA, FUENTES, 2017).

Un segundo nivel de dificultad aparece en la comprensión de las funciones vitales que es clave para entender el modelo de ser vivo (GONZÁLEZ, 2015). Así, los estudiantes presentan problemas para interpretar la nutrición como integración de las funciones digestiva, respiratoria, circulatoria y excretora, y cuya finalidad es intercambiar energía y materia, imprescindibles para construir o reparar estructuras (LÓPEZ, ANGULO, 2016; NÚÑEZ, BANET, 1996). Además, aparecen dificultades para diferenciar nutriente y alimento (CAÑAL, 2008), concebir la presencia de una única vía digestiva para alimentos sólidos y líquidos (RIVADULLA, GARCÍA, MARTÍNEZ, 2008), entender la digestión como un proceso mecánico y químico (GONZÁLEZ, 2015), etc. Además, se han observado conflictos para entender la nutrición a nivel celular (CAÑAL, 2008; REINOSO, DELGADO-IGLESIAS, FERNÁNDEZ, 2019). Particularmente, en los vegetales, se constatan dificultades para comprender los procesos de alimentación, respiración o excreción, generando multitud de concepciones alternativas al respecto (CAÑAL, 2008; MARTÍNEZ-LOSADA, GARCÍA-BARROS, GARRIDO, 2014).

La función de reproducción puede definirse como crecimiento, creación de estructuras o perpetuación de la especie mediante transferencia de información entre individuos. Ella se interpreta mediante el proceso de división celular, lo que ocasiona dificultades al demandar un pensamiento abstracto a nivel microscópico. Así, producen confusión los términos de multiplicación y división o la distinción entre división de cromosomas y de células (FANTINI, JOSELEVICH, 2014; GARCÍA, 2017; PIGRAU, SANMARTÍ, 2015).

Por último, la función de relación se refiere al conjunto de procesos que permiten al individuo

relacionarse con su medio interno y externo captando estímulos, procesándolos y respondiendo ante ellos. En este proceso intervienen los sentidos, el sistema nervioso y el sistema locomotor. Gran parte de las dificultades de aprendizaje suelen aparecer porque se comprenden como realidades separadas sin tener una visión integrada. De hecho, no se asocia el cerebro con actividades motoras y sensitivas, y suele adoptarse una visión antropomórfica de esta función, dejando fuera a las plantas de los procesos de relación (GONZÁLEZ, 2015; PIGRAU, SANMARTÍ, 2015).

Todo lo expuesto hace que, en el marco de la formación de maestros, sea necesaria una cuidadosa selección de modelo de ser vivo empleado. Además, y como se dijo antes, hay que tener en cuenta que, al igual que en otros ámbitos de la ciencia (ARMARIO, OLIVA Y JIMÉNEZ-TENORIO, 2022; BOGDAN, GRECA, MENESES-VILLAGRÁ, 2017; DARROZ, WERNER DA ROSA, DE GRANDIS, 2016), también en éste los maestros en formación suelen arrastrar lagunas y concepciones alternativas. De ahí la necesidad de buscar estrategias que favorezcan la organización de su conocimiento a través de la observación de hechos, la indagación y la construcción de modelos, todo ello con la finalidad de conseguir una aproximación hacia el modelo científico (GARCÍA-BARROS, MARTÍNEZ-LOSADA, FUENTES, 2017; MARCOS-MERINO, ESTEBAN, GÓMEZ, 2019).

3. Diseño de investigación

3.1. Contexto del estudio y enfoque y propósitos de investigación

Como señalamos antes, este estudio forma parte de otro más amplio que puede clasificarse dentro de las llamadas investigaciones basadas en el diseño. Desde este enfoque, el diseño supone un elemento central en los esfuerzos para mejorar el aprendizaje y avanzar en la construcción de teorías sobre el aprendizaje y la enseñanza en ambientes complejos (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003).

En el caso concreto del presente estudio, se trata de elaborar y validar un instrumento que permita evaluar los progresos alcanzados por estudiantes para maestros a lo largo de una secuencia didáctica sobre el modelo de ser vivo, que será objeto de estudio en futuros trabajos. Tiene, por tanto, connotaciones propias del paradigma positivista, ya que la propia idea de validación se ajusta a dicha perspectiva de investigación y el procedimiento que se sigue se basa en la cuantificación y en la estadística. No obstante, también presenta características de un enfoque naturalista, pues se recurre a dimensiones y variables cuya definición viene precedida de un estudio cualitativo en el que las respuestas de los informantes a un instrumento abierto se analizan y categorizan siguiendo planteamientos interpretativos.

Otro aspecto importante que caracteriza nuestro marco de investigación es el sentido que damos a la idea de validación. Como señala la literatura, la validación de cualquier instrumento de evaluación, por ejemplo, un cuestionario escrito, va siempre asociada a la del instrumento de análisis de sus resultados; esto es, a la interpretación que se hace de las puntuaciones o escalas que se construyen con el instrumento (AERA, APA y NCME, 1999). De ahí que, en este trabajo, hablemos de validar una rúbrica, y no de validar un cuestionario, si bien, claro está, la rúbrica validada se encuentra vinculada estrechamente al cuestionario de la que se extraen los resultados.

En consonancia con todo ello, los propósitos del estudio son los siguientes:

1. Diseñar y validar una rúbrica para evaluar el saber sobre el modelo de ser vivo en sujetos con distinto grado de formación en temas de biología.
2. Evaluar el saber en torno al modelo escolar de ser vivo de maestros en formación inicial, respecto al que poseen graduados en materias científicas.

3.2. Instrumento

Se diseñó un cuestionario abierto de nueve preguntas distribuidas en dos partes (Tabla 1). La

primera estaba constituida por tres cuestiones, dos de ellas sobre la definición de vida y de ser vivo, respectivamente, y la tercera sobre la formulación de ejemplos de seres vivos. La segunda parte hacía referencia a las funciones vitales, incluyendo preguntas sobre la conceptualización de cada una, junto a otras de identificación y justificación, a través de dibujos, de ejemplos de cada una de ellas.

Tabla 1. Preguntas del cuestionario inicial administrado.

Cuestionario	Preguntas
Primera parte	<p>1.- Explica qué significa para ti que algo tenga vida.</p> <p>2.- ¿Cuáles son las características que definen a un ser vivo y lo diferencian de un cuerpo inerte?</p> <p>3.- Pon ocho ejemplos diferentes de seres vivos.</p>
Segunda parte	<p>4.- Al hablar de seres vivos, explica detenidamente qué entiendes por reproducción.</p> <p>5.- Indica en cada uno de los dibujos (Anexo I) la conexión que tiene con la función de reproducción, explicando tu respuesta.</p> <p>6.- Al hablar de seres vivos, suele decirse que poseen la función de relación. Explica detalladamente qué entiendes por función de relación.</p> <p>7.- Indica en cada uno de los dibujos (Anexo II) la conexión que tiene con la función de relación, explicando tu respuesta.</p> <p>8.- Un aspecto importante de los seres vivos es la necesidad de nutrirse. Explica de forma detallada qué entiendes por nutrición y por qué es necesaria.</p> <p>9.- Indica en cada uno de los dibujos (Anexo III) la conexión que tiene con la función de nutrición, explicando tu respuesta.</p>

Fuente. Elaboración propia.

El diseño del cuestionario vino acompañado de un análisis previo de validez por jueces en el que participaron seis expertos, docentes de didáctica de las ciencias y/o de ciencias, quienes valoraron la pertinencia de las preguntas planteadas. Además, el cuestionario fue administrado a una muestra previa de estudiantes de magisterio que nos sirvió para comprobar la claridad de los enunciados y hacer algunas modificaciones de redacción.

3.3. Participantes

Participaron 63 sujetos procedentes de dos perfiles distintos, elegidos según una muestra de conveniencia. De un lado, 32 estudiantes para maestros que iniciaban el tercer curso del Grado en Educación Primaria. Éstos no habían cursado hasta el momento ninguna asignatura de ciencias durante sus estudios de magisterio y, en su mayoría, no lo hacían tampoco desde 3º ESO; de hecho, solamente una minoría había cursado bachillerato de ciencias. De otro, contamos con 31 graduados de ciencias, en su mayoría egresados del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria en la especialidad de Biología y Geología. Las titulaciones de grado cursadas eran Biología, Ciencias Ambientales y Ciencias del Mar. Con esta muestra diversa y heterogénea pretendíamos dos cosas. Por un lado, que la rúbrica resultante fuera transferible a estudiantes con distinto nivel de formación en ciencias, requisito que, como veremos, forma parte del proceso de validación (Objetivo 1). Por otro, permitir la comparación de saberes en alumnado de distinto perfil (Objetivo 2).

3.4. Procedimiento de análisis de datos

Como se ha dicho, se combinaron procedimientos cualitativos y cuantitativos de análisis de datos (Figura 1). El análisis cualitativo ayudó a perfilar la naturaleza de las respuestas y un orden progresivo en el desempeño de las ideas manejadas. También sirvió para detectar que las preguntas 1 y 2 aportaban información muy similar sobre la conceptualización de ser vivo, por lo que se consideró apropiado un análisis conjunto de las mismas. De ahí que, en adelante, hablemos de dimensiones y no de preguntas a la hora de analizar las respuestas encontradas. En concreto, contemplamos nueve dimensiones en total, una para cada una de las preguntas de la 3 a la 9, y dos más para el conjunto de las preguntas 1 y 2. En efecto, las respuestas aportadas, tanto sobre la definición de vida como de ser vivo, arrojaron dos niveles de respuesta diferenciados, uno estructural

que aludía a la noción de célula, y otro funcional que recurría a las funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. De ahí que se decidiera establecer dos dimensiones para esas preguntas y no solo una.

Toda esta información cualitativa, junto con la decisión de partir de escalas de cuatro niveles, y algunos estudios de tanteo con muestras reducidas de estudiantes, permitió construir la primera versión de una rúbrica analítica. Tanto el establecimiento de criterios para la construcción de la rúbrica, como el proceso de categorización de respuestas, fue realizado conjuntamente por dos investigadoras.

Para validar la rúbrica, sus resultados fueron sometidos a un análisis de RASCH (1960). El modelo de Rasch proporciona, entre otras cosas, un medio para comprobar en qué medida y en qué aspectos las escalas de la rúbrica funcionan o no adecuadamente (JANSSEN, MEIER, TRACE, 2015). En particular, permite tomar decisiones sobre la composición y estructura de una rúbrica, y también crear medidas de intervalo globales a partir de los valores parciales de varias subescalas ordinales (LIU, BOONE, 2006). A diferencia de los análisis estadísticos clásicos, en los que se utilizan los datos observados, el análisis de Rasch utiliza una función logística, la cual permite la construcción de una escala latente expresada en *logits*, cuyos valores pueden oscilar entre menos infinito y más infinito. En este caso se utilizó el Modelo de Crédito Parcial (PCM), que es el más adecuado para escalas tipo ordinal, usando el software Winsteps v. 4.4.7 (LINACRE, 2020). En concreto, el proceso se desarrolló en cuatro fases, a lo largo de las cuales pudimos poner a prueba y depurar la rúbrica, siguiendo el esquema de la Figura 1.

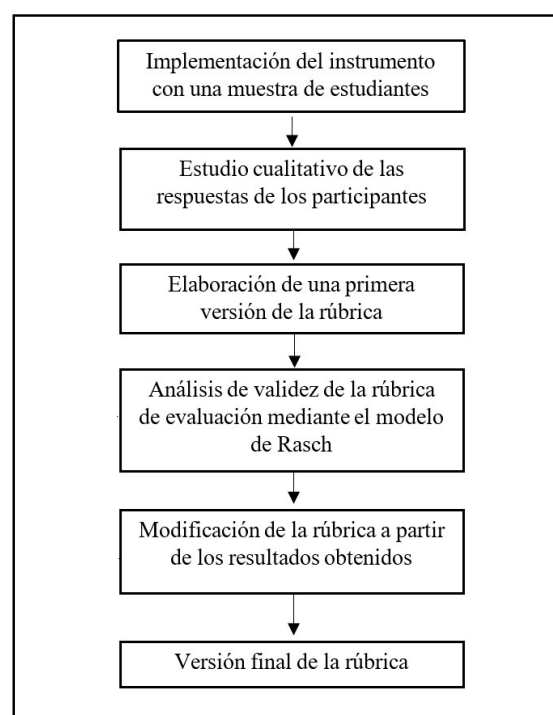
4. Resultados

4.1 Estudio cualitativo

El estudio cualitativo pretendía encontrar regularidades en las respuestas y cierto margen de progresión en las mismas, al objeto de establecer agrupaciones y secuencias de complejidad

creciente para las mismas. En este sentido, el hecho de contar con sujetos de dos poblaciones distintas (maestros en formación y graduados de ciencias), permitió disponer de cierta heterogeneidad de respuestas. Resultado de todo ello fue la primera versión de la rúbrica (Tabla 2). En ella, el nivel 1 no aparece porque se reservó para las respuestas en blanco o triviales; esto es, que no respondían a la pregunta planteada, o que lo hacían repitiendo el término definido o dando una respuesta evidente (por ejemplo, identificar como seres vivos solo a los animales).

Figura 1. Esquema seguido en la construcción de la rúbrica.



Fuente. Elaboración propia.

No disponemos de espacio para describir cualitativamente los tipos de respuestas encontradas en la totalidad de dimensiones contempladas, aunque sí analizaremos las correspondientes a las tres primeras que son aquéllas en las que se evalúa la definición y ejemplos de ser vivo. En el Anexo IV se exponen ejemplos de respuestas encontradas en todas las dimensiones y niveles de la rúbrica.

Tabla 2. Dimensiones contempladas y significado asignado a los distintos niveles de la rúbrica.

Dimensiones (preguntas)	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
1. Definición estructural de vida/ser vivo (1 y 2)	Menciona la idea de célula, pero no se usa adecuadamente (por ejemplo: se confunde célula con átomo).	Considera que algo tiene vida sólo si está formado por células.	Define al ser vivo como sistema formado por células, identificando a ésta como unidad básica de vida.
2. Definición funcional de vida/ser vivo (1 y 2)	No se mencionan funciones vitales sino características propias del ser vivo (nacer, crecer, morir y/o movimiento).	A las funciones vitales se superponen características propias del ser vivo a la hora de definirlo.	Se mencionan las tres funciones vitales.
3. Identificación de ejemplos de seres vivos (3)	Menciona ejemplos de dos reinos solamente.	Menciona ejemplos de tres o cuatro reinos diferentes.	Menciona al menos uno de cada uno de los cinco reinos: animal, vegetal, hongos, protistas y móneras.
4. Definición del proceso de reproducción (4)	Concibe la reproducción a un único nivel.	Concibe la reproducción a dos niveles, aunque pueden incluir imprecisiones.	Explica la reproducción como proceso a tres niveles: 1) microscópico (celular): reparación y crecimiento del individuo. 2) macroscópico (individuo): perpetuación de la especie. 3) complejo (población-medio): mantenimiento de las poblaciones en un medio cambiante, es decir, evolución.
5. Identificación de ejemplos de procesos de reproducción (5)	Identifica ejemplos de solo uno de los niveles en los que puede ocurrir el proceso de reproducción.	Identifica ejemplos de al menos dos de los niveles en los que puede ocurrir la reproducción.	Identifica ejemplos de los tres niveles en los que puede ocurrir la reproducción.
6. Definición de la función de relación (6)	Reconoce la capacidad de captar estímulos o de responder ante ellos.	Reconoce la capacidad de captar estímulos y de responder ante ellos, pero sin entrar en detalle.	Reconoce razonadamente la función de relación como la capacidad de captar estímulos y responder ante ellos.
7. Identificación de ejemplos de función de relación (7)	Identifica la capacidad de captar estímulos o de responder ante ellos en, al menos, uno de los dibujos.	Reconoce, aunque poco nivel de detalle, la capacidad de captar estímulos y de responder ante ellos en, al menos, uno de los dibujos.	Identifica, en al menos uno de los dibujos, la función de relación como la capacidad de captar estímulos y responder ante ellos.
8. Definición de la función de nutrición (8)	Concibe la nutrición como proceso de adquisición de materia o de energía, pero no de ambos a la vez.	Concibe la nutrición como proceso de adquisición de materia y de energía, pero la respuesta no tiene el necesario detalle.	Concibe la nutrición como proceso de adquisición de materia y de energía, dando una explicación detallada.
9. Identificación de ejemplos de nutrición (9)	Concibe la nutrición, en al menos uno de los dibujos, como proceso de adquisición de materia o de energía.	Concibe la nutrición, en al menos uno de los dibujos, como proceso de adquisición de materia y de energía, pero la respuesta no tiene el necesario detalle.	Concibe la nutrición, en al menos uno de los dibujos, como proceso de adquisición de materia y de energía, dando una explicación detallada.

Nota: El nivel 1 se reserva a respuestas en blanco o triviales.

Fuente. Elaboración propia.

Alrededor de un tercio de los participantes utilizó las funciones vitales para definir qué es un ser vivo, la mitad utilizó en su lugar características asociadas al ser vivo como son la respiración, el movimiento, alimentarse o comer, y uno de cada cinco superpuso ambos tipos de definiciones. Por otro lado, solo uno de cada veinte se refirió en términos adecuados a la célula como unidad estructural de los seres vivos (niveles 3 y 4). Finalmente, solo una quinta parte aportó ejemplos de seres vivos de los cinco reinos,

algo menos de la mitad mencionó de tres o cuatro, y el resto citó de solo dos.

4.2 Análisis de la rúbrica mediante el modelo de Rasch

Al objeto de validar y depurar la rúbrica elaborada, se analizó el ajuste de los datos al modelo de Rasch. Esto se realizó a través de cuatro fases consecutivas.

Primera fase: determinación de indicadores de ajustes Infit y Outfit

El análisis de Rasch proporciona los indicadores de ajuste MNSQ, Infit y Outfit, los cuales idealmente deberían aproximarse lo más posible a 1, quedando siempre comprendidos entre 0,5 y 1,5 (LINACRE, 2002). Valores inferiores sugieren información redundante (sobran ítems) y valores superiores indican aleatoriedad en las respuestas (imprecisión en la categorización de respuestas, factores secundarios, etc.). En la rúbrica original, los valores de ambos indicadores quedaron casi siempre comprendidos en el referido margen. La excepción aparece en la definición estructural de vida (Dimensión 1), cuyos valores fueron netamente superiores al umbral recomendado, alcanzando los valores de 2,75 y 1,76, para los indicadores Infit y Outfit, respectivamente. Además, esta dimensión no parece que sirviera para discriminar el saber del alumnado, dado que solo un 10% de la muestra aportaron respuestas que recurrían con cierto sentido y propiedad a la noción de célula. De todo ello se comprende la decisión de eliminar dicha dimensión del conjunto.

Segunda fase: comprobación de unidimensionalidad y fiabilidad de las medidas

Decimos que un conjunto de medidas es unidimensional cuando todas ellas están íntimamente relacionadas por compartir un patrón común, requisito indispensable para poder situar un conjunto de variables sobre una misma escala. En el modelo de Rasch esto se valora de dos formas. Por una parte, estudiando las correlaciones entre cada dimensión y el conjunto global del cuestionario y, por otra, a través de la varianza explicada en un análisis de componentes principales de residuos. En nuestro caso, y tras eliminar la dimensión 1, las correlaciones fueron bastante altas, oscilando entre 0,54 y 0,78. Por otro lado, la varianza explicada por el factor principal en análisis de componentes principales de residuos fue del 48,9%, con una varianza inexplicada mucho menor, concretamente del

10,7% y un valor propio de 1,7 que es menor de 2 y, por tanto, insuficiente para aconsejar contemplar un segundo factor (LINACRE, TENNANT, 2009). En tales circunstancias podemos aceptar la unidimensionalidad del conjunto de dimensiones.

Por otro lado, el modelo de Rasch proporciona medidas de fiabilidad tanto para los ítems (dimensiones) como para los sujetos. Para los ítems la fiabilidad fue de 0,91, que es bastante alta, mientras que para los sujetos fue de 0,78 que también es bastante buena.

Tercera fase: Construcción del mapa de Wright

Una información importante que proporciona el modelo de Rasch es el mapa de Wright, en el que se superpone, en una misma escala (medida en logits), el desempeño de los estudiantes y la dificultad de cada dimensión (Figura 2). En este sentido, el modelo proporciona para cada estudiante una puntuación global para la variable latente y una medida de dificultad para cada dimensión, lo que permite hacer comparaciones visualmente.

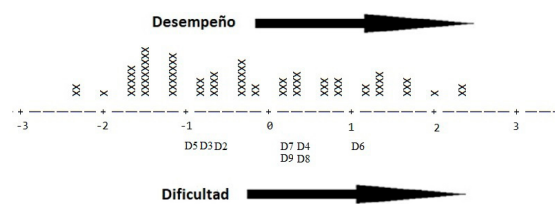


Figura 2.

Fuente: Elaboración propia.

Si un sujeto (representado por una cruz) aparece a la derecha de una dimensión, significa que su desempeño es superior a la dificultad que ésta presenta y, por consiguiente, debería superarla sin problema. Por el contrario, un sujeto situado a la izquierda debería tener dificultades con la misma. La situación ideal es que haya cierta variedad de dificultad en las dimensiones o ítems que se manejan, cosa que sucede en este caso, y que exista el mayor solapamiento posible entre desempeños y dificultades, cosa que también ocurre. En este último sentido, el rango completo de dificultades encontradas para

las dimensiones consideradas, desde -1 hasta +1 aproximadamente, se encuentra comprendido dentro de los límites de desempeño observado para los estudiantes.

Este diagrama permite asimismo comparar la dificultad de distintas dimensiones. Se puede observar cómo la definición de función de relación (dimensión 6) resulta la más difícil, seguida de las dimensiones 4 y 8, destinadas a definir las funciones de reproducción y nutrición. Muy cercanas a estas últimas aparecen las dimensiones 7 y 9, dedicadas a la identificación de ejemplos sobre las funciones de relación y nutrición, respectivamente. Y, por último, más a la izquierda se encuentran, por este orden, las dimensiones 2, 3 y 5, que evalúan, respectivamente, la definición funcional de ser vivo, así como la identificación de ejemplos de seres vivos y de reproducción. Así pues, se observa una mayor facilidad en los participantes para identificar ejemplos que para dar una definición apropiada, tanto en la idea de ser vivo como de las distintas funciones vitales.

Cuarta fase: análisis de la secuencia de niveles de las escalas

Una de las ventajas del modelo de Rasch es que permite analizar la validez de las métricas usadas para crear las escalas. Con tal fin se trazaron las curvas de probabilidad de las rúbricas, las cuales mostraron un comportamiento equilibrado y ordenado, como se observa en la Figura 3. En ella, se representa la probabilidad de que un determinado estudiante quede ubicado en un nivel específico de la rúbrica, en función de su desempeño relativo a la dificultad de la dimensión. Como se ve, el orden de las curvas de los distintos niveles sigue el orden lógico que cabía esperar. Así, el nivel 4 se muestra como el más exigente, siguiéndole, por este orden, el 3, 2 y el 1.

4.3 Uso de la rúbrica final para la comparación de resultados entre ambas muestras

La segunda pregunta de investigación se refería al estudio de los resultados de la rúbrica en estudiantes

para maestro respecto a los de graduados en ciencias. Ello, además de aportar información sobre los resultados de los maestros en formación, permitiría determinar si la rúbrica usada aporta muestra sensibilidad en las medidas. El análisis se realizó mediante las distribuciones de frecuencias correspondientes a cada dimensión, por un lado, y mediante las medidas de la variable latente del modelo de Rasch para el conjunto de dimensiones, por otro.

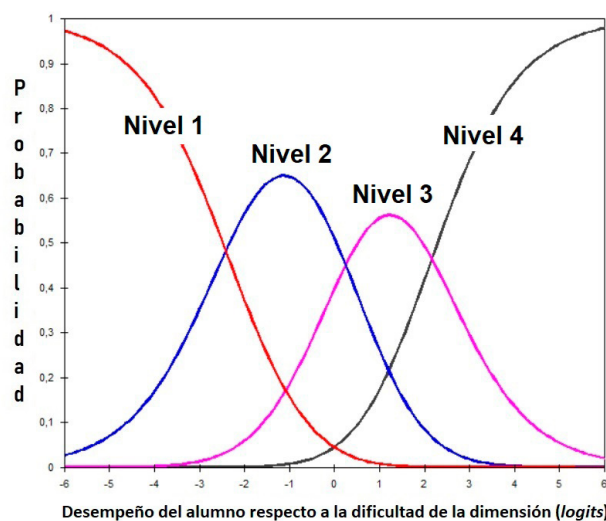


Figura 3. Curvas de probabilidad y niveles de desempeño del alumno en relación a la dificultad de la dimensión.

Fuente: Elaboración propia.

Comenzando con la primera comparación, la Figura 4 muestra las distribuciones de frecuencias por dimensiones, niveles y grupos. En ella observamos que las respuestas de los maestros en formación suelen moverse alrededor de los niveles más bajos de la rúbrica, predominando los niveles 1 y 2 en todas las dimensiones, y con una presencia meramente testimonial del nivel más alto posible. Así, de un lado, tienen dificultades para identificar qué es un ser vivo, usando en su lugar, como elementos definitorios, características propias del ser vivo pero que no la definen: nacer, crecer, morir y/o movimiento. Al lado de ello, una parte importante solo es capaz de mencionar los reinos animal y vegetal como ejemplos de seres vivos, si bien más de la mitad es capaz de citar otros adicionales, aunque nunca todos los reinos. Por otro lado, predominan

los estudiantes que solo definen la reproducción a un único nivel, normalmente a nivel macroscópico, aunque a la hora de identificar ejemplos concretos predominan aquellos que lo hacen al menos a dos niveles, normalmente macroscópico y microscópico. Asimismo, la mayoría desconoce la función de relación, aunque algunos la pueden llegar a reconocer como la capacidad de captar estímulos o de responder ante ellos, pero no de ambas cosas a la vez. Las dificultades persisten cuando se trata de identificar dicha función a través de casos concretos, aunque aparece una pequeña fracción que sí llega a hacerlo, aunque con escaso nivel de detalle en su explicación. Finalmente, la mayoría concibe la nutrición, tanto en su explicación como en al menos un dibujo, como proceso de adquisición de materia o de energía, pero no de ambos a la vez.

Por contrapartida, los resultados obtenidos son bastante mejores para los graduados. Si bien todavía se aprecia un margen de mejora, ahora las respuestas manejadas se mueven ya en niveles intermedios y, algunas veces, superiores. Los participantes en este caso sí identifican bien qué es un ser vivo y suelen mencionar ejemplos más allá de los reinos animal y vegetal, incluso en algunos casos se aportan ejemplos de todos los reinos. Por otro lado, aun con ciertas imprecisiones, suelen concebir la reproducción al menos a dos niveles, y de hecho suelen identificar ejemplos concretos, como también de la función de relación. Sin embargo, persisten dificultades a la

hora de definir las funciones de relación y nutrición y de identificar ejemplos de esta última con una justificación suficientemente adecuada.

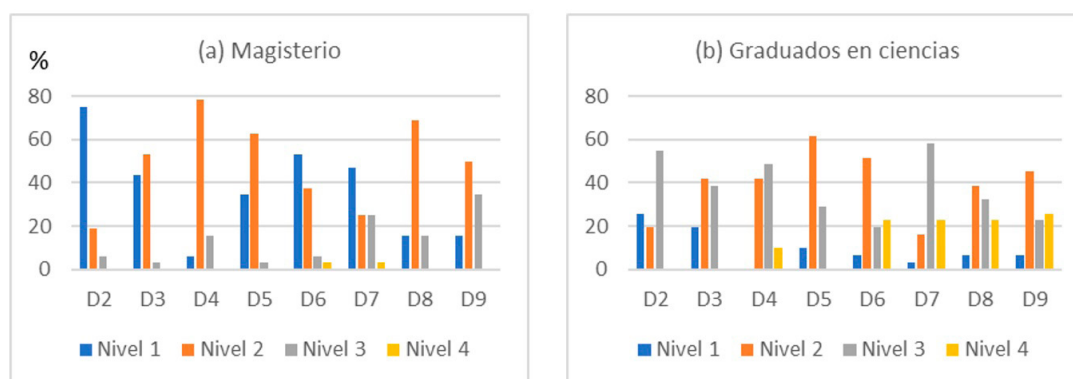
Para la segunda comparación se utilizaron los datos de la variable latente que emerge del análisis de Rasch. La Figura 5 muestra los histogramas correspondientes a cada grupo objeto de comparación, donde el eje horizontal representa una escala de por lo general puntuaciones más bajas.

Al objeto de delimitar si las diferencias encontradas son o no significativas, se llevó a cabo la prueba de U de Mann Whitney, la cual arrojó un valor de $U=95,500$; $Z=-5,524$ ($p=0,000$) que nos permite rechazar la hipótesis nula y considerar que ambas muestras proceden de poblaciones diferentes. Por tanto, podemos concluir que los dos grupos, maestros en formación y graduados en ciencias, presentan resultados diferentes a favor de los últimos.

5. Discusión

Como primera etapa se realizó un estudio cualitativo de las respuestas encontradas. Sus conclusiones coinciden con las de otras investigaciones en las que aparecen ideas alternativas sobre la noción de ser vivo, que la asocian a características particulares como la respiración, el movimiento, la alimentación o el crecimiento, en lugar de definirlo a partir de las tres funciones vitales (GALLEGOS-CÁCERES *et al.* 2016; MARTÍNEZ-LOSADA, GARCÍA-BARROS, GARRIDO,

Figura 4. Distribución de porcentajes de respuestas en estudiantes de magisterio y graduados en ciencias



Fuente: Elaboración propia.

2014; NOUREDDINE, ZOUHAIRA, 2017). Además, al igual que en otros estudios (GARCÍA-BARROS, MARTÍNEZ-LOSADA, FUENTES, 2017), se observa que, al citar ejemplos de seres vivos, muchos sujetos mencionan preferentemente a animales o, en su caso, a vegetales, pero con bastante menor frecuencia se alude a los tres reinos restantes. Asimismo, se detecta coincidencia con la bibliografía en el limitado uso que hicieron los participantes de la noción de célula como unidad de vida, ya que una escasa proporción llegó a usarla para describir qué es un ser vivo (GONZÁLEZ-WEILL, HARMS, 2012; MAGUREGUI, 2013). Este resultado coincide también con el obtenido en otras preguntas del cuestionario, en las cuales, a la hora de definir las funciones vitales o identificar ejemplos de las mismas, predominaron las explicaciones a nivel macroscópico sobre las de tipo microscópico.

Por otro lado, y en respuesta al primer objetivo del estudio, se pudo constatar la validez interna de la rúbrica construida, para lo que se realizó un análisis del ajuste de los datos al modelo de Rasch. Los indicadores de ajuste MNSQ obtenidos arrojaron valores superiores a 0,5; lo que sugiere que ninguna de las dimensiones contempladas es redundante (LINACRE, 2002), por lo que todas ellas aportan información útil para definir qué es un ser vivo. De hecho, la combinación de conocimiento declarativo a través de la definición de vida, ser vivo y de cada una de las funciones vitales, junto con la oportunidad de aportar ejemplos concretos tanto de aquél como de éstas últimas, proporcionan información conceptual y contextual que permite delimitar gran parte de la esencia del constructo manejado.

De forma análoga, como hemos visto también, los mencionados indicadores de ajuste están por debajo del valor de 1,5. Ello sugiere un limitado nivel de aleatoriedad de las respuestas, algo siempre deseable en cualquier evaluación. La excepción la encontramos en la dimensión 1 que mostró un comportamiento anómalo en ese sentido, por lo que fue eliminada de la rúbrica. De hecho, dicha dimensión no resultó de utilidad a la hora de hacer comparaciones, ya que solo ocasionalmente los participantes usaron la idea de célula.

Por otro lado, los valores de la rúbrica en las diferentes dimensiones mostraron un razonable nivel de unidimensionalidad; esto es, las medidas apuntaban hacia un factor común. Este dato es importante por al menos dos motivos. Primero, porque la unidimensionalidad es un requisito exigido para en el análisis de Rasch. Segundo, porque ello indica que las distintas dimensiones manejadas pueden considerarse indicadores de un mismo constructo, lo que da sentido a que hablemos de la idea de ser vivo como modelo. Como señala CONCARI (2001), un modelo es la estructura que da soporte en su aplicación al conjunto de enunciados articulados que componen una teoría.

El mapa de Wright mostró que las dificultades de las dimensiones y el desempeño de los estudiantes tenían un nivel adecuado de solapamiento, lo que indica que la prueba es apropiada para la muestra en su conjunto. Además, proporciona información útil sobre la dificultad relativa de las distintas dimensiones contempladas, aspecto que no hemos encontrado en estudios anteriores. Así, para los participantes, fue más complicado definir las funciones vitales que la idea de ser vivo, como también les resultó más difícil las preguntas de definición que las de identificación y justificación de ejemplos. De las tres funciones vitales, la más difícil de definir parece que fue la de relación.

Sin duda, uno de los análisis más interesantes realizados se refiere al estudio de la métrica de la rúbrica empleada en las distintas dimensiones. Como hemos visto, la rúbrica empleada presenta globalmente una métrica adecuada, al observarse una secuencia lógica y ordenada de los niveles implicados. Ello unido a una fiabilidad considerable en los datos manejados, sugiere que una rúbrica de cuatro niveles puede ser suficiente para caracterizar el saber del alumnado. Por otra parte, recordemos, el cuestionario se administró a dos grupos diferenciados, lo que permitía disponer de un amplio espectro de respuestas heterogéneas, facilitando así la construcción de una rúbrica transferible. Pero ello, además, posibilitó el estudio comparativo entre maestros y graduados que complementa al anterior, ya que sirve para constatar

la validez discriminativa de las medidas que aporta la rúbrica, estadísticamente diferentes para maestros en formación inicial y para graduados en ciencias. Por tanto, la rúbrica manejada es sensible al nivel de formación de los sujetos, lo que nos permitirá usarla en el futuro para detectar cambios en el desempeño de los estudiantes ante secuencias de enseñanza-aprendizaje dirigidas con tal fin. Pero además de ello, la comparación de resultados de la rúbrica en ambas submuestras ha permitido obtener información valiosa sobre las ideas que traen los estudiantes para maestro sobre el modelo de ser vivo. Estas son coincidentes con las que aparecen en la literatura y que ya se han comentado antes (BAHAR, 2003; CAÑAL, 2008; GONZÁLEZ, 2015; RIVADULLA, FUENTES, DE LA ENCINA, 2017).

6. Consideraciones finales

En el artículo se ha mostrado, en primer lugar, el diseño y validación de la rúbrica de un cuestionario dirigido a evaluar el desempeño de los estudiantes sobre el modelo de ser vivo. Para ello, nos apoyamos en un estudio cualitativo y en un análisis cuantitativo mediante el modelo de Rasch. Unido a ello, se ha llevado a cabo un análisis del desempeño de estudiantes para maestro en comparación con el de graduados en ciencias. Los resultados obtenidos han mostrado la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos, registrándose en los primeros, ideas más alejadas respecto al modelo escolar.

Un aspecto a considerar como limitación del estudio, es que el muestreo realizado no haya sido aleatorio sino circunstancial, algo que podría cuestionar la posibilidad de generalizar sus resultados. No obstante, conviene indicar que sus conclusiones concuerdan plenamente con las encontradas en la bibliografía sobre la comprensión de la noción de ser vivo en los estudiantes (BABAI, SEKAL, STAVY, 2010; BAHAR, 2003; CAÑAL, 2008; MARTÍNEZ-LOSADA, GARCÍA-BARROS, GARRIDO, 2014; RIVADULLA, FUENTES, DE LA ENCINA, 2017), así como sobre las dificultades que encuentran los maestros en formación, y para desarrollar una

visión compleja de la noción de ser vivo (BONIL, PUJOL, 2008; GARCÍA-BARROS, MARTÍNEZ-LOSADA, FUENTES, 2017). Otra limitación podría referirse a que el tamaño de muestra no haya sido muy extenso. Pero conviene recordar que el estudio realizado no es solo cuantitativo, sino que abarca también un estudio cualitativo de categorización, lo que obliga necesariamente a que las muestras manejadas sean limitadas para que la investigación sea factible. Estudios futuros, no obstante, intentarán contrastar también estos resultados con muestras adicionales.

En resumen, los resultados de la investigación proporcionan instrumentos de recogida y análisis de datos válidos y fiables con vistas a futuras investigaciones, así como información valiosa sobre la comprensión de maestros en formación en torno al modelo de ser vivo. Precisamente, en estos momentos estamos ensayando una intervención didáctica en torno al modelo de ser vivo, dirigida a estudiantes para maestros de primaria y basada en progresiones de aprendizajes (GIORDANO, 2021). En este marco, la rúbrica desarrollada, no solo nos habrá resultado útil para conocer el punto de partida de los participantes, sino que también nos ayudará en su momento a evaluar la progresión en sus modelos. Esperamos, en un futuro cercano, poder aportar información sobre los resultados obtenidos.

7. Agradecimientos

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

8. Referencias

- ADÚRIZ-BRAVO, A. Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química*, v. 23, pp. 1-9. 2012. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30151-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30151-9)
- AERA, APA, NCME. *Standards for educational and psychological testing*. Washington, DC: American Educational Research Association, 2014.

- ARMARIO, M.; OLIVA, J. M.; JIMÉNEZ-TENORIO, N. Spanish Preservice Primary School Teachers' Understanding of the Tides Phenomenon. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 20, pp. 1361–1386. 2022. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10209-7>
- BABAI, R.; SEKAL, R.; STAVY, R. Persistence of the intuitive conception of living things in adolescence. **Journal of Science Education and Technology**, v. 19, pp. 20-26. 2010. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9174-2>
- BAHAR, M. A study of pupils' ideas about the concept of life. **Kastamonu Education Journal**, v. 11, n. 1, pp. 93-104. 2003
- BLANCO-ANAYA, P.; DÍAZ, J. Análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 14, n. 3, pp. 505-520. 2017. <https://doi.org/10498/19504>
- BOGDAN, R.; GRECA, I. M.; MENESES-VILLAGRÁ, J. A. Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación Científica**, v. 14, n. 2, pp. 442-457. 2017. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11
- BONIL, J.; PUJOL, R.M. Orientaciones didácticas para favorecer la presencia del modelo conceptual complejo de ser vivo en la formación inicial de profesorado de educación primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 26, n. 3, pp. 403-418. 2008. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3751>
- BUNGE, M. **Method, Model and Matter**. Reidel Publishing Company. 1973.
- CAÑAL, P. **Proyecto curricular investigando nuestro mundo (6-12). Investigando los seres vivos**. Díada Editora. Sevilla: España, 2008.
- CONCARI, S. B. Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, pp. 85-94. 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100006>
- DARROZ, L. M.; WERNER DA ROSA, C. T.; DE GRANDIS, C. D. Concepções de um grupo de professores de anos iniciais acerca dos conceitos básicos da astronomia. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 11, n. 2, pp. 240-255. 2016. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a6>
- DE LAS HERAS, M. A. El concepto de ser vivo: estudio de las dificultades y obstáculos del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula de primaria. **Revista de Educación en Biología**, v. 13, n. 1, pp. 59-61. 2010.
- DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. **Educational researcher**, v. 32, n. 1, pp. 5-8, 2003.
- FANTINI, V.; JOSELEVICH, M. Indagando sobre división celular. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN, 1703. Buenos Aires: Argentina. 2014.
- GALINDO, A. A. G.; PUIG, N. S.; PUJOL, R. M. Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 25, n. 3, pp. 325-340. 2007.
- GALLEGOS-CÁCERES, L.; GARCÍA-RIVERA, B.; FLORES-CAMACHO, F.; CALDERÓN-CANALES, E. Models of living and non-living beings among indigenous community children. **Review of Science, Mathematics and Ict Education**, v. 10, n. 2, pp. 5-27. 2016. <https://doi.org/10.26220/rev.2710>
- GARCÍA, M. P. Los modelos como organizadores del currículo en biología. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, VII Congreso, pp. 1-5. 2005.
- GARCÍA, S. La reproducción desde la ciencia escolar. **Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales**, v. 88, pp. 7-13. 2017.
- GARCÍA-BARROS, S.; MARTÍNEZ-LOSADA, C.; FUENTES, M. J. Conjugando el ámbito científico y didáctico en la formación docente. El caso del modelo de ser vivo. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, X Congreso internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, pp. 109-114. 2017.
- GEFAELL, J.; MEGÍAS, M.; ROLAN, E. **Origen de la vida. Definición de vida**. S.F. <http://evolucion.webs7.uvigo.es/14-Origen-vida/1-definicion.php>

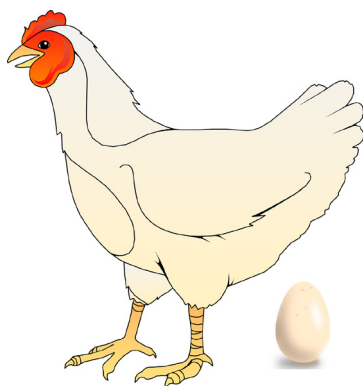
- GILBERT, J.; BOULTER, C.; ELMER, R. Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. (Org). **Developing Models in Science Education**. Dordrecht: Kluwer, 2000. pp. 3-17.
- GIORDANO, E. Una progresión de aprendizaje sobre ideas básicas entre Física y Astronomía. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, vol. 16, n. 2, pp. 272-293. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.17107>
- GÓMEZ, A. A.; SANMARTÍ, N.; PUJOL, R. M. Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 25, n. 3, pp. 325-340. 2007.
- GONZÁLEZ, F. **Didáctica de las ciencias para Educación Primaria II. Ciencias de la vida**. Pirámide. Madrid: España, 2015.
- GONZÁLEZ-WEILL, C.; HARMS, U. Del árbol al cloroplasto: concepciones alternativas de estudiantes de 9º y 10º grado sobre los conceptos <<ser vivo>> y <<célula>>. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 3, pp. 31-52. 2012. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n3.144>
- JANSSEN, G.; MEIER, V.; TRACE, J. Building a better rubric: Mixed methods rubric revision. **Assessing Writing**, v. 26, pp. 51-66. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.asw.2015.07.002>
- JOYCE G. **The Dawn of Biology Current Views Concerning the Origins of Life**. Lecture, Scripps Institution of Oceanography. La Jolla: California, 1991.
- LINACRE J.M., TENNANT A. More about Critical Eigenvalue Sizes (Variances) in Standardized-Residual Principal Components Analysis (PCA). **Rasch Measurement Transactions**, v. 23, n. 3, pp. 1228, 2009.
- LINACRE, J. M. **A user's guide to Winsteps/Ministeps Rasch model programs**. MESA Press. Chicago, 2020.
- LINACRE, J. M. What do Infit and Outfit, Mean-square and Standardized mean? **Rasch Measurement Transactions**, v. 16, n. 2, pp. 878. 2002.
- LIU X.; BOONE W. J. Introduction to Rasch measurement in science education. In: **Applications of Rasch measurement in science education**. JAM Press. Maple Grove: Minnesota, 2006. pp. 1-22.
- LÓPEZ, A. D.; ANGULO, F. Representaciones estudiantiles sobre nutrición humana como modelo estudiantil inicial para referencia didáctica. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, v. 12, n. 2, pp. 83-108. 2016.
- MAGUREGUI, G. El modelo de ser vivo: una secuencia indagativa con alumnado del grado de Educación Primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, pp. 2075-2081. 2013.
- MARCOS-MERINO, J. M.; ESTEBAN, R.; GÓMEZ, J. Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación Científica**, v. 16, n. 1, pp. 1602. 2019. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1602
- MARTÍNEZ-LOSADA, C.; GARCÍA-BARROS, S.; GARRIDO, M. How children characterise living beings and the activities in which they engage. **Journal of Biology Education**, v. 48, n. 4, pp. 201-210. 2014. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849281>
- MORA, N. J. Propuesta didáctica para enseñar conceptos asociados al modelo 'ser vivo' en nivel medio. **Educación en Ciencias Biológicas**, v. 4, n. 1, pp. 10-22. 2019. <http://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/579>
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. Los modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias. [Mental models and conceptual models in the teaching and learning of science]. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, pp. 36-56. 1997.
- MORRISON, M.; MORGAN, M. S. Models as mediating instruments. In **Models as mediators** (pp. 10-37). Cambridge University Press: Cambridge: USA, 1999. pp. 10-37.
- NOUREDDINE, Z.; ZOUHAIRE, L. Study of middle school students' conceptions regarding the living concept. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 12, n. 3, pp. 475-484. 2017. DOI: 10.12973/ijese.2016.1242p
- NÚÑEZ, F.; BANET, E. Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. **Enseñanza de las ciencias**, vol. 14, n.3, pp. 261-278. 1996. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4203>

- ÖZGÜR, S. A study on Young Turkish students' living thing conception. **Educational Research and Reviews**, v. 13, n. 5, pp. 150-165. 2018. <https://doi.org/10.5897/ERR2018.3476>
- PERETÓ J. Controversies on the origin of life. **International Microbiology**, v. 8, pp. 23-31. 2005.
- PIGRAU, T.; SANMARTÍ, N. *Model per interpretar sistemes vius*. 2015. http://media.wix.com/d/81d0d8_2bd-060dd60e84ba88ed018a28dc03fe6.pdf
- POZO, J. I., GÓMEZ-CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencia**. Morata, 1998.
- RASCH, G. **Probabilistic Models for some Attainment and Intelligence Tests**. Pedagogiske Institut. Copenhagen: Dinamarca, 1960.
- REINOSO, R.; DELGADO-IGLESIAS, J.; FERNÁNDEZ, I. Learning difficulties, alternative conceptions and misconceptions of student teachers about respiratory physiology. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 18, pp. 2602-2625. 2019. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1690177>
- RIVADULLA, J. C.; FUENTES, M. J.; DE LA ENCINA, C. El concepto de ser vivo en el alumnado de educación primaria. In: MEMBIELA, P.; CASADO, N.; CEBREIROS, M. I.; VIDAL, M. (Org). **La práctica docente en la enseñanza de las ciencias**. Educación Editora. Ourense: España, 2017.
- RIVADULLA, J. C.; GARCÍA, S.; MARTÍNEZ, C. La nutrición humana en la educación obligatoria. Dificultades y análisis conceptual. In: JIMÉNEZ, M. R. (Org). **Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales**. Editorial Universidad de Almería. Almería: España, 2008.
- WEISZ, P.B. **La ciencia de la biología**. Editorial Omega. 1975.

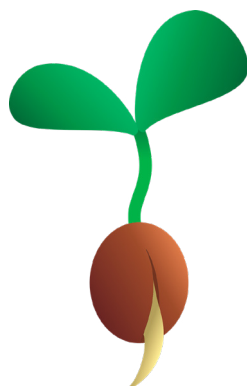


Anexo I

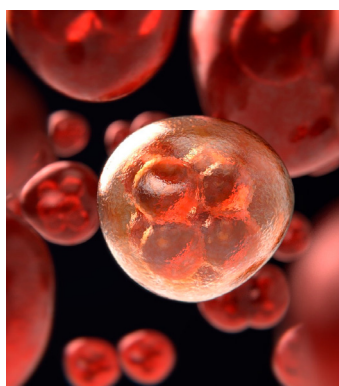
A.



B.



C.



D.



Anexo I

A.



B.



C.

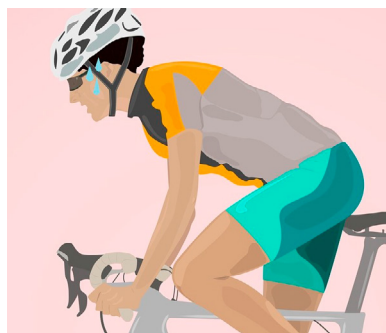


D.

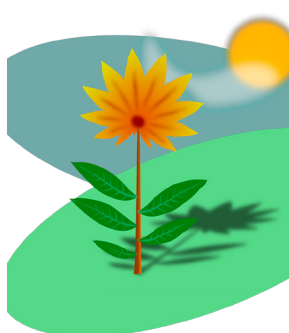


Anexo I

A.



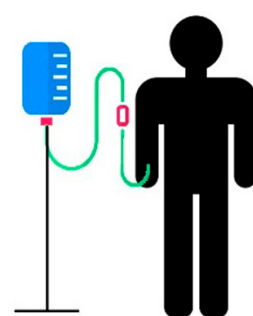
B.



C.



D.



Anexo IV. Ejemplos de respuesta por pregunta y niveles

Dimensiones	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
1		“Un ser vivo es aquel que se encuentra compuesto por materia orgánica [...] composición por átomos de materia orgánica”	“Las características de un ser vivo son aquellas tañes como: compuestos por células [...]”	“Los seres vivos presentan un alto grado de complejidad (tanto en su composición como su organización), y esto se manifiesta en la agrupación de sus elementos constituyendo células.”
2		“Un ser vivo nace, crece, se reproduce y muere. [...] Además, los seres vivos respiran.”	“Que pueda realizar las funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. Que nazca, crezca, se pueda reproducir si lo desea, se relacione, y muera.”	“Las principales características de los seres vivos se basan en tres funciones: la nutrición, relación y reproducción.”
3 (*)		“1. Girasol, 2. Roble 3. Perro 4. Estrella de mar 5. Mujer 6. Libélula 7. Mosca 8. Serpiente”	“1. Seres humanos 2. Plantas 3. Peces 4. Aves 5. Musgos 6. Mamíferos 7. Crustáceos 8. Hongos”	“1. Perro 2. <i>Ginkgo biloba</i> 3. <i>E. coli</i> (bacteria) 4. Ser humano 5. <i>S. cerevisiae</i> (levadura) 6. Spirulina (microalga) 7. Helecho 8. Piojo”
4	“Cuando realizan algún proceso para multiplicarse.”	“La reproducción sería el mecanismo mediante el cual los seres vivos logran procrear, es decir, crean nuevos individuos de su misma especie.”	“Es la función mediante la que los seres vivos se reproducen y mantienen la especie, gracias a la fecundación y un período de gestación. Existen diversas formas de reproducción, en la mayoría de los casos interviene un macho y una hembra.”	“La capacidad para perpetuar el material genético (con ciertas variaciones debido a las mutaciones) generando así nuevos individuos con características semejantes a los progenitores (reproducción sexual) o clones de la célula progenitora (reproducción asexual).”
5	“La gallina es un ser vivo ovíparo [...] los seres humanos somos vivíparos [...]”	“Es una reproducción ya que las gallinas al reproducirse obtienen huevos con embrión, de donde nacen las gallinas. Dos seres humanos al reproducirse han creado otro ser humano.”	“La germinación de la planta a través de la semilla es un proceso similar. Esta semilla se originó tras la fecundación, integrando material genético procedente del óvulo y del grano de polen, y al germinar dará lugar a una nueva planta.”	“El huevo, gameto femenino, si ha sido fecundado, las células comenzarán a dividirse y diferenciarse hasta la formación de un pollito. En caso de que el huevo no haya sido fecundado, sólo quedará la parte femenina y no sería capaz de formar un nuevo ser vivo. [...] El tono de piel del bebé de la foto muestra la combinación genética de ambos parentales a la hora de formar el nuevo ser vivo.”
6	“La función de relación de un ser vivo es la capacidad de relacionarse con el medio en el que vive, así como el relacionarse con individuos de su misma o distinta especie.”	“Es la capacidad que tienen los seres vivos de recibir información mediante la naturaleza o el medio que habitan.”	“Capacidad de captar cambios en y del entorno y producir una respuesta adecuada a esos cambios.”	“Es el acto a través del cual un ser vivo es estimulado por el medio, incluyendo, por ejemplo, a otro ser, y este emite una respuesta. También este ser puede realizar cambios en su medio.”
7	“Dos individuos de la misma especie se relacionan con su igual mediante el habla, la función principal es la socialización.”	“La mano al tocar el fuego recibe la información de que este quema, por lo que sí tiene conexión.”	“El pájaro pía para comunicarse con otros pájaros y los motivos pueden ser diversos. Uno de ellos podría ser una forma de atracción relacionada con el apareamiento.”	“La luz estimula el crecimiento de la planta (estímulo), la planta crece hacia la luz (respuesta).”
8	“Es una función primordial para poder vivir.”	“Capacidad de obtener energía para poder seguir viviendo.”	“Es el proceso mediante el cual se obtienen todos los componentes necesarios, llamados nutrientes, para llevar a cabo las funciones energéticas, estructurales y reguladoras de los seres vivos.”	“La nutrición es el mecanismo por el que se absorben los nutrientes necesarios procedentes de la alimentación. Es necesaria para proporcionar al organismo energía y nutrientes fundamentales para realizar las diferentes funciones del organismo.”
9	“[...] Las personas deben nutrirse bien y no tomar cosas que no sean necesarias [...]”	“Esta foto está muy relacionada con la función de nutrición, ya que la planta está realizando la fotosíntesis que, a grosso modo, le permite obtener materia orgánica a partir de moléculas inorgánicas.”	“Los niños se alimentan con nutrientes para crecer y obtener energía.”	“Cuando el aparato digestivo de una persona no funciona correctamente, el aporte de alimentos puede hacerse directamente a la sangre para obtener las biomoléculas necesarias para la obtención de energía para el funcionamiento vital.”

(*) Todos los ejemplos de una misma casilla fueron dados por un mismo sujeto.



LA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS A PARTIR DEL ESTUDIO DE LA FLORA MEDICINAL USADA EN PANDEMIA AL NORTE DE COLOMBIA

A EXPLICAÇÃO DOS FENÔMENOS DO ESTUDO DA FLORA MEDICINAL UTILIZADA EM PANDEMIA NO NORTE DE COLÔMBIA

THE PHENOMENA EXPLANATIONS FROM THE STUDY OF THE MEDICINAL FLORA USED IN THE PANDEMIC IN NORTHERN COLOMBIA

Emilio José Arrieta García^{✉*}, Oscar Eliecer Pérez Romero^{✉},
Robin Mario Naranjo Manchego^{✉***}**

Cómo citar este artículo: Arrieta-García, E.; Pérez-Romero, O.; Naranjo-Manchego, R. (2023). La explicación de fenómenos a partir del estudio de la flora medicinal usada en pandemia al norte de Colombia. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 229-243. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18979>

Resumen

La escuela asumida como espacio de reflexión de los acontecimientos extrínsecos e intrínsecos a ella es la encargada de conferirle valor a la realidad, desde la perspectiva del proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Por tal razón, se realizó un ejercicio de investigación con estudiantes de último nivel de educación media de una institución educativa de carácter privado ubicada al norte de Colombia, cuyos propósitos se enfocaron en conocer la flora medicinal empleada durante la pandemia por Covid-19 en el municipio de Planeta Rica (Córdoba-Colombia). Con base en ello se establecen los factores implícitos en el desarrollo de la competencia científica de explicación de fenómenos, teniendo en cuenta que uno de los desempeños plasmados en la malla curricular de la asignatura de química para grado undécimo hace referencia a la realización de iniciativas que promuevan la investigación escolar. El estudio se inscribió bajo el enfoque cualitativo, de tipo descriptivo; las técnicas utilizadas fueron la encuesta cualitativa (para coleccionar información de adultos mayores con conocimiento sobre el uso de plantas medicinales) y la observación (construcción de relatos a partir de las vivencias de los estudiantes); en ambos casos la información fue organizada por medio de categorías de análisis. De esta forma, el estudio permitió obtener dos tipos de resultados, uno enfocado hacia el aspecto académico-formativo sustentado a partir de experiencias metacognitivas, y otro, a nivel de ciencias básicas por medio del establecimiento de un inventario de las especies vegetales con potencial uso en la medicina tradicional. Se concluye que este tipo de ejercicio pedagógico contribuye a

Recibido: marzo de 2022; aprobado: noviembre de 2022

* Magíster en Ciencias de la Educación. Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, Panamá. E-mail: emilioarrieta@umecit.edu.pa

** Magíster en Educación. Colegio Evangélico la Esperanza, Colombia. E-mail: oscarperez@colesper.edu.co

*** Magíster en Educación. Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. E-mail: robin.naranjo@upb.edu.co

que los estudiantes establezcan relación entre la enseñanza que reciben en la escuela y el aprendizaje que logran adquirir al asumir un rol activo durante el proceso formativo. **Palabras clave:** Escuela. Investigación. Competencia científica. Explicación de fenómenos. Plantas medicinales.

Resumo

A escola, assumida como um espaço de reflexão sobre acontecimentos extrínsecos e intrínsecos, é responsável por conferir valor à realidade, na perspectiva do processo de ensino, aprendizagem e avaliação. Por esta razão, foi realizado um exercício de investigação com estudantes do último nível do ensino secundário numa instituição de ensino particular localizada ao norte de Colômbia, cujos objetivos se centravam na aprendizagem da flora medicinal utilizada durante a pandemia de Covid-19 no município de Planeta Rica (Córdoba-Colômbia). Com base nisso, se estabelecem os fatores implícitos no desenvolvimento da competência científica de explicação dos fenómenos, tendo em conta que uma das tarefas estabelecidas no currículo de Química para o undécimo ano refere-se à implementação de iniciativas que promovem a investigação escolar. O estudo foi conduzido utilizando uma abordagem qualitativa e descritiva; as técnicas utilizadas foram o inquérito qualitativo (para recolher informações de adultos mais velhos com conhecimentos sobre a utilização de plantas medicinais) e a observação (construção de histórias baseadas nas experiências dos estudantes); em ambos os casos, a informação foi organizada por meio de categorias de análise. Desta forma, o estudo permitiu obter dois tipos de resultados, um centrado no aspecto da formação académica baseada em experiências metacognitivas, e o outro nas ciências básicas através do estabelecimento de um inventário de espécies vegetais com potencial utilização na medicina tradicional. Conclui-se que este tipo de exercício pedagógico ajuda aos estudantes a estabelecer uma relação entre o ensino que recebem na escola e a aprendizagem que conseguem adquirir, assumindo um papel ativo durante o processo de formação.

Palavras chave: Escola. Investigação. Competência científica. Explicação dos fenómenos. Plantas medicinais.

Abstract

The school, assumed as a space for reflection of extrinsic and intrinsic events, is in charge of conferring value to reality from the perspective of teaching, learning, and the evaluation process. For this reason, a research study was carried out with high school students of a private educational institution; located in the Colombian North area. The purpose of the study focused on knowing the medicinal flora used during the covid-19 pandemic in the municipality of Planeta Rica (Cordoba, Colombia). Based on this, it aimed to establish the implicit factors in the development of the scientific competence of phenomena explication, taking into account that one of the performances included in the curriculum of the chemistry subject for eleventh grade refers to the implementation of initiatives that promote school research. The study was conducted under the qualitative and descriptive approach; the techniques used were the qualitative survey (to collect information from older adults with knowledge about the use of medicinal plants) and medicinal plants) and observation (construction of stories based on students'

experiences). In both cases, the information gathered was organized through categories of analysis. In this way, the study allowed obtaining two types of results, one focused on the academic-training aspect based on metacognitive experiences and another one, considering the basic science through the establishment of an inventory of plant species with potential use for traditional medicine. In conclusion, this pedagogical exercise helps students to establish relationships between the teaching at school and the learning they manage to acquire by assuming an active role during the training process.

Keywords: School. Research. Scientific competence. Phenomena explanation. Medicinal plants.

1. Introducción

La escuela no es un territorio ajeno a las peculiaridades que acontecen en el día a día. Desde esta, se tejen una serie de dinámicas en la búsqueda de aproximaciones al porqué de los múltiples eventos que pueden ser objeto de explicación. De ahí que “la investigación educativa se ha convertido en un elemento fundamental en el campo de la educación [...] con el fin de analizar las situaciones dentro del aula de clase, la escuela y sus contextos específicos” (RAMOS *et al.*, 2020, p.89).

Pero, lograr que dichas aproximaciones sean pertinentes en un contexto educativo requiere de una inspección en la arquitectura del currículo escolar. De acuerdo con lo anterior, GÓMEZ (2018), citando a GORDON (2013), menciona que “la ampliación del currículo en las instituciones educativas que se preocupan por el aprendizaje colaborativo y la construcción del conocimiento deben optar por la construcción de un marco para la investigación” (p.124). Es así como, además de estos autores, se dispone de referentes conceptuales que a todas luces destacan la necesidad de implementar procesos investigativos en los niveles de escolaridad establecidos en el sistema educativo.

Por ello, la escuela en su rol social es determinante en el desarrollo de habilidades para la vida, de ahí que ZÚÑIGA, LEITON Y NARANJO (2014) expongan que los estudiantes logren “en su formación general una competencia científica básica” (p.146). Para lograr esto, es menester propiciar espacios de debate y búsqueda en donde se puedan exponer

las diversas lecturas que pueden realizarse desde las ciencias; de esta forma, se permite privilegiar dimensiones que, además de conllevar al desarrollo del pensamiento crítico, posibilitan el despliegue de la innovación, de la creatividad y de una toma de decisiones de cara con la realidad.

ZÚÑIGA, LEITON y NARANJO (2014) exponen sobre la relevancia de hacer de la ciencia un medio de utilidad y pertinencia para quien se embarca en el viaje del aprendizaje con significado. Pese a que GÓMEZ (2018) indique que “el objetivo de la investigación sea hacer, no aprender, porque en el hacer ya está implícito el aprender” (p.128), es prudente reflexionar sobre esto, puesto que en el proceso de la enseñanza, del aprendizaje y de la evaluación pareciera que muchos asuntos están implícitos, por lo que es conveniente hacer explícitos aquellos que cobran relevancia dentro del acto educativo y por ende mantener una actitud de reflexión constante frente a las diversas situaciones que acontecen en el quehacer escolar y a su alrededor.

En consecuencia, se partió de la pregunta ¿cómo es posible implementar la investigación en la escuela? para pensar en una estrategia pedagógica que permitiera vivenciar una experiencia investigativa en el seno del Colegio Evangélico la Esperanza localizado en el municipio de Planeta Rica (Córdoba-Colombia) y con impacto hacia la comunidad. A partir de lo anterior, se hizo un primer acercamiento por medio de un proceso de indagación con estudiantes que están *ad-portas* de culminar sus estudios de educación media y teniendo en cuenta una temática de interés como lo fue el empleo de la flora medicinal durante

la Covid-19; la información compilada, permitió a su vez indagar sobre los factores asociados al desarrollo de la competencia científica de explicación de fenómenos acorde con la experiencia descrita, discurso sustentado en el enfoque didáctico de la enseñanza por investigación (LIMA y VIANNA, 2021). De esta forma, se visualizó coleccionar información de relevancia no solo a nivel académico-formativo sino como un aporte al estado del arte sobre la temática estudiada desde el ámbito de las ciencias biológicas. Esta investigación se pudo hacer teniendo en cuenta que su ejecución abarcó el cuarto periodo académico (conformado por diez semanas) y en el que se evaluó un desempeño que hacía referencia a la realización de un estudio sobre alguna temática de interés para la comunidad y que permitiera a su vez el desarrollo de las competencias científicas. Con estos elementos presentes, se gestó el proceso investigativo. Lo anterior en aras de efectuar acciones encaminadas hacia la implementación de la investigación escolar acorde con el currículo, en donde el rol del docente jugó un papel decisivo en la reconfiguración de la enseñanza de las ciencias, tal como lo exponen LIMA y VIANNA (2021) “corresponde al profesor hacer buenas preguntas, pero que puedan ser resueltas por los estudiantes, y controlar el desarrollo del razonamiento de estos” (p.71).

2. Marco de Referencia

2.1 Competencias científicas en Colombia.

En Colombia, según VALLEJO (2014), no se cuenta con una normativa que explicita acerca de las competencias científicas; en lugar de ello, el Ministerio de Educación Nacional [MEN] expidió un documento sobre estándares básicos de competencias en donde, en forma general, presentaron orientaciones para materializar en el trabajo de aula un marco conceptual y metodológico alrededor de las competencias en las áreas del saber. También, por medio del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES] se puso al servicio de las instituciones educativas una serie de informes en

los que exponen orientaciones que, año tras año, se renuevan para la presentación de las pruebas nacionales estandarizadas Saber, cuyo eje articulador es el desarrollo de las competencias, caso puntual para las ciencias naturales las denominadas competencias científicas. El MEN a través de otros documentos guías, como lineamientos curriculares, derechos básicos de aprendizaje y evaluar para avanzar, continúa haciendo énfasis en el desarrollo de competencias.

En este manuscrito no se ahondará sobre la definición de competencias, sino que las diversas concepciones que se elaboran en torno a ellas serán presentadas en forma implícita a lo largo del discurso aquí abordado. Sin embargo, es pertinente considerar la idea de competencia que surgió en el ámbito educativo, en concordancia con lo expuesto por BRAVO (2018), quien advierte sobre la confusión que hoy en día se desarrolla al hablar de competencia en la escuela, cuya inquietud plantea que “en Latinoamérica [el término competencia] proviene de los orígenes economicistas del concepto, con una carga ideológica y política que no deberíamos desconocer” (p.5).

Más allá de los desacuerdos que puedan tejerse, la reflexión se traslada hacia lo que se comprende por competencia científica; ante ello, el citado autor señala que su aparición en el escenario de la enseñanza de la ciencia surgió alrededor de tres décadas como una estrategia para reorientar la educación formal hacia el despliegue de habilidades científicas, acorde con el nivel de los estudiantes.

En sintonía con lo descrito, se tendrá en cuenta la definición de la competencia científica explicación de fenómenos que ofrece el ICFES (2019), así:

Es la capacidad de construir explicaciones, de comprender los argumentos y modelos que expliquen fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico. Para evaluar esta competencia se utilizan preguntas que permitan seleccionar la explicación más adecuada para dar razón de un fenómeno o un problema, deducir la validez de

un argumento a partir de los referentes conceptuales y la comprensión y uso de modelos que representan fenómenos o teorías científicas. (pp. 28-29)

De esta, se puede inferir que un estudiante que logre desarrollarla en el transcurso de su proceso formativo, le capacita para comprender con solidez cualquier asunto de interés que acontezca en el entorno escolar y en la comunidad. De igual forma, lo faculta para explicar situaciones inherentes a las ciencias naturales, así como aquellas que surjan desde otras disciplinas del saber. Las definiciones expuestas permiten el establecimiento de categorías de análisis para aproximarse a la comprensión del nivel de desempeño de los estudiantes al momento de enfrentarse al diseño de situaciones en el aula o en eventos que ameriten ser intervenidos a la luz de dicha competencia, por lo que BLANCO y BUSTAMANTE (2017) indican que “las explicaciones científicas buscan interpretar fenómenos que tienen lugar en el mundo natural” (p.506).

2.2 Explicación de fenómenos.

Ahondar sobre la explicación de fenómenos en el contexto escolar es relevante desde las clases de ciencias, puesto que las situaciones que acontecen en torno al mundo natural necesariamente llaman la atención. Por ello, EDER y ADÚRIZ-BRAVO (2008) señalan dos momentos para emplear la palabra explicación; la primera de ellas, analizada desde el ámbito técnico en el que se relaciona con el acto de transmisión de información, mientras que la segunda, desde una mirada epistemológica, la asume como un proceso de resignificación del saber, en donde es indispensable una postura crítica y reflexiva. Asimismo, estos autores permiten inferir que los momentos descritos son necesarios si se desea llegar a un grado de explicación conceptual que permita abordar un asunto de forma holística.

De esta manera, al hacer uso de procesos explicativos se está fortaleciendo el acto de construir conocimiento desde la escuela, logrando desprenderse de la práctica clásica y vertical de solo transmitir

información. En adición, EDER y ADÚRIZ-BRAVO (2008) reafirman lo expuesto señalando que, dentro de las ciencias, la explicación amerita conservar un orden a fin de conferirle rigurosidad y credibilidad a lo que es razón de análisis; en consecuencia, “para la ciencia, el explicar es central” (p.128). Por su parte, ROMERO (2019) advierte que “todos pensamos, pero esto no quiere decir que lo hagamos bien, de ahí la importancia de implementar métodos, técnicas y estrategias para pensar mejor” (p.167).

A partir del planteamiento descrito, BALLESTEROS, CORONADO y GARCÍA (2021) sugieren que “el pensamiento científico, como base de la explicación de fenómenos, debe trabajarse en los estudiantes desde la didáctica de las ciencias, y no puede quedarse solamente en dar respuestas a preguntas de contenido” (p.66). Lo que estos autores presentan guarda concordancia con la tesis de ROMERO (2019) quien advierte sobre la relevancia de la pregunta, pero no solo de tipo literal como habitualmente se formulan en el quehacer de la escuela, sino aquellas que conlleven hacia un despliegue de la creatividad, tal es el caso de preguntas de tipo divergente, metacognitiva, propositiva, analítica, entre otras. Además, el pensamiento científico *per se* es necesario para escudriñar el número amplio de fenómenos que suceden en el diario vivir; así, se evitaría lo que EDER y ADÚRIZ-BRAVO (2008) citan como “una de las dificultades reconocidas en el análisis de las explicaciones didácticas que intentan dar cuenta de explicaciones científicas es que los mismos fenómenos a explicarse suelen no ser evidentes” (p.124).

2.3 La investigación desde el aula.

El aula se presenta aquí como el lugar en el que no solo ocurre el proceso de interrelación docente-estudiante, enseñanza-aprendizaje o contenido-recepción, pues en ella se fecundan las ideas por medio de las preguntas que dan pie para la implementación de la investigación escolar (LIMA y VIENNA, 2021). En adición, GÓMEZ (2018) habla acerca de la ingente tarea por encaminar a los

estudiantes hacia la habilidad de saber y poder formularlas; así, estaría ingresando a una dimensión cognitiva en donde dará respuesta a las inquietudes que surgen del acto educativo. De esta forma, se ratifica la importancia de articular el currículo con la realidad, con el cúmulo de situaciones problemas que permean los diversos estilos de vida, entre ellas la práctica habitual de emplear plantas medicinales para el tratamiento de diversas enfermedades, entre ellas, la Covid-19.

Alrededor de la práctica tradicional de emplear plantas para la prevención y tratamiento de enfermedades y del saber ancestral que se maneja al interior de esta, es conveniente considerar los principios químicos a quienes se les podría atribuir la propiedad medicinal. Estos principios son conocidos como metabolitos secundarios, los cuales “revisten gran interés por ser importantes dentro de la industria farmacéutica, alimenticia e industrial” (GARCÍA, 2020); además, estos compuestos químicos, aunque no son vitales para las plantas, si lo son al momento de enfrentar situaciones de estrés como intensas sequías, inundaciones, ataque de predadores, entre otras circunstancias ecológicas. Por consiguiente, se presume que en la capacidad curativa de una planta estarían involucrados los metabolitos secundarios.

3. Metodología de investigación

Se tuvo en cuenta un enfoque cualitativo atendiendo los propósitos enunciados en cuanto a la recolección de información recabada de población adulta de Planeta Rica (Córdoba-Colombia) acerca de las

plantas medicinales empleadas el época de la pandemia por Covid-19 y a partir de esto establecer los factores asociados al desarrollo de la competencia científica de explicación de fenómenos en estudiantes del último nivel de educación media.

La investigación fue de tipo descriptiva, por lo que se enfatizó en “lograr la descripción o caracterización del evento de estudio dentro de un contexto particular” (HURTADO, 1998, p.213). En cuanto al diseño, se consideró la propuesta de HURTADO (2012): de campo, transeccional contemporáneo y univariable.

En la investigación participaron 28 estudiantes (de géneros masculino y femenino) de grado undécimo del Colegio Evangélico la Esperanza de Planeta Rica (Córdoba-Colombia), con edades entre los 15 y 18 años. El tema seleccionado para la investigación se pudo acoplar al desempeño “realizar investigaciones de interés para la comunidad que permitan el desarrollo de las competencias científicas” (plan de estudio asignatura de química orgánica, Colegio Evangélico la Esperanza).

El procedimiento de la investigación contempló dos fases: 1) Desarrollo de la competencia científica de explicación de fenómenos; 2) inventario sobre las plantas medicinales empleadas en la pandemia por Covid-19. Para el primer caso, se establecieron categorías y subcategorías de análisis (Tabla 1) acorde con el tipo de investigación descriptiva seleccionada para ahondar sobre la competencia científica de explicación de fenómenos; en este sentido, se eligió la técnica de la observación y como instrumentos la construcción de relatos, atendiendo a las orientaciones de CHIRICO (1987).

Tabla 1. Categorías y subcategorías de análisis.

Categorías	Enunciado	Subcategorías	Enunciado
Ocurrencia de fenómenos naturales.	Situaciones que ocurren dentro de la escuela y de la comunidad externa.	Dinámicas en el ecosistema.	Explicaciones en torno a la interrelación escuela-comunidad.
Relación entre conceptos.	Habilidad de establecer conexiones entre conceptos.	Elaboración de explicaciones.	Habilidad de explicar el porqué de los sucesos que despiertan el interés.
Uso potencial de los recursos naturales.	Empleo responsable de los recursos naturales disponibles.	Impacto en la comunidad.	Empleo eficiente de los recursos naturales en situaciones que lo ameriten.

Fuente: Elaboración propia.

Para la segunda fase, se empleó la técnica de la encuesta cualitativa (TORRES, VARGAS y CUERO, 2020), cuyo instrumento consistió en una guía ajustada por expertos del *Grupo de Investigación en Productos Naturales de la Universidad de Sucre* (GIPNUS), constituida por 15 ítems. El instrumento se aplicó a 33 personas de edad avanzada, residentes en la zona urbana del municipio referenciado y con experiencia en el empleo de plantas medicinales para prevenir y/o tratar la Covid-19.

Con la información recolectada, se hizo un proceso de análisis por medio de gráficos y se seleccionaron las seis especies vegetales con mayor reporte, con el propósito de someterlas a un análisis preliminar para identificación de metabolitos secundarios, empleando para ello el protocolo propuesto por MARTÍNEZ *et al.*, (2008) (Figura 1).

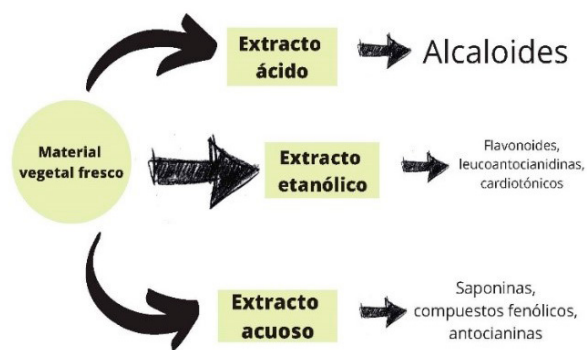


Figura 1. Protocolo propuesto por Martínez *et al.*, (2008).

Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

Según el procedimiento empleado en esta investigación, se obtuvieron resultados desde dos perspectivas: Académico-formativa y ciencias básicas. A continuación, se ahonda en cada una de ellas.

4.1 Resultados desde la perspectiva académico-formativa

4.1.1 Ocurrencia de fenómenos naturales.

Dentro de esta categoría se incluyó el cúmulo de situaciones alrededor de las dinámicas que ocurren

en un ecosistema, entendido este como el lugar en donde confluyen la escuela y el contexto, en un entramado de relaciones que repercuten decididamente en el tipo de proceso educativo que se esté brindando. Para el caso que atañe a esta investigación, los estudiantes por medio de la construcción de relatos pudieron exteriorizar sus percepciones en torno a la ocurrencia de los fenómenos:

[...] estamos contribuyendo a la ciencia, buscando en nuestro municipio información que sirvió de alternativa para el tratamiento contra el Covid-19 y cómo esta práctica se hizo presente en muchas de las familias que encuestamos. (Estudiante 1/Relato/2021)

Por su parte, otro estudiante expuso que:

El SARS-CoV-2 ha sido un punto de inflexión en la vida de todo el mundo, orillándonos a cambiar. ¿Quién hubiera dicho que el mundo se pondría al revés? Entre los diversos aspectos en los que mi vida cambió, el más importante tal vez ha sido mi vida escolar, dando el salto a lo virtual y después entrando a la alternancia. (Estudiante 2/Relato/2021)

Un tercer estudiante indicó en su relato cómo la pandemia impactó el estilo de vida cotidiano:

La enorme crisis que está provocando la pandemia de la Covid-19 en el país, especialmente en nuestro municipio, ha evidenciado la vulnerabilidad de las personas y también la carencia y la fragilidad de nuestro sistema de protección (servicios sociales y sanitarios) con relación, especialmente, a las necesidades en el ámbito de los cuidados de larga duración. (Estudiante/Relato/2021)

Estas voces, reflejan la entrega de los estudiantes en asuntos escolares que pueden trascender más allá de los límites que se imponen desde el aula y toda vez que encuentran significado en sus acciones; ante ello, GÓMEZ (2018) plantea que “el aprendizaje colaborativo y la construcción del conocimiento nos conducen a un ámbito superior que desemboca en el

pensamiento crítico y el planteamiento de problemas significativos para la comunidad educativa” (p.121). De ahí que los estudiantes, acorde con la narrativa plasmada en cada relato, exteriorizaron sus impresiones sobre la temática que había sido objeto de investigación. Un asunto de importancia a mencionar es el hecho de haber sido una experiencia en la que no solo se privilegió al conocimiento, sino facetas que aportan hacia el desarrollo integral del ser humano, tal es el caso de la necesidad de relación, la dinámica de establecer vínculos, la otredad:

[...] *no solamente el hecho de generar nuevo conocimiento, sino también por la experiencia de encuestar personas, participar en una prueba de laboratorio y estar en ese proceso con mis amigos y compañeros, fortaleciendo la amistad.* (Estudiante 3/Relato/2021)

4.1.2 Relación entre conceptos.

Los estudiantes fijaron una serie de criterios que permitieran organizar la información con el propósito de relacionar el desempeño bajo el cual se articuló la investigación con el plan de estudio de la asignatura de química y la temática seleccionada (empleo de plantas medicinales). Ante esto, un estudiante plasmó lo siguiente:

[...] *este proyecto puede ser útil en cualquier momento de nuestra vida, pues al obtener conocimientos sobre la medicina tradicional la pondremos en práctica cuando se necesite curar a alguien enfermo con algunos de los síntomas asociados a la gripe.* (Estudiante 4/Relato/2021)

Según lo indicado, los estudiantes fueron capaces de interiorizar el aprendizaje obtenido de la investigación, sobre todo en un momento crucial de la vida en donde esta pendía del hilo de la muerte, encontrando así una alternativa de supervivencia. De igual forma, no solo se fomentó la investigación formativa, sino la apropiación de los valores culturales por medio de la salvaguarda del conocimiento tradicional alrededor de las plantas medicinales,

como una forma de preservar un saber que ha sido transmitido de forma oral en las comunidades.

En atención de lo anterior, un estudiante expresó:

[...] *con esta investigación estamos adquiriendo conocimientos acerca de nuestras raíces y la herencia que nos dejan nuestros antepasados.* (Estudiante 5/Relato/2021)

Es decir, se está generando conciencia en pro de la protección del legado cultural inmaterial, lo que es apoyado por GÓMEZ (2018) cuando cita que “la acción educativa es el preámbulo de la acción investigativa” (p.125). También, otro estudiante expuso que a partir de la realización de la investigación se

[...] *cumple un doble papel importante, por un lado, nos permite recopilar, analizar y conservar conocimiento tradicional en el uso de plantas medicinales y por el otro nos prepara para la creación de artículos de este estilo, al cual nos enfrentaremos al ingresar en la etapa universitaria.* (Estudiante 6/Relato/2021)

Lo expresado aquí es de importancia para la formación de individuos que deben enfrentarse a una realidad en la que se deparan desafíos de diversa índole y que tocan fibras a nivel personal, familiar y comunitario. Por consiguiente, GÓMEZ (2018), citando a BENNIS y BIEDERMAN (1997), exhorta a que “cuando la curiosidad sobre una situación es compartida se impulsan las comunidades de investigación que no se limitan a resolver problemas, sino que se comprometen en un proceso de descubrimiento que constituye su propia recompensa” (p.126).

BALLESTEROS, CORONADO y GARCÍA, (2021), mencionan:

La construcción muestra la importancia de las actividades experimentales como estrategias de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente en la competencia explicación de fenómenos, para lo cual se implementan actividades cuya naturaleza permita una intervención del

educando, plantear interrogantes, buscar respuestas a dudas; y lo más importante desarrollar pensamiento científico. (p.67)

Apreciación que se pudo materializar con los estudiantes intervenidos precisamente porque tuvieron la oportunidad de interactuar con una situación real, común en el contexto, lo que a su vez fortaleció la capacidad de poder dar explicaciones y formular hipótesis en torno al asunto objeto de investigación. En este orden de ideas, un estudiante señaló:

Mediante este [conocimiento], eres capaz de nutrir tus ideas y darles vida a través de la fundamentación y argumentación de la misma, el conocimiento te hace crecer y como tal, para mí que considero lo anterior, el practicar este tipo de metodologías tan didactas me llenan de satisfacción debido a que cumplen con la función de prepararme en constancia, disciplina y dedicación. (Estudiante 7/Relato/2021)

Por tal razón, EDER y ADÚRIZ-BRAVO (2008) ratifican la relevancia de la explicación, porque “la persona que explica toma la iniciativa en el diálogo, pero a partir de la necesidad de quien pregunta por el cómo, el qué o el porqué de un determinado estado de cosas” (p.128).

Además, de acuerdo con BLANCO y BUSTAMANTE (2017), los estudiantes participantes en la investigación fueron capaces de brindar los “tres tipos de explicaciones científicas relevantes en la didáctica de las ciencias” (p.506), las cuales enfatizan en la aclaración de significados, identificación de las causas de un evento y la explicación en sí, es decir, la aportación de argumentos basados en principios de la ciencia. De esta forma, un estudiante describió:

Lo cierto es que una sola hoja de eucalipto [...] es capaz de cobijar propiedades expectorantes, es decir, reduce la inflamación de las vías respiratorias provocando que el paciente infectado goce de un menor flujo de aire a la hora de respirar, teniendo en cuenta que este es uno de los síntomas más frecuentes entre pacientes con Covid-19. Además, estimula salivación,

la salida de las mucosidades y la tos seca. (Estudiante 8/Relato/2021)

Se hace evidente, entonces, la importancia de conferir protagonismo a la práctica de la escritura de lo que acontece en torno al proceso de la enseñanza y del aprendizaje, pues atendiendo a MARTÍN-DÍAZ (2013):

[...] ¡cuántas veces no hemos oído que una buena manera de poner en orden nuestras ideas ante cualquier situación, de comprender lo que nos está ocurriendo, es transcribir en un papel las ideas, sentimientos y emociones, es decir, comunicarnos con nosotros mismos! (p.291).

Es así como el ejercicio de narrar los acontecimientos en torno al proceso investigativo fue crucial para contar con información de quienes vivenciaron cada etapa, por lo que el citado autor recuerda la obligación que como profesionales de la educación nos compete, es decir, “tenemos la obligación [...] de ofrecer espacios para que los alumnos hablen y escriban sobre sus conocimientos, si pretendemos que vayan comprendiendo el mundo de la ciencia” (p.292).

4.1.3 Uso potencial de los recursos naturales.

GÓMEZ (2018) resalta que en “una comunidad en la que se formulen preguntas y puedan descubrirse posibilidades reales para su resolución es donde se aprende a través de la actividad colaborativa, significativa y orientada a un fin” (p.125).

Aspecto hecho presente durante el proceso de investigación sobre las plantas medicinales usadas en la pandemia por Covid-19, puesto que la comunidad recurrió a la práctica tradicional transmitida de generación en generación. Como testimonio se presenta la voz de un estudiante, quien expuso:

[...] me sentí aliviada de que el tema a investigar estuviera relacionado con algo que ya conocía, así no abarcaría una zona sin explorar. [...] por mi propia

experiencia puedo contar que son efectivas, ya que, en mi casa a mediados de este mismo año, se presentó un caso de Covid-19 en casa, todos tuvimos los cuidados necesarios y mi madre nos preparó bebidas calientes a base de eucalipto con miel que me mantuvo protegida. (Estudiante 8/Relato/2021)

A su vez, otro estudiante señaló:

[...] la mayoría de la población mayor urbana de Planeta Rica emplearon plantas medicinales para controlar y contrarrestar los efectos del virus, la reciente pandemia cumplió el rol de enfermedad y las plantas medicinales la respuesta como cura o tratamiento de la Covid-19. (Estudiante 9/Relato/2021)

Lo presentado en los relatos construidos por los estudiantes, denota el arraigo hacia “problemas sociales de interés” (GÓMEZ, 2018, p.129).

4.2 Resultados desde la perspectiva de ciencias básicas

A partir de la información recolectada por medio de una guía de encuesta cualitativa, se pudo establecer el número de plantas medicinales que fueron

utilizadas cuando en Planeta Rica (Córdoba) se registraron niveles altos de contagio por Covid-19. A continuación, se describen los resultados generales derivados del análisis de algunos de los ítems formulados en la encuesta.

Ítem a: ¿Cuáles fueron las plantas usadas en época de pandemia por Covid-19?

En la Figura 2 se indican las plantas mencionadas en la encuesta etnobotánica, es decir, un total de 22 especies. Es importante anotar que los nombres que se indican corresponden a los nombres comunes con que se conocen en Planeta Rica (Córdoba). De las siete especies reportadas, seis son cultivadas en la zona urbana de Planeta Rica (*eucalipto*, *limón*, *jengibre*, *moringa*, *orégano* y *matarratón*), mientras que la *manzanilla* se adquiere a través de tiendas naturistas o en almacenes de cadena. Al respecto, un estudiante plasmó en su relato:

[...] nos dimos cuenta de que las plantas más usadas fueron el jengibre, la moringa, el eucalipto, el matarratón, el limón y el orégano, son fáciles de encontrar en las cercanías y muchas personas las suelen tener plantadas en los patios de sus casas, por lo que están a la mano de una emergencia. (Estudiante 10/Relato/2021)

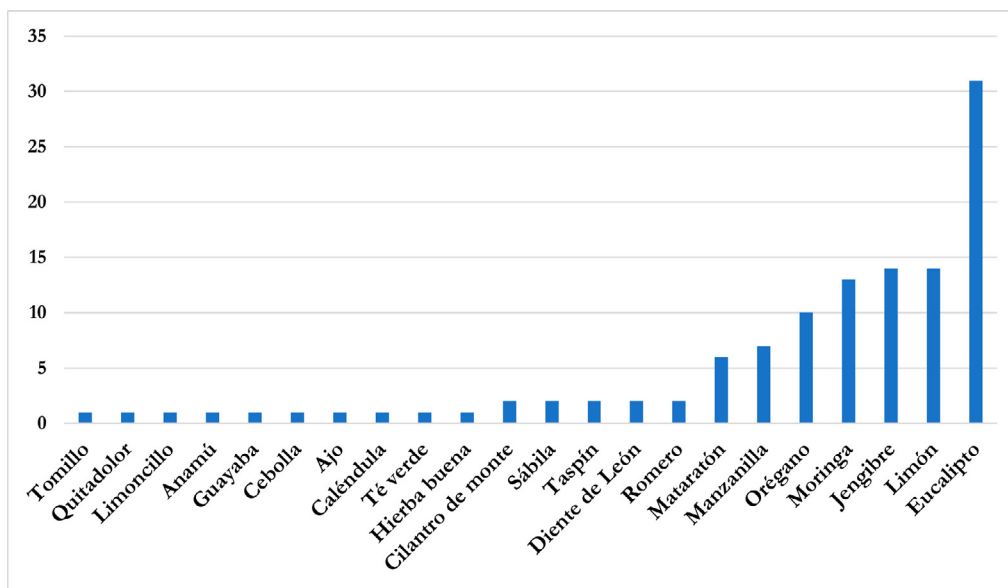


Figura 2. Nombres comunes de las plantas medicinales reportadas en Planeta Rica (Córdoba-Colombia).
Fuente: Elaboración propia.

Ítem b: ¿Qué parte de la planta fue la más usada? Según los datos recogidos por medio de la encuesta, se pudo conocer que las hojas fueron las mayormente empleadas (Figura 3), precisamente porque es la que generalmente se presenta en una cantidad apreciable en la planta y por su facilidad al momento de coleccionar el material vegetal para su preparación.

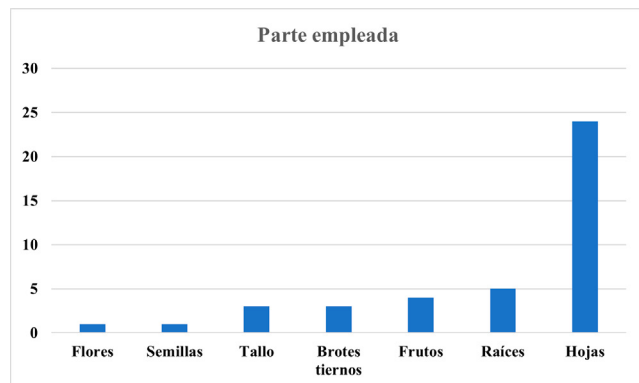


Figura 3. Parte de las plantas mayormente usadas.
Fuente: Elaboración propia.

Al respecto un estudiante mencionó:

En mi caso, cuando me dio [el Covid-19], todos los días me hacían baños de hojas de eucalipto y esto me ayudó a no empeorar, asimismo tuve conocimiento que también les ayudó a otras personas; pero, para mi sorpresa, al momento de realizar esta investigación me enteré de otras plantas que igualmente eran efectivas para la enfermedad y el tema me interesó mucho más, porque empecé a enterarme de cosas que desconocía, lo que aumentó mi motivación por aprender más. (Estudiante 11/Relato/2021)

También, un estudiante escribió:

Algo que me llenó de conocimiento es conocer qué parte de la planta fue la empleada, porque desconocía estos datos y me alegra mucho poder aprender cada día. En el análisis se obtuvo que se utilizaban las flores, las semillas, el tallo, los brotes tiernos, los frutos, las raíces, pero principalmente las hojas de la planta. (Estudiante 12/Relato/2021)

Ítem c: ¿Cómo las personas encuestadas obtuvieron el conocimiento sobre plantas medicinales?

En la Figura 4 se indican las fuentes de obtención del conocimiento tradicional sobre empleo de plantas para tratar o curar enfermedades en el municipio de Planeta Rica (Córdoba), entre ellas, la Covid-19.

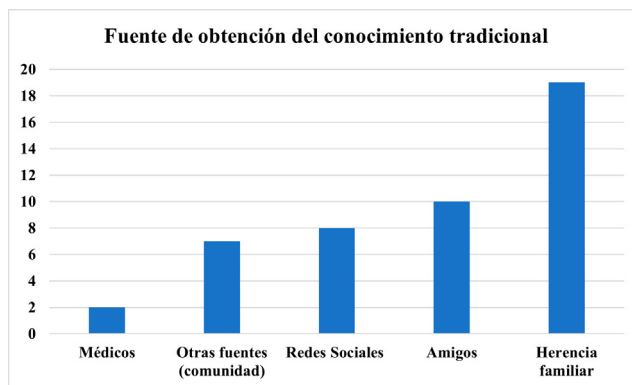


Figura 4. Fuente de obtención del conocimiento sobre medicina tradicional.
Fuente: Elaboración propia.

Según la OMS (2013) el conocimiento sobre medicina tradicional que es posesión de las comunidades y pueblos indígenas de las Américas es parte del legado cultural inmaterial que es menester rescatar y conservar. De ahí que esta investigación contribuya con la salvaguarda del patrimonio oral, sobre todo en una época de crisis de salud. Esta práctica, según lo señalado previamente, es relevante en el contexto de realización del estudio porque es una de las primeras medidas de acceso para el tratamiento de enfermedades.

Uno de los estudiantes que participó en la investigación, en su relato plasmó lo siguiente:

El hecho de adquirir conocimientos mediante el acercamiento a la comunidad, especialmente los mayores de edad, quienes sacaron provecho y obtuvieron una cura o tratamiento desde la misma naturaleza a un nuevo virus, es importante desde todo punto de vista, puesto que demuestra que las plantas medicinales pueden ser una alternativa a los distintos tipos de fármacos. [...] A los individuos mayores en nuestra sociedad se les atribuye el ser poseedores de sabiduría, son reconocidos por la amplia escala de

conocimientos, los cuales fueron adquiridos y aplicados desde antes de la pandemia y durante su etapa de contagio; de esta forma, encontraron una alternativa para contrarrestar el virus causante de esta enfermedad. (Estudiante 13/Relato/2021)

Otro estudiante escribió, con relación a las personas que actualmente son guardianes del saber ancestral:

[...] aprendieron por herencia familiar y utilizaron sus conocimientos en la pandemia, pues vieron conveniente darle uso a la medicina tradicional en conjunto con medicamentos específicos para tratar esta enfermedad. (Estudiante 14/Relato/2021)

De acuerdo con lo anterior, queda aclarada la confusión alrededor del dilema medicina occidental vs medicina tradicional, puesto que los estudiantes no se limitaron a lanzar prejuicios sobre estas, sino más bien destacar el importante papel que desempeñan para el mantenimiento de la salud y vida de las personas.

A partir de los resultados sobre las plantas medicinales de mayor uso para la prevención y/o tratamiento de la Covid-19 referenciados en la Figura 2, se seleccionaron las seis especies que, según los encuestados, fueron las más utilizadas y además cultivadas en la zona urbana de Planeta Rica, para la realización de pruebas de laboratorio en aras de identificar los metabolitos secundarios presentes en material vegetal fresco. Para el caso del *jengibre* se

empleó su rizoma, del *limón* se usó el fruto, mientras que, para el *eucalipto*, *moringa*, *orégano* y *matarratón* se usaron las hojas. Estas plantas fueron colectadas de patios y jardines de hogares, en época de lluvia, en donde accedieron a donar el material vegetal para dichas pruebas. Los resultados se indican en la Tabla 2.

De acuerdo con estos resultados, los estudiantes plantearon una serie de explicaciones e hipótesis en torno a la efectividad de los principios activos de las plantas (metabolitos secundarios), quienes presumiblemente estarían involucrados en la capacidad curativa. Algunas descripciones al respecto fueron generales, tal como lo expresó un estudiante:

[...] las plantas medicinales son imprescindibles en la medicina debido a los compuestos (metabolitos secundarios) que tienen beneficios para los humanos. (Estudiante14/Relato/2021)

Otra voz indicó:

[...] estos resultados fueron ordenados en tablas, donde se marcaba con un signo + si el material vegetal reaccionaba en forma positiva con los reactivos y un signo - en caso contrario. [...] Dichos resultados asociados con las encuestas demostraron la alta tasa de efectividad en las propiedades curativas de las plantas para el tratamiento de la enfermedad, lo que concuerda con mi hipótesis diciendo que las plantas sí ayudaron a curarla. (Estudiante15/Relato/2021)

Tabla 2. Determinación de metabolitos secundarios.

Metabolitos secundarios	Plantas medicinales					
	Eucalipto	Limón	Jengibre	Moringa	Orégano	Matarratón
Alcaloides	+	+	+	+	-	+
Flavonoides	+	-	+	+	-	+
Leucoantocianidinas	+	-	+	+	-	-
Cardiotónicos	+	+	-	-	-	+
Saponinas	+	-	-	-	+	+
Compuestos fenólicos	+	+	-	+	+	+
Antocianinas	+	-	+	-	+	+

+: Prueba positiva
 -: Prueba negativa

Fuente: Elaboración propia.

Para enriquecer la exposición hasta aquí presentada, un estudiante mencionó:

[...] al ver todo lo que nos arrojaba pensé por un momento ¿será que cada una de las plantas tendrá alguna sustancia en especial (metabolito secundario) que le confiera a la persona hacerse resistente a la Covid-19? ¿por qué en especial estas plantas? Ya que la sociedad mayormente se basó en el conocimiento que provenía de nuestros ancestros y ha sido recopilada por generaciones, pienso que uno de los beneficios de estas plantas puede ser que ayuden a aumentar las defensas, pues como sabemos suele ser la más afectada ante dicha enfermedad. (Estudiante16/Relato/2021)

Un estudiante en particular fue más allá de una descripción general e indagó más al respecto:

[...] ¿estas plantas tienen metabolitos secundarios? Los metabolitos se dividen en cuatro clases: de tipo terpenoide, alcaloides (compuestos nitrogenados relacionados), fenilpropanoides (compuestos fenólicos relacionados) y flavonoides. [...] Con esto puedo concluir que es evidente que todas las pruebas resultaron positivas para el eucalipto, y esta fue la planta más recomendada según las encuestas. (Estudiante17/Relato/2021)

Lo señalado por los estudiantes, denota el proceso de construcción de ideas, de explicaciones que hicieron alrededor de la temática estudiada. Más allá de pretender convertirlos en expertos, se buscó desplegar una serie de habilidades que les permitieran tener un acercamiento con la explicación de fenómenos que están a la vista, pero por seguir aferrados a un plan de estudio, al hermetismo en el aula, se está negando la posibilidad de conocer y reconocer una variedad de situaciones que asumidas desde la escuela coadyuvarían al desarrollo de las competencias científicas.

5. Conclusiones y/o consideraciones finales

Los estudiantes al entablar interacción con las personas en sus territorios acceden a información primaria

de gran importancia para el proceso educativo. La escuela no pudo estar de espaldas con la inminente realidad de la pandemia por Covid-19, pues en un número significativo de hogares se sintió el empuje de la enfermedad, recurriendo a la medicina tradicional como primera medida para afrontarla, tal como se expone desde la Organización Panamericana de la Salud ([OPS], 2020). Tomando esto como insumo y encontrando relación con uno de los desempeños a evaluar en el último grado de la educación media de la institución educativa citada, se afianzó la realización de la investigación. Fue así como los estudiantes vivenciaron un proceso de búsqueda y contrastación de información a partir de datos recogidos en su ambiente natural.

La información presentada permitió sustentar el objeto de realización de la investigación, específicamente lo atinente con el desarrollo de la competencia científica de explicación de fenómenos. El porqué de lo anterior se fundamenta en que los estudiantes intervenidos tuvieron la oportunidad de salir del aula hacia la comunidad para conocer y coleccionar de primera mano datos que les permitieron hacer una descripción de las plantas medicinales empleadas en pandemia, especialmente cuando se registraron los picos más altos de contagio en el municipio de Planeta Rica (Córdoba). Esto, se relacionó con el pensamiento de FERRÉS-GURT (2017) quien indicó “cuando se habla de una pregunta investigable se hace referencia a la relación entre diferentes factores o fenómenos que puede ser investigada, que se puede responder recogiendo datos y analizándolos” (p.411).

Es precisamente la formulación de preguntas en torno al proceso investigativo lo que permitió que los estudiantes tuvieran una aproximación sistemática de la situación estudiada. En este sentido, el proceso de reflexión realizado quedó plasmado en cada uno de los relatos como testimonio material de las explicaciones dadas. De ahí la importancia de brindar espacios en la escuela en donde los estudiantes puedan exponer con su propia voz cómo conciben el proceso de aprendizaje, que adquieran protagonismo en este.

Por tal razón, la investigación realizada no solo permitió aproximarse a las dinámicas que existen alrededor del desarrollo de las competencias científicas, especialmente la explicación de fenómenos, sino que se pudo corroborar el interés que se despierta cuando los estudiantes pueden salir del aula a reconocer lo que ocurre en la comunidad, pues esta permea cada estilo de vida. En definitiva, y en consonancia con LIMA y VIENNA (2021), se hace un aporte hacia la enseñanza de la ciencia, yendo más allá de la educación tradicional pasiva, siendo el trabajo investigativo en el aula decisivo para su transformación, en el que la implementación de semilleros de investigación escolares se presenta como una opción u oportunidad para su logro.

6. Referencias

- BALLESTEROS, R. R.; CORONADO, R. G. y GARCÍA, J. P. La explicación de fenómenos en las ciencias naturales y su vinculación con las actividades experimentales. **La casa del maestro**, Barranquilla, v.1, n.1, pp. 63-77. 2021.
- BLANCO, A. P. y BUSTAMANTE, J. D. Análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 14, n.3, pp. 505-520. 2017.
- BRAVO, A. A. Enseñanza de las ciencias naturales estructurada en torno a “competencias”: ¿qué hay de nuevo? **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 13, n. 1, pp. 5-6. 2018.
- CHIRICO, M. M. El relato de vida como instrumento de investigación: Ramón, un trabajador del partido de La Matanza. **Desarrollo Económico**, Argentina, v. 27, n.107, pp. 423-444. 1987. <https://doi.org/10.2307/3467058>
- EDER, M. L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: Aproximaciones epistemológica y didáctica. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, Colombia, v. 4, n. 2, pp. 101-133. 2008.
- FERRÉS-GURT, C. El reto de plantear preguntas científicas investigables. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 14, n. 2, pp. 410-426. 2017.
- GARCÍA, E. J. A. Fitoquímica de *Ocimum campechianum* (albahaca), *Cnidocolus aconitifolius* (árnica) y *Lippia alba* (quitador), en Colombia. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Cuba, v. 25, n. 2, pp. 1-19. 2020.
- GÓMEZ, O. Y. A. La investigación escolar. **Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía**, Bogotá, v. 11, n. 2, pp. 121-133. 2018. DOI <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2018.0002.08>
- HURTADO, J. **El proyecto de investigación: Comprensión holística de la metodología de la investigación**. Séptima Edición. Quirón Ediciones. Caracas: Venezuela. 2012
- HURTADO, J. **Metodología de la Investigación Holística**. Segunda Edición. SYPAL. Caracas: Venezuela. 1998.
- INSTITUTO COLOMBIANO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN [ICFES]. Marco de referencia de la prueba de ciencias naturales Saber 11°. Dirección de Evaluación ICFES. 2019.
- LIMA, M. D. C. B., y VIENNA, D. M. Prácticas de profesores con abordagens investigativas. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 16, n. 1, pp. 68-77. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.15579>
- MARTÍN-DÍAZ, M. J. Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 10, n. 3, pp. 291-306. 2013.
- MARTÍNEZ, A.; VALENCIA, G.; JIMÉNEZ, N.; MESA, M. y GALEANO, E. **Manual de Prácticas de Laboratorio de Farmacología y Fitoquímica**. Universidad de Antioquia. 2008.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Contribuciones de las Medicinas Tradicionales, Complementarias e Integrativas en el contexto de la pandemia por Covid-19. Boletín BIREME N° 46. 2020.
- RAMOS, A. C. O.; GÓMEZ, Y.; SALCEDO, I.; MUÑOZ, M. y ACOSTA, V. La importancia de investigar en la práctica educativa. **Revista Adelante-AHEAD**, Colombia, v. 10, n. 1, pp. 89-95. 2020.

ROMERO, P. **Cómo liberarse de una educación equivocada: Transformando la Educación Tradicional**. Primera Edición. Magisterio Editorial. Bogotá: Colombia.

TORRES, C.; VARGAS, J.; CUERO, J. Modelo didáctico para la Bamecánica a nivel universitario. **Revista Espacios**, Venezuela, v. 41, n. 20, pp. 22-36. 2020.

VALLEJO, S. **Las competencias científicas en la política educativa colombiana: Privilegio de la perspectiva parcial al estudiar su ensamblaje desde los estudios sociales de la ciencia**. 155. Maestría en Estudios Sociales de la Ciencia. Facultad de Ciencias Humanas,

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2014. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/48551>. Visitado en: 12, 11, 2021.

ZÚÑIGA, M. A.; LEITON, R. y NARANJO, R. J. Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 11, n. 2, pp.145-159. 2014.





CIÊNCIA BRASILEIRA E EDUCAÇÃO EM SAÚDE: RELATO DE UMA PRÁTICA DE ENSINO ENVOLVENDO PESQUISA NA SALA DE AULA

BRAZILIAN SCIENCE AND HEALTH EDUCATION: REPORT OF A TEACHING PRACTICE INVOLVING CLASSROOM RESEARCH

EDUCACIÓN BRASILEÑA EN CIENCIAS Y SALUD: RELATO DE UNA PRÁCTICA DE ENSEÑANZA CON INVESTIGACIÓN EN EL AULA

Paola Cazzanelli^{*}, Rodrigo Sychocki da Silva^{**}

Cómo citar este artículo: Cazzanelli, P; Silva, R. (2023). Ciência brasileira e Educação em Saúde: relato de uma prática de ensino envolvendo pesquisa na sala de aula. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 244-256.

DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19139>

Resumen

Este texto tiene como objetivo presentar, informar y reflexionar sobre los resultados de una experiencia de aula que culminó con la producción de una monografía del curso de Especialización en Enseñanza de las Ciencias. El experimento fue realizado con 85 alumnos del 7° grado de Educación básica en una escuela pública brasileña en el estado de Rio Grande do Sul, bajo el modelo de enseñanza híbrido, guiado por la siguiente pregunta: "¿Cómo la Educación en Salud impacta en el aprendizaje de los alumnos de 7° grado, en la perspectiva del contenido vacunal y de la Ciencia Brasileña?". La experiencia permitió a los estudiantes reflexionar sobre el tema de la Educación en Salud, con énfasis en cuestiones de la producción brasileña y del sistema de vacunación, reconocido mundialmente, en la perspectiva de la pandemia del Sars-Cov-2. A partir de una fundamentación teórica basada en la idea de permear la docencia a través de la investigación en el aula, se realizó una práctica docente que involucró visitas virtuales y la construcción de mapas conceptuales. Los resultados de la experiencia, analizados desde una perspectiva cualitativa, permitieron reflexionar sobre la acción docente, que debe defender y valorar la importancia pedagógica de la acción de debate e investigación de los estudiantes en el aula. En este aspecto, fue posible observar, por parte de los estudiantes, que además de la construcción del conocimiento involucrado en el tema en debate, hubo un reconocimiento de la Ciencia Brasileña, que es entendida como un motor para el desarrollo de la humanidad, en las más diversas áreas del saber. **Palabras clave:** Educación para la Salud. Enseñanza de las Ciencias. Enseñanza híbrida. Investigación en el aula.

Recibido: abril de 2022; aprobado: noviembre de 2022

* Mestra e doutoranda em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Brasil. E-mail: pcazzanelli@live.com..

** Doutor em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil. E-mail: sychocki.rodrigo@gmail.com.

Abstract

This text aims to present, inform and reflect on the results of a classroom experience that culminated in the production of a monograph for the Specialization course in Science Teaching. The experiment took 85 students from the 7th year in the Elementary School at a Brazilian public school in the state of Rio Grande do Sul, in the hybrid teaching model, guided by the following question: how does Health Education work to reflect on the learning of 7th grade students from the Elementary School, since the perspective of vaccine content and Brazilian Science? and the vaccination system recognized worldwide, given the Sars-Cov-2 pandemic. From a theoretical foundation based on the idea of permeating teaching through classroom research, a teaching practice was carried out that involved virtual visits and the construction of conceptual maps. The results of the experience, analyzed from a qualitative perspective, allowed reflection on the teaching performance, which must defend and value the pedagogical importance of the students' debate and research activities in the classroom. In this regard, students might recognize Brazilian Science, in addition to the knowledge constructed in this subject, which is understood as an engine for the development of humanity in the most diverse knowledge areas.

Keywords: Health Education. Science Teaching. Hybrid Teaching. Classroom research.

Resumo

Este texto tem como objetivo apresentar, relatar e refletir sobre os resultados de uma experiência em sala de aula que culminou na produção de uma monografia de curso de Especialização em Ensino de Ciências. A experiência foi realizada com 85 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública brasileira no estado do Rio Grande do Sul, sob o modelo de Ensino Híbrido, sendo norteadas pelo seguinte questionamento: “De que forma a Educação em Saúde reflete no aprendizado dos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, na perspectiva do conteúdo de vacinas e a Ciência brasileira?”. A experiência oportunizou que os estudantes refletissem a respeito da temática Educação em Saúde, com ênfase nos temas de produção e sistema de vacinação brasileiros, reconhecidos mundialmente, na perspectiva da pandemia de Sars-Cov-2. A partir de uma fundamentação teórica, calcada na ideia de permear o ensino por meio da pesquisa na sala de aula realizou-se uma prática de ensino que envolveu visitas virtuais e a construção de mapas conceituais. Os resultados da experiência, analisados por uma perspectiva qualitativa, possibilitaram uma reflexão sobre a ação docente, que deve preconizar e valorizar a importância pedagógica do debate e da ação de pesquisa por parte dos estudantes na sala de aula. Nesse aspecto foi possível observar, por parte dos estudantes, que para além da construção do conhecimento envolto na temática em debate houve um reconhecimento da Ciência brasileira, sendo essa entendida como uma mola propulsora para o desenvolvimento da humanidade, nas mais diversas áreas do conhecimento.

Palavras chave: Educação em Saúde. Ensino de Ciências. Ensino Híbrido. Pesquisa em sala de aula.

1. Introdução

O presente artigo objetiva apresentar e analisar uma experiência de ensino realizada em sala de aula com estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental, onde foi investigada e debatida a temática da Educação em Saúde, com foco na contribuição da Ciência brasileira no contexto da vacinação. O presente tema justifica-se pela sua emergência global, devido a pandemia vivenciada por causa do vírus Sars-Cov-2. Entendemos ainda que o espaço escolar seja propício às práticas e políticas preventivas de Educação em Saúde conforme destaca Figueredo (2015).

Nessa perspectiva, nossa prática pedagógica centrou-se em destacar e valorizar a importância das políticas públicas na área, bem como o reconhecimento à Ciência brasileira quanto à vacinação. Pois, a escola é “[...] um espaço fundamental para a promoção da saúde em decorrência do seu papel chave na formação do cidadão” (FIGUEIREDO, 2015, p. 6). Na linha de raciocínio do autor “os educadores são os principais responsáveis no desenvolvimento do senso moral, inteligência, habilidades e formação de cidadãos colaboradores de uma civilização” (2015, p. 9). Com isso entendemos que o espaço escolar seja um lócus para uma formação de sujeitos éticos, conscientes de seus direitos e deveres perante a sociedade e em seu meio de convívio.

Com isso, na construção de uma monografia para o curso de especialização “Ciência é 10!” vislumbrou-se como possibilidade a realização de um estudo que tivesse relação com o contexto no qual toda a humanidade estava envolvida: a pandemia da COVID – 19. A nossa pesquisa foi norteada pela seguinte questão: “De que forma a Educação em Saúde reflete no aprendizado dos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, na perspectiva do conteúdo de vacinas e a Ciência brasileira?”. A atividade investigativa que busca construir uma resposta a esse questionamento foi realizada com 85 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública estadual do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, no modelo de Ensino Híbrido (EH). Tal

modelo proposto pelo Governo do RS na época, dispunha alguns estudantes de modo presencial em sala de aula e outros on-line, realizando atividades pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Google Classroom®.

A partir do contexto exposto, o objetivo geral da pesquisa foi refletir a respeito da temática da Educação em Saúde com os estudantes, com ênfase nos temas de produção e sistema de vacinação brasileiros, reconhecidos mundialmente, na perspectiva da pandemia de Sars-Cov-2. Teve-se como objetivos secundários na pesquisa: investigar com os discentes os processos de fabricação e distribuição de vacinas no Brasil e relacionar com a temática da Educação em Saúde de qualidade no ambiente escolar; analisar na literatura estudos e pesquisas correlacionados sobre a temática da Educação em Saúde com ênfase à vacinação; planejar e executar uma visita virtual aos institutos Butantan e Fundação Oswaldo Cruz; pesquisar com os discentes sobre as características históricas do Plano Nacional de Imunizações e as contribuições dos cientistas brasileiros; argumentar e comunicar os achados da pesquisa à comunidade escolar sobre a temática da Educação em Saúde.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: na próxima seção apresentamos a fundamentação teórica a qual entendemos ser necessária para uma compreensão sobre a construção da problemática e contexto da pesquisa; na seção três delineamos os aspectos metodológicos e a caracterização da produção dos dados para a pesquisa; na seção quatro dissertamos sobre os resultados, reflexões e nela esboçamos uma análise da prática de ensino à luz dos fundamentos teóricos explicitados. Por fim, apresentamos as considerações finais com nossas reflexões a partir das lições aprendidas com a pesquisa realizada.

2. Fundamentos teóricos

Usamos como fundamentação teórica neste artigo três pilares, a saber: as ideias sobre Educação em Saúde no ambiente escolar e sua relação com as políticas públicas brasileiras; o Ensino Híbrido

conduzido pela gestão pública no estado do Rio Grande do Sul (RS) e as visitas virtuais como potencializadoras no processo de aprendizagem dos estudantes. Cada um dos pilares apresentados busca para além de contextualizar a ação de pesquisa produzida no âmbito do curso de pós-graduação “Ciência é 10!” expor ideias que nortearam a construção de uma resposta ao questionamento de pesquisa e a menção sobre o alcance dos objetivos apresentados na introdução do artigo.

2.1 Educação em Saúde no ambiente escolar e as políticas públicas brasileiras

Educação em Saúde é um conjunto de práticas em educação voltado à comunidade as quais objetivam desenvolver e potencializar os conhecimentos destes para que compreendam e realizem as melhores escolhas e hábitos saudáveis em suas vidas (FALKENBERG et al, 2014). Figueredo (2015) aponta que o principal objetivo da Educação em Saúde no Ensino Básico, é a prevenção, voltado aos temas de vacinação, contracepção, gravidez precoce, uso de drogas lícitas e ilícitas, violência e conflitos domésticos, má alimentação, entre outros, sendo sua principal função a de aliar o tema saúde à escola e aos serviços de saúde.

Dessa forma, Figueredo (2015, p. 5) defende que “as políticas de saúde reconhecem o espaço escolar como espaço propício para práticas promotoras da saúde, preventivas e de educação para saúde”. Com isso, os estudantes aprendem na escola e carregam essas informações para dentro de seu convívio familiar e comunitário, sendo assim, um processo de conscientização. Destaca-se, que essa pode ser a única forma de algumas comunidades serem informadas sobre os temas de saúde pública (FIGUEIREDO, 2015).

Com fundamento na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), documento orientador para a educação brasileira, o Estado do Rio Grande do Sul definiu uma matriz de referência ao modelo de Ensino Híbrido vigente para o ano de 2021, a fim de orientar o planejamento escolar com os

conteúdos, devido a pandemia de Sars-Cov-2 (RIO GRANDE DO SUL, 2021). Com base no documento estadual, no 7º ano do Ensino Fundamental, estabelece-se na unidade temática de “Vida e Evolução”, o objeto de conhecimento denominado “Programas e Indicadores de Saúde Pública”. Elenca-se a seguir quais são as habilidades mencionadas pelo documento que se almeja alcançar com o processo de aprendizagem dos estudantes (RIO GRANDE DO SUL, 2020):

- (EF07CI10RS-1) Identificar os microrganismos, como parasitas, vírus e bactérias.
- (EF07CI10RS-2) Reconhecer os mecanismos de defesas da imunidade natural e adquirida do organismo.
- (EF07CI10RS-3) Reconhecer a atuação do soro e da vacina e sua importância para a saúde pública.

Nessa perspectiva, entende-se que seja fundamental realizar uma introdução dos assuntos sobre vírus e viroses, com o entendimento sobre a Ciência brasileira e seu reconhecimento, elencando os cientistas que construíram sua história, os institutos Butantan e Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), o Sistema Único de Saúde (SUS) e o Plano Nacional de Imunização (PNI). Com isso, entende-se que os estudantes, a partir do conhecimento sobre a importância da Educação em Saúde, formam-se cidadãos éticos e atuantes em seu meio.

Nesse sentido, as políticas públicas envolvendo a temática de Educação em Saúde merecem destaque tais como a BNCC (BRASIL, 2017), a Constituição Federal (BRASIL, 1988), o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) (BRASIL, 1990) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996).

Em linhas gerais a Constituição Federal (BRASIL, 1988) preconiza a saúde como um direito de todos e um dever do Estado. Sendo “[...] dever da família, da comunidade, da sociedade em geral e do poder público assegurar [...]”, entre outras prioridades o direito à saúde de crianças e adolescentes, segundo o ECA (BRASIL, 1990). Na perspectiva escolar,

a BNCC (BRASIL, 2017, p. 345) destaca que para as crianças e adolescentes,

(...) é fundamental que tenham condições de ser protagonistas na escolha de posicionamentos que valorizem as experiências pessoais e coletivas, e representem o autocuidado com seu corpo e o respeito com o do outro, na perspectiva do cuidado integral à saúde física, mental, sexual e reprodutiva.

Esse ponto converge e está reforçado pela LDB (BRASIL, 1996), sendo direito à educação e dever de educar, o “[...] atendimento ao educando, em todas as etapas da educação básica, por meio de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde”. Com isso, entendemos que a para além das políticas públicas a temática Educação em Saúde deva fazer parte do itinerário formativo dos estudantes na escola.

2.2 Ensino Híbrido como um modelo para as práticas de ensino durante a pandemia

Segundo Moran (2015), a educação sempre ocorreu e ocorre em diversos espaços e atividades, isto é, híbrida. A personalização, a individualização e a diferenciação são os pilares de um Ensino Híbrido (EH), os quais objetivam maneiras de fazer com o estudante aprenda com qualidade (BACICH, TANZI NETO, TREVISANI, 2015), bem como a autonomia dos estudantes, para que aprendam a aprender (PIRES, 2015). Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) enfatizam que o EH se caracteriza por ocorrer em dois ambientes de aprendizagem: a sala de aula de forma física e os espaços virtuais, os quais são complementares um ao outro.

Nesse sentido, Moran (2015) enfatiza que as tecnologias são facilitadores de uma aprendizagem colaborativa entre os colegas próximos e distantes. Com essa perspectiva Cordeiro (2014, p. 296) reflete que:

[...] os alunos já são seres híbridos, suas práticas estão intimamente relacionadas com a conectividade (comunicação, redes sociais, vídeos, fotografias), e

passam a evadir-se simbolicamente de um cotidiano que não oferece experiências relacionadas à cultura digital.”

Moran (2015, p. 39) defende que “essa mescla entre sala de aula e ambientes virtuais é fundamental para abrir a escola para o mundo e também trazer o mundo para dentro da instituição”. Isso se tornou possível para o nosso contexto de pesquisa aqui apresentado, uma vez que os estudantes conheceram as instituições públicas referências em saúde e as legislações brasileiras envolvidas no contexto da pandemia. Convergente a isso ressalta-se que

a integração das tecnologias digitais na educação precisa ser feita de modo criativo e crítico, buscando desenvolver a autonomia e a reflexão dos seus envolvidos, para que eles não sejam apenas receptores de informações. (BACICH, TANZI NETO, TREVISANI, 2015, p. 47).

Portanto, a atividade desenvolvida objetivou, por meio da pesquisa em sala de aula, que os estudantes conhecessem, interagissem e se envolvessem, realizando suas comunicações por meio de mapas conceituais, incentivando sua autonomia. Com isso, as mudanças no meio educacional utilizando a tecnologia não podem “[...] significar fazer mais coisas, mantendo o que está da forma como está. [...] Mudar deve significar fazer diferente, com mais qualidade [...]” (SILVA, CAMARGO, 2015, p. 186).

Diante do período pandêmico causado pela COVID-19, o governo do Estado do RS criou uma alternativa viável em um modelo híbrido de ensino. Conforme documento de orientação à Rede Pública Estadual de Educação do RS para o Modelo Híbrido de Ensino (RIO GRANDE DO SUL, 2020, p. 58):

“Nesse contexto de transformações, a escola necessita voltar-se para a construção de uma cidadania consciente e ativa, oferecendo aos educandos bases

culturais que lhe permitam posicionar-se e incorporar-se na vida produtiva.”

O EH e as tecnologias como os AVAs, por exemplo o Google Sala de Aula©, se configuraram como estratégias utilizadas durante o período pandêmico nos anos letivos de 2020 e 2021. O Estado do Rio Grande do Sul adotou essa estratégia no ano letivo de 2020, utilizando o Google Sala de Aula© com materiais, jogos digitais e atividades on-line. Já no ano letivo de 2021, utilizou o AVA de forma concomitante com a sala de aula presencial, dando continuidade e aprofundamento às discussões e estudos, tornando as aulas ambientes híbridos de aprendizagem. Nesse aspecto é defendido que o EH:

[...] se mostra alternativa viável não só para o atendimento ao momento emergencial, mas como oportunidade de avanços no processo educacional como um todo, provocada pela necessidade de adequação dos caminhos de aprendizagem.” (RIO GRANDE DO SUL, 2020, p. 12)

A inserção de tecnologias no espaço escolar “[...] está fazendo surgir novas formas de ensino e aprendizagem; estamos todos reaprendendo a conhecer, a comunicar-nos, a ensinar e a aprender, a integrar o humano e o tecnológico” (SCUISATO, 2016, p. 20). Nesse sentido observa-se que o processo de adaptação ao modelo de EH e a utilização de tecnologias foi um aprendizado contínuo e mútuo entre professores e estudantes, em um momento em que todos aprenderam e ensinaram. Nesse sentido, Souza e Souza (2016, p. 1) refletem que “o uso das plataformas também tem demandado uma postura mediadora do professor e uma postura ativa do aluno, proporcionando novas formas de interação entre os envolvidos”. Logo, compreendemos que o processo de ensino ocorrido por meio do EH tenha sido uma alternativa viável para uma continuidade do vínculo entre a escola e os estudantes, a partir do contexto da pandemia, sendo a postura do trabalho docente determinante para o andamento profícuo das atividades.

2.3 Visitas virtuais: uma possibilidade para o ensino

Visitas virtuais constituíram-se em uma base educacional que surgiu como forma de adaptação ao momento pandêmico, respeitando o distanciamento social, as quais, refletiram e ressignificaram os processos de ensino e de aprendizagem (MARTINS, SILVA, 2020). As visitas virtuais são alternativas viáveis também, à falta de recursos financeiros ou mesmo distâncias geográficas e temporais da realidade escolar (PINTO, 2015). Tais espaços são fundamentais para criar “[...] uma comunicação, que ultrapassa as barreiras de fronteiras, dialogando com o mundo mais globalizado e oferecendo a oportunidade do conhecimento multidimensional.” (MARTINS, SILVA, 2020, p. 56). Dessa forma, a tecnologia pode auxiliar na exploração de locais diferenciados sem sair de casa, disseminação de informações e conhecimentos, constituindo uma “[...] possibilidade de educar que ultrapassa as fronteiras do conhecer e catalogar historicamente.” (PAULA, LARA, 2014, p. 52).

A interatividade proporcionada por museus nas visitas virtuais estimula emoções, pesquisas, questionamentos e argumentações, as quais “[...] representam um espaço educativo complementar à educação formal, possibilitando a ampliação e a melhoria do conhecimento científico de estudantes, bem como, da população geral” (SOARES, SILVA, 2013, p. 177). Nascimento, Silva e Valente (2007, p. 2), reforçam que os museus de Ciências “[...] cumprem este papel associado a uma divulgação que leva em conta a ciência como uma prática social, [com isso] contribuem para a formação de cidadãos críticos e agentes na sociedade”.

A interatividade proposta em museus de Ciências, objetiva fazer com que os estudantes desconstruam a ideia “[...] de ser ‘bibliotecas do conhecimento’, tornando-se ‘bibliotecas de experiências’, gerando espaços inovadores, comprometidos com a transformação do ensino e da aprendizagem das ciências” (EICHLER, PINO, 2007, p. 3). Com isso, estes espaços não-formais de conhecimento, proporcionam aprendizagens “[...] que possibilitam

ao estudante acessarem e se apropriarem dos conhecimentos científicos, permitindo-lhes também, perceber a ciência como parte de suas experiências cotidianas” (SANTOS, FALAVIGNA, 2018, p. 10). Logo, entendemos que as visitas virtuais sejam elementos potencializadores da aprendizagem para os estudantes, principalmente se organizadas a partir de objetivos pedagógicos definidos pelo docente.

3. Procedimentos Metodológicos do experimento de ensino

A pesquisa realizada, a qual culminou na monografia de especialização, caracterizou-se por ser de natureza qualitativa, no qual os materiais para a análise se deram sem a coleta de dados oriundos dos estudantes, somente com o registro e reflexões da professora-pesquisadora contendo suas próprias impressões. Nesse sentido, Bodgan e Biklen (1994, p. 50) defendem, que não se trata de

“[...] montar um quebra-cabeças cuja forma final conhecemos de antemão. Está-se a construir um quadro que vai ganhando forma à medida que se recolhem e examinam as partes.”

A atividade de ensino foi realizada com 85 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública estadual, no Rio Grande do Sul, Brasil, durante as aulas em formato híbrido. Para isso, as turmas frequentavam as aulas presenciais em pequenos grupos, a fim de respeitar os protocolos de distanciamento à disseminação do Coronavírus. Os estudantes recebiam também atividades e materiais de leitura para realizar de maneira remota por meio do AVA Google Sala de Aula©.

A atividade foi inspirada metodologicamente nos princípios da “pesquisa em sala de aula”, baseada em Moraes, Galiazzzi e Ramos (2012). Os autores a caracterizam como uma espiral, que trabalha conceitos de pesquisa, tais como o questionamento, a

construção de argumentos e a comunicação destes. Esse movimento de espiral, como algo inacabado e que podem fazer surgir novas problematizações, inicia-se com um problema. Nesse sentido

[...] a pergunta, a dúvida, o problema, desencadeia uma procura. Leva a um movimento no sentido de encontrar soluções. [...] Para que algo possa ser aperfeiçoado, é preciso criticá-lo, questioná-lo [...]” (MORAES, GALIAZZI, RAMOS, 2012, p. 13).

Diante da pergunta, é preciso que novos caminhos sejam trilhados, o que caracteriza a fase da argumentação na pesquisa em sala de aula. Esses argumentos precisam ser debatidos entre o grande grupo a partir de leituras em fontes confiáveis. Caracterizado como uma espiral, pode ocorrer que no momento do levantamento desses argumentos, novos questionamentos surjam. Pois, é por meio desse debate de ideias, que as reflexões e conceitos tidos como verdades, são revistos. Assim como exemplificam Moraes, Galiazzzi e Ramos (2012), os argumentos precisam ser organizados para que justifiquem novas posições assumidas, novas compreensões alcançadas. A partir disso, inicia-se a fase da comunicação dos seus novos entendimentos, os quais devem ser feitos ao grande grupo. Ressalta-se que, por meio do movimento em espiral da pesquisa em sala de aula, ao comunicar torna-se necessário questionar e construir novos argumentos. Ramos (2004, p. 37) defende que

“se os alunos conseguem colocar adequadamente no papel as suas ideias com clareza e empregando razoavelmente os códigos da língua materna é porque essas ideias estão claras para eles.”

Conforme ilustrado na figura 1, o movimento da pesquisa em sala de aula no nosso caso, teve início com os questionamentos sobre a temática da vacinação, seguido da construção de argumentos por meio de visitas virtuais às instituições de pesquisa, estudo e produção de vacinas brasileiras, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), localizada no Rio de Janeiro (RJ) e Instituto Butantan, em São Paulo (SP). A comunicação

1. Usamos o termo “pesquisa em sala de aula” para denotar uma ação do discente em busca de informações as quais após um conjunto de reflexões tornam-se conhecimento.

dos achados e levantamento de argumentos ocorreu por meio de mapas conceituais abordando todas as descobertas dos estudantes em suas atividades investigativas. Mapas conceituais, segundo Moreira (1998) constituem um momento de aprendizagem significativa, no qual o estudante interrelaciona conceitos sobre uma temática em específico.



Figura 1. Movimento Cíclico da Pesquisa em Sala de Aula.

Fonte: Os Autores.

A partir de um movimento entre questionamento – argumentação – comunicação a prática de ensino ocorreu com o grupo de estudantes participantes. Nesse sentido, a partir das observações da professora-pesquisadora contendo suas próprias impressões será feito na próxima seção uma apresentação sobre os resultados alcançados com a prática de ensino. Por fim, destacamos que a forma metodológica de trabalho aqui apresentada não delimita o espaço do debate sobre como seja possível trabalhar com os estudantes na escola propostas investigativas, aqui realizada por meio da pesquisa na sala de aula.

4. Resultados, reflexões e uma análise da prática de ensino

Nesta seção apresentamos um relato, acompanhado de reflexão e análise sobre a prática de ensino ocorrida na pesquisa. Buscamos relacionar a nossa análise com a questão norteadora do estudo bem como com os objetivos da prática. Inicialmente destacamos que a atividade investigativa envolvendo

pesquisa em sala de aula sobre a Ciência brasileira, suas legislações, vacinação e Educação em Saúde foi bem recebida e aceita pelo grupo de estudantes participantes. O quadro 1 a seguir sintetiza os momentos de cada atividade realizada.

Quadro 1. Síntese da atividade investigativa de pesquisa em sala de aula.

QUESTIONAMENTO	
MOMENTOS	SÍNTESE
Momento 1	Introdução e contextualização sobre vírus, viroses e vacinas. Aula de forma simultânea, com alguns estudantes de modo presencial e demais on-line.
Momento 2	Levantamento de questões por meio da construção coletiva de um quadro contextualizando as viroses, os sintomas e os meios de prevenção. Atividade realizada com os alunos presencialmente.
ARGUMENTAÇÃO	
MOMENTOS	SÍNTESE
Momento 3	Visita virtual à FIOCRUZ ² , aula de forma simultânea; após, atividades sobre a história da instituição e perguntas pessoais sobre os sentimentos durante a visita virtual.
Momento 4	Vídeos institucionais de visita ao museu biológico do Instituto Butantan ³ , aula de forma simultânea; após, atividades sobre a história da instituição e perguntas pessoais sobre os sentimentos durante o conhecimento do instituto.
Momento 5	Material de leitura sobre o Sistema Único de Saúde (SUS) e o Plano Nacional de Imunizações (PNI) e suas repercussões mundiais enquanto legislação. Atividade de forma assíncrona a todos os estudantes, disponibilizado via AVA Google Sala de Aula.
COMUNICAÇÃO	
MOMENTOS	SÍNTESE
Momento 6	Produção de mapas conceituais, sintetizando a relação entre a FIOCRUZ, o BUTANTAN, o SUS, o PNI e a vacinação, sendo aula síncrona aos estudantes do Ensino Remoto. Atividade realizada em sala de aula pelos estudantes no ensino presencial. Após, socialização das suas sínteses dos mapas conceituais. Sendo uma atividade realizada com os estudantes do ensino presencial.

Fonte: Os Autores.

2. Disponível em: <https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vtcastelofiocruz/index.html>. Acesso em fevereiro de 2022.

3. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/mate-a-saudade-dos-museus-do-butantan-com-o-tour-virtual>. Acesso em fevereiro de 2022.

4.1 Questionamento

Para o início da atividade investigativa por meio da pesquisa em sala de aula, introduzimos e contextualizamos os estudos envolvendo as temáticas sobre vírus, viroses e vacinas. Este momento aconteceu no modelo híbrido de ensino e de forma simultânea, no qual havia um grupo de estudantes no ensino presencial e outro grupo de discentes via Ensino Remoto, conectados por meio do Google Meet®. Com o propósito de envolver os estudantes e instigar o início de perguntas, a professora-pesquisadora deu início à conversa questionando sobre as doenças que os próprios discentes não conheciam. Foi nesse momento, que a turma iniciou suas exposições de ideias e opiniões enriquecendo o debate em sala de aula. A conclusão dos estudantes de que muitas doenças “desaparecem” de circulação devido aos altos índices de vacinação ocorreu de forma satisfatória. Pode-se relacionar a isso, o fato do momento vivenciado pela população, atenção às notícias que enfatizam a importância da vacinação em massa para o controle de casos graves, contra a COVID-19. Entretanto, ressalva-se que tais questionamentos não geraram ideias para que a próxima fase de construção de argumentações fosse iniciada. Dessa forma, a professora-pesquisadora realizou uma atividade coletiva com as turmas do ensino presencial a partir da construção de um quadro informativo sobre cada virose, como sintomas e meios de prevenção. A partir de leituras prévias sobre o assunto realizadas por meio do AVA Google Sala de Aula®, um dos grupos do ensino presencial, chegou à conclusão que parte das viroses citadas ocorrem por meio de surtos, o que era comum em tempos passados. É que tais momentos foram controlados com a administração de vacinas. Foi neste momento, que a professora-pesquisadora deu início aos estudos sobre a vida e obras de médicos e cientistas, reconhecidos pelas suas contribuições à Ciência brasileira e mundial, tais como Oswaldo Cruz e Vital Brazil. Outra constatação que um grupo de estudantes inferiu foi sobre as viroses transmitidas por vetores. Eles relacionaram isso ao surgimento do novo

coronarívus, pois como a maioria de tais doenças foram desencadeadas no meio humano devido a degradação ambiental, uma das teorias defendidas no meio científico, à época, defendia que o vírus tenha surgido devido o consumo alimentício de um morcego. A partir disso, uma das conclusões do grupo, foi de que se os seres humanos não consumissem carne, talvez não haveria a degradação e exploração de florestas que são usadas para realizar o processo de criação de bovinos. Ou seja, com essa ação as doenças que anteriormente ocorriam necessariamente no meio das florestas, não chegariam até as cidades.

Nesse sentido, compreende-se que

“o questionamento é a mola propulsora da pesquisa em sala de aula. No entanto, a partir dele, é preciso movimentar-nos rumo à organização de argumentos que justifiquem novas posições assumidas, novas compreensões atingidas.” (MORAES; GALIAZZI, RAMOS, 2012, p. 17)

A partir dessas percepções, a professora-pesquisadora deu início ao processo de construção de argumentos perante os levantamentos e questionamentos dos estudantes.

4.2 Argumentação

Para a construção de argumentos dos estudantes, a professora-pesquisadora realizou uma visita virtual à FIOCRUZ. A atividade foi realizada via Google Meet®, na qual a docente visitou a instituição juntamente com os estudantes, explicando o funcionamento do site, como locomover-se pelo ambiente e as estruturas do prédio da FIOCRUZ. Ainda, a professora contextualizou a história do Sistema Único de Saúde (SUS), Plano Nacional de Imunização (PNI) e a arquitetura da instituição. Os estudantes ficaram admirados em conhecer que o Brasil é considerado o país com o melhor sistema de imunizações gratuitas e com o melhor e maior sistema de saúde pública gratuita à sua população. Sobre o uso da história da ciência Labarce e Bastos (2011, p.15) tecem que se

essa temática está presente na formação de professores ou com professores em serviço, essa ajuda a

“desenvolver uma epistemologia e uma ciência mais ricas e autênticas, ou seja, uma maior compreensão da estrutura das ciências, bem como o espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.” (Tradução nossa)

Como os estudantes não conheciam a estratégia de visitas virtuais demonstraram muita empolgação ao desbravar o local. No espaço virtual poderiam de forma irrestrita e livre adentrar diferentes salas e ambientes, ler curiosidades nas placas informativas e perceber detalhes. Entendemos que a experiência tenha sido exitosa, no sentido de que os estudantes solicitaram realizar mais vezes este tipo de atividade durante o ano letivo. Os comentários que os discentes realizaram na atividade no AVA Google Sala de Aula[©] transparecem suas realizações por uma atividade em que puderam sair de casa mesmo que no imaginário. Isso converge ao que defende Pinto (2015), em que as visitas virtuais são importantes aliadas nos processos de ensino e de aprendizagem no que tange aos obstáculos de distância, logística, geográficos e limitações de valores e custos.

Após esse momento os estudantes responderam de forma assíncrona questões sobre a FIOCRUZ e sobre seus sentimentos em relação à visita. O retorno em suas respostas era de satisfação e alegria em vivenciar uma atividade diferenciada no espaço da sala de aula. No momento 4, conforme mostrado no quadro 1, os estudantes conheceram de forma virtual o Instituto Butantan, também uma instituição pública ligada aos serviços de saúde e imunizações do Brasil. A aula foi realizada de forma simultânea e a visita ocorreu em formato de vídeo ilustrando o Museu Biológico e o Museu de Microbiologia do instituto. Na atividade assíncrona foram produzidas relações entre as instituições Butantan e FIOCRUZ, idealizações de Emílio Ribas e Vital Brazil, cientistas que contribuíram na fundação do Instituto Butantan. Além disso, como atividade complementar, foi disponibilizado aos estudantes via Google Sala de

Aula[©], materiais de leitura sobre o SUS e o PNI, como formas de sistematizar e aprofundar os estudos na construção das suas comunicações sobre as temáticas, pois conforme Ramos (2004, p. 33) destaca “a argumentação é essencialmente comunicação, diálogo, discussão, controvérsia”. Diante do desenvolvimento dessas atividades, partiu-se para a comunicação dos conhecimentos produzidos pelos estudantes.

4.3 Comunicação

A partir da visita virtual almejou-se que os estudantes conhecessem, reconhecessem e compreendessem a contribuição da Ciência brasileira de forma histórica, bem como reconhecessem a importância do SUS e das políticas públicas nacionais. A fim de sintetizar os estudos e aprendizagens, os estudantes realizaram uma atividade de construção de mapas conceituais, o que segundo Moreira (1998, 2006), tem o intuito de oportunizar o entendimento dessas estruturas.

Vale ressaltar, que a construção de um mapa conceitual não tem “[...] significado para os alunos a menos que sejam explicados pelo professor e que os estudantes tenham pelo menos alguma familiaridade com a matéria de ensino” (Moreira, 2006, p. 16). Nessa perspectiva, nosso trabalho alinha-se ao pensamento de Barbosa Marin e Vinholi Júnior (2021, p.379) sobre o uso de mapas conceituais destacando que essa forma de representação demonstra “uma visão integrada dos conteúdos apresentados, segundo a visão cognitiva do construtor”.

Portanto, entendemos que o processo de questionar e argumentar, anteriores ao comunicar que se fez por meio de mapas conceituais, contribuíram na compreensão do assunto pelos estudantes. Os estudantes do 7º ano, participantes da nossa prática de ensino, já conheciam o método de trabalho envolvendo construção de mapas conceituais, por ser uma atividade recorrente a eles na disciplina de História. Portanto, não se fez necessário uma explicação detalhada pela professora-pesquisadora sobre a sua construção.

Para o mapa conceitual, foi solicitado que os estudantes explicitassem relações entre os seguintes elementos: Instituto Butantan, FIOCRUZ, vacinas, SUS e PNI. Alguns estudantes incluíram desenhos de vacinas, do personagem “Zé Gotinha” e/ou das fachadas dos prédios do Butantan e FIOCRUZ para a melhor compreensão do seu mapa. Questões sobre a legislação em saúde brasileira ser considerada a melhor do mundo, vacinação em massa para erradicação de doenças, menções aos cientistas que construíram a história da saúde pública no Brasil e a importância dos institutos foram citados com frequência nos mapas conceituais elaborados pelos estudantes.

A etapa de socialização de suas ideias nos mapas ocorreu com os estudantes no ensino presencial. A comunicação foi satisfatória havendo discussões entre os colegas a fim de complementar as escritas uns dos outros. Assim como reflete Ramos (2004, p. 32):

“pesquisar é cada um participar ativamente da construção do seu conhecimento e da construção do conhecimento daqueles com os quais convivem no mesmo processo educativo, investindo no questionamento sistemático e na busca de novos argumentos, novo conhecimento.”

A partir da comunicação entre os estudantes, ocorrida por meio do diálogo, entendemos que novos questionamentos podem surgir ou ser reconstruídos, mostrando-se como um processo ascendente de aprendizagem (SCHWARTZ, 2004). A prática de ensino que ocorreu por meio da pesquisa em sala de aula converge ao exposto por Schwartz (2004, p. 161) que afirma: “o ensino com pesquisa permite que ocorra uma circulação dos papéis antes fixos entre professor e aluno”. Dessa forma, percebemos por meio do nosso estudo que o tripé questionamento – argumentação – comunicação articulou e envolveu os estudantes em um processo de riqueza na aprendizagem, tornando-o protagonista na construção dos conhecimentos.

5. Considerações finais

A prática de ensino exposta nesse artigo, a qual oportunizou realizar uma atividade investigativa com estudantes e que envolveu as políticas públicas brasileiras em Educação em Saúde por meio da pesquisa em sala de aula, engajou os participantes de forma ativa na construção do conhecimento. A partir de uma metodologia de trabalho envolvendo Ensino Híbrido entendemos que tenham sido alcançados de forma satisfatória os objetivos apresentados na introdução desse artigo.

Observamos que tenha sido notória uma posição de vetores de informações assumidas pelos estudantes, no qual os conhecimentos aprendidos e discutidos em sala de aula foram também comunicados em suas residências, conforme os próprios relatos dos discentes. Entendemos que uma resposta à pergunta de pesquisa “De que forma a Educação em Saúde reflete no aprendizado dos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, na perspectiva do conteúdo de vacinas e a Ciência brasileira?” apresentada na introdução desse artigo tenha sido construída ao longo do processo da prática de ensino vivenciada, visto que por meio do engajamento, comprometimento e qualidade nas produções dos estudantes tenha sido possível observar aspectos inerentes da sua aprendizagem.

Entendemos e destacamos que a estratégia de realizar visitas virtuais foi uma importante aliada nesse contexto pandêmico a qual além de incluir novas tecnologias no contexto educacional, instigou ainda mais a participação de cada discente na discussão dos temas propostos. Percebeu-se, a partir de um uso lúdico da tecnologia e com objetivos da prática docente definidos, que tenha sido oportunizado aos estudantes momentos para mapeamento, construção e reconhecimento das contribuições e funções das instituições públicas e ciência brasileira.

Além disso, observou-se que por meio do processo da pesquisa em sala de aula, a construção e desenvolvimento das argumentações pelos estudantes tenha sido um elemento potencial para a aprendizagem. A utilização de mapas conceituais para a comunicação dos achados da pesquisa pelos

discentes auxiliou na síntese das ideias de cada um, onde fazendo uso de diagramas, desenhos e palavras-chave, a organização dos seus pensamentos e conhecimentos tornaram-se compreendidos de forma satisfatória pelos demais no espaço coletivo. Por fim, a prática de ensino exposta e relatada nesse artigo lança um destaque sobre a importância do debate envolvendo as legislações de um país com os estudantes na Educação Básica, a qual oportuniza momentos de reflexão, visto que assim eles puderam conhecer e reconhecer os direitos e deveres enquanto cidadãos de uma nação.

6. Referências

- BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 47-66.
- BARBOSA MARIN, G. R.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores de aprendizagem sobre sistemas sanguíneos. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, [S. l.], v. 16, n. 2, 2021. DOI: 10.14483/23464712.16055. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/16055>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Ed. Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 16 mai 2021.
- BRASIL. **Lei 8069/1990 – Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm. Acesso em 16 mai 2021.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Básica, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 16 mai 2021.
- BRASIL. **Lei 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em 16 mai 2021.
- CORDEIRO, S. F. N. **Tecnologias Digitais Móveis e Cotidiano Escolar: espaços/tempos de aprender**. 2014. 327 f. Tese (Doutorado) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/17729>. Acesso em 16 out. 2021.
- EICHLER, M. L.; PINO, J. C. D. Museus virtuais de Ciências: uma revisão e indicações técnicas para o projeto de exposições virtuais. **Renote – Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, n.2, p. 3-13, 2007.
- FALKENBERG, M. B.; MENDES, T. P. L.; MORAES, E. P.; SOUZA, E. M. Educação em saúde e educação na saúde: conceitos e implicações para a saúde coletiva. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 19, n. 3, p. 847-852, mar. 2014.
- FIGUEREDO, R. C. **Educação em Saúde na Escola: atuação dos educadores e colaboração do enfermeiro**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5334/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Rog%c3%a9rio%20Carvalho%20de%20Figuere-do%20-%202015.pdf>. Acesso em: 16 Mai 2021.
- LABARCE, E. C.; BASTOS, F. La historia de Carlos Chagas como recurso para la formación de profesores de biología: algunas posibilidades. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 14–24, 2014. DOI: 10.14483/23464712.5094. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5094>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- MARTINS, G. A.; SILVA, D. M. Museu, Educação e o Covid-19: uma abordagem teórica dos acervos digitais em meio ao isolamento social. **Boca: Boletim de Conjuntura**, v. 2, n. 4, p. 55-59, 2020.
- MORAN, J. Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 27-46.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em Sala de Aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em Sala de**

- Aula: tendências para a educação em novos tempos.** 3 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012. p. 11-20.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Cadernos de Aplicação**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 143-156, 1998.
- MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais como Instrumentos Didáticos**, 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/mapas/didaticos.html>. Acesso em 08 out. 2021.
- NASCIMENTO, C. M. P.; SILVA, D. F.; VALENTE, M. E. A. A Divulgação da Astronomia por Museus e Centros de Ciências por Meio da Internet. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC**; 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p1096.pdf>. Acesso em 08 out. 2021.
- PAULA, M. C.; LARA, I. C. M. Museu Interativo: uma possibilidade de alfabetização científica. In: ROCHA FILHO, J. B.; BORGES, R. M. R.; GESSINGER, R. M.; LARA, I. C. M. (Orgs.). **Parcerias entre Escolas e um Museu Interativo: contribuições à cultura e educação científica e tecnológica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014, p. 51-57.
- PINTO, T. A. F. **A Visita de Estudo Virtual como Estratégia Pedagógica: uma experiência no 1.º ciclo do ensino básico**. Dissertação (Mestrado em Curso de Mestrado em Didática das Ciências da Natureza e Matemática) – Instituto Politécnico do Porto, Porto, Portugal, 2015. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/7918>. Acesso em 08 out. 2021.
- PIRES, C. F. F. O Estudante e o Ensino Híbrido. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 81-88.
- RAMOS, M. G. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. Rosário (Orgs.). **Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a educação em novos tempos**. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p. 25-49.
- RIO GRANDE DO SUL. **Orientações à Rede Pública Estadual de Educação do Rio Grande do Sul para o Modelo Híbrido de Ensino**, 2020. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202103/03154054-2021-orientacoes-a-rede-publica-estadual-de-educacao-do-rio-grande-do-sul-para-o-modelo-hibrido-de-ensino.pdf>. Acesso em 16 mai 2021.
- SANTOS, G. V.; FALAVIGNA, G. Uso de Museu Virtual como Recurso Didático para Auxiliar o Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências e Química para Alunos da EJA. In: **COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO – COLBEDUCA; 2018, Braga e Paredes de Coura/Portugal**. Anais... Braga e Paredes de Coura/Portugal, 2018. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/11455>. 2018. Acesso em: 08 out. 2021.
- SCHWARTZ, S. De Objetos a Sujeitos da Relação Pedagógica: a pesquisa na sala de aula. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Orgs.). **Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a educação em novos tempos**. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 159-161.
- SCUISATO, D. A. S. **Mídias na educação: uma proposta de potencialização e dinamização na prática docente com a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem coletiva e colaborativa**, 2016. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2500-8.pdf>. Acesso em 08 out. 2021.
- SILVA, R. A.; CAMARGO, A. L. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 169-190.
- SOARES, C. T. S.; SILVA, A. M. M. Escolha e Controle em um Ambiente Museal: um estudo com professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 117-198, 2013.
- SOUZA, A. C. S.; SOUZA, F. V. **Uso da Plataforma Google Classroom como Ferramenta de Apoio ao Processo de Ensino e Aprendizagem: relato de aplicação no ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Curso de Licenciatura Plena em Ciência da Computação) - Universidade Federal da Paraíba, Mamanguape, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/3315/1/ACSS30112016.pdf>. Acesso em 08 out. 2021.





EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DE CONTENIDO Y EL MODELO DE RAZONAMIENTO Y ACCIÓN PEDAGÓGICA DE UN FUTURO PROFESOR DE QUÍMICA

O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO E O MODELO DE RACIOCÍNIO PEDAGÓGICO E AÇÃO DE UMA LICENCIANDA EM QUÍMICA

THE PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE AND THE MODEL OF PEDAGOGICAL REASONING AND ACTION OF A PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHER

Viviane Arrigo^{✉*}, Álvaro Lorencini Júnior^{✉**}, Fabiele Cristiane Dias Broietti^{✉***},
Leila Inês Follmann Freire^{✉****}

Cómo citar este artículo: Arrigo, V.; Lorencini Júnior, Á.; Broietti, F. C. D.; Freire, L. I. F. (2023). El conocimiento pedagógico de contenido y el modelo de razonamiento y acción pedagógica de un futuro profesor de química. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 257-273. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19139>

Resumen

El objetivo de este estudio fue investigar el desarrollo del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) de un futuro profesor de Química en relación con el Modelo de Razonamiento y Acción Pedagógica (MRPA). La recolección de datos se hizo a través de grabaciones de audio de las discusiones entre el estudiante y el formador de docentes durante la planificación y desarrollo de las actividades de orientación. El análisis de datos se basó en las teorías de Shulman. Los resultados revelan que en la medida en que fue experimentando situaciones de enseñanza, su PCK fue reestructurándose por un movimiento de contraste entre sus intenciones y lo que sucedía en el aula, a través de los procesos de evaluación y reflexión del razonamiento y acción pedagógica, lo cual posibilitó no sólo el desarrollo de estos conocimientos sino también de los conocimientos básicos de la Licenciatura. Encontramos que la evaluación y reflexión sobre lo planificado y lo ocurrido en el aula, a través de las etapas del modelo de razonamiento y acción pedagógica, contribuyó al desarrollo del conocimiento del contenido pedagógico durante la formación inicial.

Palabras clave: Conocimiento pedagógico del contenido. Modelo de razonamiento y acción pedagógica. Práctica Docente. Química.

Recibido: mayo de 2022; aprobado: noviembre de 2022

* Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Maringá, Brasil. E-mail: viviane_arrigo@hotmail.com.

** Doutorado em Educação. Universidade Estadual de Londrina, Brasil. E-mail: alvarojr@uel.br

*** Doutorado em Educação para a Ciência. Universidade Estadual de Londrina, Brasil. E-mail: fabieledias@uel.br

**** Doutorado em Ensino de Ciências. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil. E-mail: leilaiffreire@gmail.com

Resumo

Objetivou-se neste estudo investigar o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de uma licencianda em Química na relação com o Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA). A coleta de dados ocorreu por meio de gravações em áudio das discussões entre a licencianda e a professora-formadora durante o planejamento e o desenvolvimento de atividades de regência. A análise dos dados se deu com base nas teorias de Shulman. Os resultados revelam que a medida em que ela foi vivenciando situações de ensino, seu PCK foi reestruturado por um movimento de contraste entre as suas pretensões e o que ocorreu em sala de aula, por meio dos processos de avaliação e reflexão do ciclo de raciocínio e ação pedagógica, que possibilitaram não só o desenvolvimento desse conhecimento mas também dos conhecimentos de base da licencianda. Constatamos que a avaliação e a reflexão acerca do que foi planejado e o que ocorreu em sala de aula, mediante as etapas do modelo de raciocínio pedagógico e ação, contribui para o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo durante a formação inicial.

Palavras chave: Conhecimento pedagógico do conteúdo. Modelo de raciocínio pedagógico e ação. Estágio supervisionado. Química.

Abstract

The objective of this study was to investigate the development of Pedagogical Content Knowledge (PCK) of a pre-service Chemistry teacher in relation to the Model of Pedagogical Reasoning and Action (MRPA). Data collection occurred through audio recordings of the discussions between the pre-service teacher and the teacher-trainer during the planning and development of conducting activities. Data analysis was based on the theories of Shulman. Results reveal that as she was experiencing teaching situations, her PCK was restructured by a movement of contrast between her intentions and what happened in the classroom, through the processes of evaluation and reflection of the reasoning and pedagogical action, which enabled not only the development of this knowledge but also the base knowledge of the career. We found that the evaluation and reflection about what was planned and what happened in the classroom, through the stages of the pedagogical reasoning and action model, contributes to the development of Pedagogical Content Knowledge during initial training.

Keywords: Pedagogical content knowledge. Model of pedagogical reasoning and action. Supervised internship. Chemistry.

1. Introdução

Nos últimos anos, pesquisadores têm se dedicado a estudar os conhecimentos necessários para a docência (Shulman, 1986, 1987; Grossman, 1990; García, 1999), os quais têm se concentrado na formação de professores e nas lacunas que esse processo vem apresentando. Shulman (1986, 1987), por exemplo, propôs uma base de conhecimentos, constituída por sete conhecimentos necessários para o ensino: “conhecimento do Conteúdo; conhecimento pedagógico geral; conhecimento do currículo; conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK, em inglês, Pedagogical Content Knowledge); conhecimento dos alunos e suas características; conhecimento dos contextos educacionais; conhecimento dos fins, propósitos e valores educacionais e suas bases filosóficas e históricas (Shulman, 1987).

Shulman (1986) explica que o PCK vai além do conhecimento do conteúdo específico, chegando à dimensão do conhecimento de como ensinar tornar o conteúdo ensinável. Nesse sentido, o autor discute que o PCK abrange os entendimentos das mais variadas formas de representação dos tópicos de um conteúdo, as analogias, ilustrações, exemplos e explicações, ou seja, as formas de representar e formular o conteúdo que o tornem compreensível para os outros, assim como o conhecimento da compreensão dos estudantes, ou seja, as concepções que alunos de diferentes idades e origens trazem consigo que influenciam na aprendizagem dos conteúdos. O estudo sobre o desenvolvimento do PCK avançou ao longo dos anos, pois desde a proposta inicial de Shulman outros modelos de desenvolvimento desse conhecimento foram apresentados. Em Fernandez (2015) a autora aponta as principais diferenças entre os modelos propostos na intenção de traçar um panorama da corrente teórica de Shulman. Nesta investigação não é uma intenção trabalhar com todos os modelos de PCK, mas sim, investigar o desenvolvimento do PCK de uma licencianda em Química na relação com o Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA). Para tal, utilizamos como embasamento teórico a proposta inicial de

Shulman (1986, 1987) sobre o PCK e o modelo do MRPA.

No Brasil há diversas pesquisas publicadas a respeito do desenvolvimento do PCK de professores de Química em diferentes contextos formativos, como na formação inicial de professores durante as atividades de Estágio Supervisionado (Crispim & Sá, 2019; Levandoski et al., 2018; Girotto Jr., Paula & Matazo, 2019; Goes, Nogueira & Fernandez, 2018), na iniciação dos alunos à docência durante as atividades do PIBID (Sá & Garritz, 2014) e com professores em formação continuada (Goes et al., 2013; Montenegro & Fernandez, 2015), além de uma pesquisa a respeito da influência do professor-formador na construção do PCK de licenciandos em Química (Freire & Fernandez, 2014). De maneira geral essas pesquisas apontam que há pouca mobilização dos conhecimentos de base durante o desenvolvimento das atividades de estágio, que acabam contribuindo timidamente para o desenvolvimento do PCK dos professores.

Nesta investigação voltamos nossos olhares para o desenvolvimento do PCK de uma licencianda em Química no contexto do Estágio Supervisionado. Portanto, o objetivo deste artigo reside em investigar o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de uma licencianda em Química na relação com o modelo de raciocínio pedagógico e ação (MRPA).

2. O Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA)

O Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação está representado na Figura 1.

O ponto de partida desse ciclo é o processo de compreensão, em que o professor inicia o planejamento de um novo tópico com base no seu conhecimento a respeito do conteúdo específico e de algumas estratégias instrucionais, que durante o processo de transformação são pensadas de forma mais detalhada. Segundo Shulman (1987), é necessário ao professor compreender criticamente a estrutura do conteúdo que será ensinado e, se possível, de

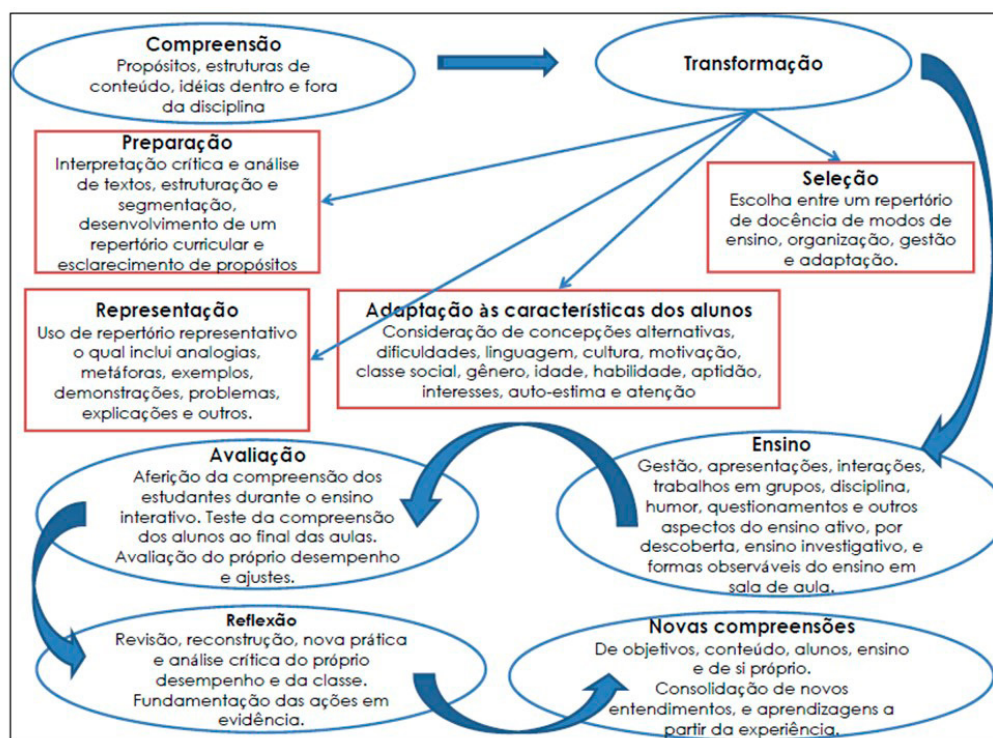


Figura 1. Modelo De Raciocínio Pedagógico e Ação proposto por Shulman (1987) e adaptado por Salazar (2005).

Fonte: Salazar (2005, p. 7, traduzido).

diferentes maneiras, por meio do entendimento das relações existentes entre os conteúdos de uma mesma área, assim como os propósitos de ensino para tornar o conteúdo compreensível aos estudantes (Marcon, Graça & Nascimento, 2011). Nesse processo também são levados em consideração suas intenções educativas e os objetivos de ensino, bem como as características dos alunos, da escola, entre outros aspectos do contexto escolar (Shulman, 1987; Salazar, 2005).

No processo de transformação, a tarefa do professor é transformar as ideias anteriormente pensadas para serem ensinadas, o que se dá pela combinação dos seguintes subprocessos: preparação, representação, seleção e adaptação às características dos alunos. A preparação implica na interpretação e análise crítica dos materiais (textos, livros didáticos, materiais laboratoriais, etc.) a serem utilizados; a representação refere-se à utilização de um repertório representacional para explanar o conteúdo, seja por meio de analogias, metáforas, exemplos, demonstrações,

explicações, etc. (Shulman, 1987). Entendemos que o subprocesso de representação requer do professor o domínio das linguagens utilizadas em sua disciplina, como no caso da Química, o conhecimento das fórmulas, estruturas representacionais, símbolos, modelos, etc.

No subprocesso de seleção são escolhidas as estratégias de ensino, as formas de gestão e o modelo de ensino a ser empregado durante a explanação do conteúdo. Vale destacar que essa etapa implica não só a utilização de métodos tradicionais de ensino, mas a exploração de estratégias alternativas, organização e gestão do conteúdo que oportunizem a construção individual e coletiva de novos conhecimentos pelos alunos, gerando um envolvimento com o processo de aprendizagem (Shulman, 1987). Na fase de adaptação, preconiza-se a adaptação das formas de representação do conteúdo, tanto no que diz respeito às aptidões, habilidades, dificuldades e concepções dos alunos, quanto às suas características sociais e culturais (Shulman, 1987).

Marcon, Graça & Nascimento (2011) entendem que este processo abrange todas as modificações possíveis de serem implementadas na prática pedagógica para tornar o assunto acessível aos alunos, independentemente dos seus conhecimentos e experiências prévias.

Todas essas formas de transformação são colocadas em prática durante o processo de ensino ou instrução, no qual o professor aciona e desenvolve todos os conhecimentos da base que foram mobilizados durante o planejamento (Shulman, 1987). Assim, as conexões estabelecidas entre o conhecimento pedagógico, de conteúdo e de contexto permitem a transformação dos conhecimentos de base em PCK, ou seja, da transformação do conteúdo em conhecimento a ser ensinado (Shulman, 1986; Grossman, 1990). É essa fase que revela aspectos cruciais da prática do professor, como a gestão do contexto de ensino e aprendizagem, a utilização de apresentações e demonstrações do conteúdo, o acompanhamento e as interações com os alunos de forma individual e coletiva, a gestão das atividades, trabalhos em grupo, a estratégia/método de ensino empregado, entre outros (Shulman, 1987; Marcon, Graça & Nascimento, 2011).

Na etapa de avaliação, Shulman (1987) explica que são postos em análise tanto o desempenho dos alunos quanto as ações do professor, a partir da interação com eles. Essa análise implica refletir a respeito do alcance ou não dos objetivos de ensino estabelecidos durante o planejamento, que ocorre durante e após o ensino, ou seja, o processo de reflexão permite ao professor analisar o seu planejamento e a sua ação com base no que foi experienciado em sala de aula. Marcon, Graça & Nascimento (2011) destacam que o objetivo da avaliação no raciocínio e ação pedagógica é oferecer ao professor um feedback da sua atuação docente e da sua capacidade de transformar seus próprios conhecimentos (relacionados ao conteúdo) em conhecimentos ensináveis aos alunos. Esse feedback só ocorre se o professor refletir e interpretar criticamente a sua ação pedagógica, por isso, o processo de reflexão é o movimento que lhe possibilita construir novas

compreensões acerca da sua ação, ou seja, é um novo começo do ciclo de raciocínio pedagógico e ação (Shulman, 1987; Salazar, 2005).

Shulman (1987) explicita que as etapas do ciclo não ocorrem automaticamente e não necessariamente de forma sequencial, como se o início de uma dependesse do término da outra. Trata-se de um modelo dinâmico que depende de variáveis como os objetivos, as estratégias de ensino, as características dos alunos e do contexto, assim como o próprio conteúdo. Por isso a fase de reflexão se torna tão importante, pois possibilita ao professor analisar os resultados da sua ação docente com base em seus propósitos de ensino. Esse pensar reflexivo é discutido por Schön (2000) como uma atividade cognitiva consciente do sujeito, em que o professor reage a situações de indeterminação prática, algo que não está de acordo com o seu sistema de referências, com o que ele havia planejado. Então, por meio de um diálogo reflexivo consigo mesmo, ele busca solucionar tais situações e, portanto, gera e constrói conhecimento novo. É por meio da reflexão que os novos conhecimentos construídos são enviados para a base de conhecimentos, ampliando tanto o PCK quanto os conhecimentos de base do professor (Marcon, Graça & Nascimento, 2011).

Nesse viés, Marcon, Graça & Nascimento (2011) estabelecem uma possível relação entre a base de conhecimentos, o processo de raciocínio e ação pedagógica e as intervenções pedagógicas. Para compreender tais relações elaboramos a Figura 2. Verifica-se na Figura 2 que as quatro primeiras tarefas de construção do PCK ocorrem em um período que antecede a ação pedagógica, denominado “reflexão para a ação” (Marcon, Graça & Nascimento, 2011). Trata-se de uma fase de diagnóstico e sondagem em que o professor explora o contexto onde a aula será realizada por meio de um exercício de pré-visão, extraindo informações que sejam úteis para o planejamento da sua intervenção. É durante essa fase que o professor recebe as informações das reflexões para subsidiar o estabelecimento dos objetivos e de estratégias de ensino que atendam às demandas dos alunos.

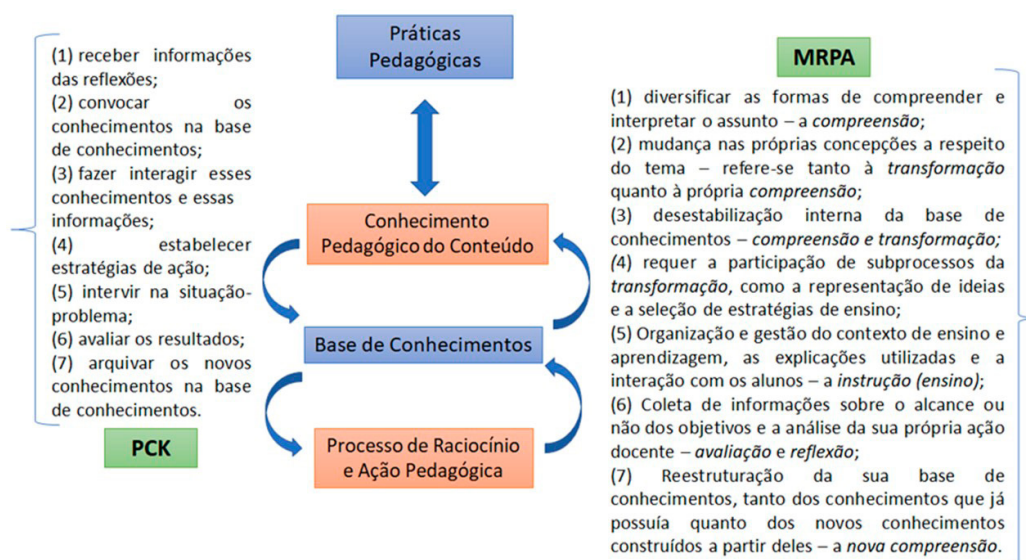


Figura 2. Esquema representativo das relações entre o raciocínio e ação pedagógica e o PCK.

Fonte: Elaborado com base em Marcon, Graça & Nascimento (2011).

Para isso, é necessário ao professor convocar os seus conhecimentos de base e confrontá-los com as informações anteriormente recebidas, transformando o conteúdo em conhecimento ensinável aos alunos, com base no contexto em que estão inseridos (Shulman, 1987; Marcon, Graça & Nascimento, 2011). Essas tarefas contemplam a fase de compreensão e transformação do ciclo de raciocínio pedagógico e ação, em que o professor reúne seus conhecimentos de base sobre o conteúdo, as estratégias de ensino e o contexto e planeja a sua intervenção.

A tarefa número cinco implica a ação propriamente dita, na intervenção do professor em sala de aula. É também a etapa de ensino do ciclo de raciocínio pedagógico e ação, momento em que o professor coloca em prática o seu planejamento na tentativa de alcançar os objetivos de ensino estabelecidos anteriormente. Uma vez que as ações planejadas podem ou não ocorrer da forma como delineadas o professor tem a possibilidade de intervir ou não na situação-problema, por meio do processo denominado de reflexão-na-ação (Shulman, 1987; Marcon, Graça & Nascimento, 2011). Nesta, o professor reage a uma situação de indeterminação prática e tenta solucioná-la por meio de um diálogo reflexivo consigo mesmo, em que a

improvisação exerce um papel importante, uma vez que o professor tem que ter a capacidade de variar, combinar e recombina, durante a ação, um conjunto de elementos oriundos da situação (Schön, 2000). Esse movimento do professor é explicitado pela sexta e sétima tarefa de construção do PCK, que se referem às etapas de avaliação, reflexão e construção de novas compreensões do ciclo de raciocínio e ação pedagógica. Portanto, é por meio da reflexão-na-ação que o professor avalia o seu planejamento com base nos resultados da sua prática pedagógica e tem a possibilidade de reestruturar sua base de conhecimentos, seja reconstruindo aqueles conhecimentos que a integravam anteriormente, seja construindo novos a partir daqueles, tudo isso com base nas situações de indeterminação da prática. Essas novas compreensões, por sua vez, são arquivadas na base de conhecimentos para serem posteriormente acionadas em outras situações de ensino. Logo, tanto a base quanto o PCK são reconstruídos constantemente por meio de reflexões acerca das práticas pedagógicas, ficando disponíveis ao futuro professor para serem requisitados e mobilizados em outras situações práticas de ensino (Shulman, 1987; Marcon, Graça & Nascimento, 2011).

3. Metodologia de pesquisa

A presente investigação ocorreu durante a realização de atividades de estágio na disciplina intitulada Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado IV, do curso de Licenciatura em Química uma universidade pública do estado do Paraná. A referida disciplina compreende o momento em que os estudantes realizam o Estágio de Regência, ou seja, quando eles têm a oportunidade de desenvolver atividades de ensino na Educação Básica em escolas da região, orientadas e elaboradas em parceria com o(a) professor(a)-formador(a) da Instituição de Ensino Superior (IES) e o(a) professor(a)-supervisor(a) da escola. Trata-se de uma disciplina anual da 4ª série do curso, que se cumpre com atividades realizadas tanto na universidade quanto nas escolas campo de estágio, com duração de 144 horas.

Neste Estágio de Regência são elaboradas e desenvolvidas aulas experimentais (propostas na forma de atividade experimental - AE, embasadas nos princípios da experimentação investigativa¹) e aulas teóricas (que resultam em uma Sequência Didática - SD - apoiada na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos - 3MP²), que proporcionam o contato do estagiário com a escola e seus profissionais, de modo a promover a articulação entre teoria e prática, integrar a universidade e a escola e desenvolver pesquisas relacionadas ao Ensino de Química com alunos do Ensino Médio (Broietti & Stanzani, 2016). Na rotina da disciplina constam encontros quinzenais de orientação ocorridos na universidade entre cada estagiário e o(a) professor(a) formador(a) do curso.

1. Estratégia de ensino para promover elaborações conceituais por parte dos alunos por meio da investigação fenomenológica e a formulação de hipóteses acerca de um fenômeno que se busca compreender. Para mais informações consultar: SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. GEPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química. São Paulo: Secretaria da Educação, 2013.

2. Abordagem temática que está organizada em três etapas: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC), que tem suas bases teóricas no pensamento Freireano a respeito da importância do diálogo entre o educador e o educando, aspecto fundamental para a problematização de situações reais para os alunos. Para mais informações consultar: DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

O processo de coleta de dados ocorreu durante todo o período de duração da disciplina (1 ano), no entanto, os dados aqui analisados compreendem apenas uma parte do que foi coletado, em específico os encontros de orientação com uma licencianda durante o planejamento e o desenvolvimento de uma AE (02 horas/aulas) e de uma SD (04 horas/aulas) sobre o conteúdo de Soluções. Estes encontros foram gravados em áudio e posteriormente transcritos. Na transcrição a professora-formadora também foi denominada de pesquisadora-formadora por se tratar de uma das autoras deste manuscrito, já a licencianda foi denominada de Mary Jane para preservar a sua identidade.

3.1. Análise de dados

Após a transcrição das gravações os materiais textuais foram submetidos a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes & Galiuzzi (2011). Dois conjuntos de dados foram analisados: 1-discussões ocorridas entre Mary Jane e a professora-formadora durante o preparo das atividades; 2-discussões pós, ocorridas entre ambas após as aulas serem ministradas na escola. Ambos foram submetidos as etapas da ATD, a saber: a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização (na qual identificamos unidades de análise em cada conjunto de dados); o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização (que foi construída de forma emergente a partir das unidades de análise identificadas); e, o captar o novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada, apoiando-nos na literatura supracitada que fundamenta esta pesquisa (Moraes & Galiuzzi, 2011).

No processo de unitarização os materiais textuais foram lidos e relidos de forma exaustiva. Do primeiro conjunto extraímos ideias da licencianda a respeito do conteúdo químico e de procedimentos de ensino, que se desdobraram em ideias sobre as relações conceituais do conteúdo de Soluções, a experimentação investigativa e a abordagem dos 3MP, que já nos apresentam indícios da mobilização do seu PCK. Do segundo conjunto emergiram

ideias relacionadas à aprendizagem e à participação dos alunos, acerca da sua própria prática, do seu planejamento, da interação professor-aluno e a respeito da mediação do conteúdo.

Na categorização, realizada pelo método indutivo, estabelecemos para o primeiro conjunto de dados cinco categorias referentes ao conhecimento do conteúdo - C1(CC), C2(CC), ... e C5(CC) - e duas categorias referentes ao conhecimento pedagógico do conteúdo - C1(PCK) e C2(PCK). Das categorias originadas do PCK ainda emergiram subcategorias. Já o segundo conjunto de dados originou cinco categorias, codificadas como: C1(PCKD), C2(PCKD), ... e C5(PCKD), que representam o conhecimento pedagógico do conteúdo desenvolvido. São elas:

Aprendizagem, Participação, Planejamento, Interação professor-aluno e Mediação Pedagógica do Conteúdo. Na última etapa, o captar o emergente, expressa as compreensões atingidas durante todo o processo de análise. Foi nessa etapa que submetemos nossos resultados à prova à luz das teorias de Shulman (1986, 1987) sobre o desenvolvimento do PCK na relação com o MRPA.

4. Resultados

4.1 Primeira etapa da análise – o planejamento

A análise do primeiro conjunto de dados originou o Quadro 1.

Quadro 1. Categorização das falas de Mary Jane no decurso das orientações

CONHECIMENTO DO CONTEÚDO			R. P. e Ação
Categorias/ Subcategorias	Excertos de falas		
C1(CC)- Conceitos químicos a serem ensinados	"[...] cálculo de concentração e a classificação em saturada, insaturada..." (1_CQ)	COMPREENSÃO	
C2(CC)- Conteúdo da SD	"[...] fazer a SD com esse tipo de problema para trabalhar a concentração, os cálculos de concentração" (2_CQ)		
C3(CC)- Conteúdo da AE	"[...] dá na experimental dá para trabalhar o básico, soluto, solvente..." (3_CQ)		
C4(CC)- Outros conceitos químicos	"Eu também fiquei em dúvida em uma coisa, a solubilidade também entraria aqui não entraria?" (4_CQ)		
C5(CC)- Relação entre os conceitos químicos	"[...] se for ver tudo que tem para trabalhar em soluções, tem o conceito de densidade, de solubilidade, muita coisa". (4_CQ)		
CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (PCK)			TRANSFORMAÇÃO
C1 (PCK)- Organização da Atividade Experimental com caráter investigativo	C1.1(PCK)- Construindo a situação-problema	"Mas não pode ser aquela da pessoa não afundar no Mar Morto?"; "Mas aí tem a ver com a densidade também". (1_AE)	
	C1.2(PCK)- Estabelecendo os objetivos	"[...] não preciso colocar nada referente a densidade né, porque não é o objetivo". (2_AE)	
	C1.3(PCK)- Organizando as etapas do experimento	"Então, aí a solução fica saturada, aí tem que colocar mais sal e ele não vai dissolver de novo"; "Então, se a gente for pensar, a partir daí dava para trabalhar com a rolha, né" (3_AE)	
	C1.4(PCK)- Elaborando as questões pós-laboratório	"[...] eu vou pedir na primeira para definir soluto e solvente"; "[...] como vamos jogar a densidade na discussão?" (4_AE)	
C2(PCK)- Organização das aulas com base nos 3MP	C2.1(PCK)- Pensando no 1ºMP	"[...]Em um tinha 4%, no outro 4g/L e no outro 4mol/L. Eu achei bem legal e pensei na possibilidade de a gente trabalhar isso". (1_SD); "[...] aí eu fiquei pensando se eles não iam ficar um pouco confusos. Por isso eu coloquei justamente o 2,25..." (2_SD)	
	C2.2(PCK)- Pensando no 2ºMP	"Então vou usar esse exemplo para explicar m/m e a água oxigenada para explicar v/v..." (3_SD); "[...] eu não sei se eu apresento para eles aquelas fórmulas também que tem para calcular a concentração, para eles irem jogando direto..." (4_SD)	
	C2.3(PCK)- Pensando no 3ºMP	"[...] é porque peguei produtos que eles consomem, vinagre, coca-cola para ver a concentração de açúcar, até cerveja para ver a concentração de álcool". (5_SD); "Aí pensei em dividir em 5 grupos, mas só um teria produto em quantidade de matéria porque só vai ter o bicarbonato". (6_SD)	

Fonte: Adaptado de Arrigo (2021, p. 160).

Na análise das falas da licencianda sobre o conteúdo verificamos que ela se preocupou em organizar o conteúdo a ser trabalhado, tanto no que diz respeito à maneira, quanto ao momento da aula em que os conceitos seriam abordados. Nas falas 1_CQ, 2_CQ, 3_CQ e 4_CQ podemos verificar alguns dos seus apontamentos. Shulman (1986) nos fala que o conhecimento do conteúdo se revela pela quantidade e organização de conhecimento específico na mente do professor. Essa definição é interpretada por Grossman (1990) como sendo o conhecimento dos principais conceitos dentro de uma área de conhecimento, neste caso a Química, e às relações entre eles. Em nosso entendimento, Mary Jane demonstrou conhecer o conteúdo de Soluções e as relações existentes entre cada tópico do assunto, o que possibilitou a organização do conteúdo da AE e da SD.

Aqui podemos identificar indícios da mobilização do seu PCK, que por meio do processo de compreensão do ciclo de raciocínio pedagógico, revela-se pela reflexão crítica acerca da estrutura do conteúdo específico para posteriormente organizá-lo com base nas estratégias de ensino adotadas (Shulman, 1987). É nessa etapa que o professor inicia o planejamento de um novo conteúdo com base no seu conhecimento específico e no conhecimento de algumas estratégias instrucionais (Salazar, 2005).

A seguir, durante o planejamento da AE percebemos que a licencianda e a professora-formadora discutiram cada etapa do roteiro experimental, elaborando-as com base no conteúdo delimitado na fase de compreensão. Elas pensaram na situação-problema, nas etapas do experimento, nas questões-pós-laboratório e nos objetivos com base nos conceitos que ela pretendia que os alunos construíssem, a definição de soluto, solvente e solução e a classificação das soluções em saturada, insaturada e saturada com corpo de fundo. Podemos ver alguns dos seus apontamentos nas falas 1_AE e 2_AE. Identificamos um aprofundamento da licencianda na compreensão do conteúdo, resultando na fase de transformação do ciclo de raciocínio pedagógico e ação, em que ela passa a pensar de forma mais detalhada na

organização do conteúdo em cada parte constituinte do roteiro investigativo para transformá-lo em conteúdo ensinável (Shulman, 1987; Salazar, 2005). É esse movimento que nos permite identificar, claramente, a integração entre o conteúdo químico e a estratégia de ensino, o que nos leva a compreender que a mobilização do seu PCK no planejamento da AE tem como ponto de partida o conhecimento do conteúdo (Shulman, 1986).

É a partir daí que elas organizam as etapas do experimento, como vemos na fala 3_AE, ficando ainda mais clara a etapa de transformação do ciclo de raciocínio e ação pedagógica, pois ela verticaliza e detalha ainda mais a organização do conteúdo, levando em consideração os objetivos e a situação-problema delimitados (Shulman, 1987; Salazar, 2005). Tais discussões as encaminham à elaboração das questões pós-laboratório, retratada no turno de falas 4_AE. Com base no modelo de Grossman (1990), o PCK é colocado como um conhecimento central entre o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento do tema e o conhecimento do contexto, subordinado ao conhecimento dos propósitos (conhecimentos e crenças) acerca do ensino de um conteúdo, da compreensão e concepções dos estudantes, do currículo e das estratégias instrucionais e representações do conteúdo.

Portanto, começamos a perceber que durante o planejamento da AE, a mobilização do PCK de Mary Jane ocorreu tendo o conhecimento do conteúdo como ponto de partida, atrelado aos seus propósitos de ensino e ao conhecimento das estratégias instrucionais e representações do conteúdo, ideias que ficaram mais claras nas discussões acerca da elaboração da situação-problema, dos objetivos e das etapas do experimento. Já o conhecimento pedagógico geral e do contexto estão pouco evidentes em suas falas, talvez pela importância dada ao conteúdo em si. Outro ponto importante, é que nessa fase de planejamento da AE, a licencianda não apresentou ideias sobre a compreensão e concepções dos estudantes, um dos componentes do PCK apresentados tanto por Shulman (1986) quanto por Grossman (1990).

Constatamos que nessa fase do planejamento a transformação dos conhecimentos de base da licencianda em PCK sustenta-se pelo conhecimento do conteúdo e se revela pela sua organização e integração à estratégia instrucional adotada, levando em consideração seus objetivos de ensino e as aprendizagens pretendidas por parte dos alunos (Shulman, 1987). Com relação aos subprocessos da fase de transformação, podemos verificar que na fala 3_AE o momento em que Mary Jane pensa nas etapas do experimento a partir do conteúdo e dos materiais a serem utilizados, o sal como soluto para o preparo de soluções e a rolha de silicone para representar a alteração da densidade da solução pela adição de sal, compreendendo o subprocesso de preparação (Shulman, 1987; Salazar, 2005).

Já a fala 1_AE exemplifica o subprocesso de representação, em que a licencianda elabora a situação-problema por meio de uma relação entre o Mar Morto e o conteúdo de Soluções, justamente na intenção de que os alunos prepararem soluções e verifiquem a influência da quantidade de sal em cada uma delas a partir das características do Mar Morto. Com relação ao subprocesso de seleção, entendemos que a fala 1_AE também pode representá-lo, uma vez que evidencia a estratégia de ensino adotada, a experimentação investigativa. Já as falas 2_AE e 4_AE podem estar relacionadas aos três subprocessos, preparação, representação e seleção, pois representam a elaboração dos objetivos de ensino da licencianda, revelando seus propósitos com a organização do conteúdo, a sua adequação à estratégia de ensino, a seleção dos materiais laboratoriais, a organização e a gestão do experimento. Por fim, a fase de adaptação ficou pouco evidente nas falas da licencianda, reforçando nossa percepção de que o conhecimento pedagógico geral e o de contexto não foram mobilizados por Mary Jane nessa fase do planejamento (Shulman, 1987; Salazar, 2005).

Na análise do planejamento da Sequência Didática, assim como no planejamento da AE, percebemos que Mary Jane e a professora-formadora pensaram em cada momento pedagógico (1ºMP, 2ºMP e 3ºMP)

também com base no conteúdo delimitado na fase de compreensão. Na fala 1_SD já percebemos a mobilização do seu PCK no sentido de transformar o conteúdo específico em conteúdo ensinável por meio de uma problematização, compreendendo a fase de transformação do ciclo de raciocínio pedagógico e ação (Shulman, 1987; Salazar, 2005). Além disso, percebemos que Mary Jane se apresenta mais pró-ativa que na elaboração da AE, provavelmente por já ter ministrado as aulas experimentais. Isso nos revela alguns indícios do desenvolvimento do seu PCK, como nos fala Shulman (1986).

Já na fala 2_SD se observa que Mary Jane, ao elaborar o problema, atentou para o volume dos frascos de soro fisiológico e refletiu sobre as possíveis interpretações e questionamentos que pudessem ser realizados pelos alunos no decorrer da aula. Tais reflexões da licencianda mostram que o seu PCK durante o planejamento da SD revela-se tanto pelas discussões acerca da organização do conteúdo com base nos 3MP, quanto pela preocupação com as concepções e compreensões dos estudantes, elementos do PCK apontados por Shulman (1986) e Grossman (1990). Nessa toada a discussão da situação-problema é que dá suporte para a licencianda pensar sobre o Segundo Momento Pedagógico, retratado nas falas 3_SD e 4_SD.

Em ambos os turnos de falas o PCK de Mary Jane continua se revelando sustentado pelo conhecimento do conteúdo, porém, baseado no contexto quando ela busca produtos do cotidiano dos alunos para abordá-lo. Além disso, quando ela pensa sobre a utilização de regra de três simples ao invés do emprego de fórmulas matemáticas verificamos claramente que seus propósitos de ensino se amparam em um modelo de construção de conhecimentos. Fica evidente que, aqui, seus propósitos de ensino se revelam pela relação entre o conhecimento do conteúdo e conhecimento do contexto, sendo esse segundo referente ao conhecimento dos alunos, das comunidades e culturas (Shulman, 1987; Grossman, 1990).

Tais relações nos aproximam do modelo de Grossman (1990), que posiciona o PCK como um

conhecimento central entre o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento do tema e do contexto e também aparecem na elaboração da atividade do 3º MP, como vemos nos turnos de falas 5_SD e 6_SD. Verifica-se na fala 5_SD que, assim como no preparo do 2ºMP, ela mobiliza o conhecimento de contexto durante a escolha dos produtos que serão utilizados na realização da atividade, evidenciando a relação entre o conhecimento do conteúdo e o de contexto (Shulman, 1986; Grossman, 1990). Já na fala 6_SD verificamos a preocupação de Mary Jane com a gestão da turma, que se revela pela mobilização do conhecimento pedagógico geral, referindo-se a princípios, estratégias e habilidades gerais relacionadas ao ensino (Shulman, 1987; Grossman, 1990). Assim, constatamos que a transformação dos conhecimentos de base da licencianda em PCK, nessa fase do planejamento, compreendeu os subprocessos de preparação, representação, seleção e adaptação do ciclo de raciocínio pedagógico e ação (Shulman, 1987). A fase de preparação pode ser exemplificada pela fala 3_SD em que ela analisa a relação de alguns produtos do dia-a-dia com o conteúdo a ser explanado; a fase de representação fica evidente na fala 4_SD, em que ela pensa sobre a forma de explanar o conteúdo por meio de uma análise crítica do emprego de regra de três simples em detrimento de fórmulas matemáticas.

A fase de seleção pode ser exemplificada pelas falas 1_SD e 2_SD, em que Mary Jane se apropria da abordagem de ensino utilizada, os 3MP, ao passo que ela inicia seu planejamento pela elaboração da problematização inicial, que é o ponto de partida para organizar o conteúdo dentro dessa abordagem; por fim, a fase de adaptação fica evidente nas falas 5_SD e 6_SD, em que ela organiza o 3ºMP levando em consideração tanto a quantidade de alunos na turma quanto o contexto dos mesmos, escolhendo produtos por eles conhecidos para compor a atividade.

Compreendemos que nessa fase do planejamento Mary Jane integrou o conhecimento específico à abordagem de ensino empregada, ao passo que a mobilização de conhecimentos acerca do contexto,

dos alunos, do currículo, da disciplina, etc., aconteceu à medida em que ela foi refinando suas intenções e propósitos de ensino. Logo, essa etapa da análise nos possibilitou identificar e caracterizar os conhecimentos desenvolvidos por Mary Jane durante o preparo das atividades de estágio, o que de acordo com as nossas interpretações foram revelados na forma de categorias pertencentes ao conhecimento do conteúdo e ao conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986; Grossman, 1990).

4.2 Segunda etapa da análise – as discussões pós

A análise do segundo conjunto de dados originou o Quadro 2.

Na categoria Aprendizagem Mary Jane apresentou compreensões sobre facilidades e dificuldades dos alunos. Compreendemos que os conjuntos de falas 1_A e 2_A revelam o desenvolvimento do PCK da licencianda por meio de um processo de verificação das compreensões dos alunos, um dos componentes do PCK segundo o modelo de Shulman (1986). Trata-se, portanto, da construção de entendimentos acerca das ações dos alunos em relação à atividade proposta e aos encaminhamentos didáticos por ela adotados, que implicam também na construção de conhecimento do contexto, que segundo Grossman (1990) é uma esfera do conhecimento dos professores que inclui o conhecimento dos alunos. Assim, compreendemos que os conjuntos de falas 1_A e 2_A revelam o desenvolvimento do PCK da licencianda durante a fase de avaliação do ciclo de raciocínio pedagógico e ação de que nos fala Shulman (1987), em que ela faz uma verificação das compreensões dos alunos, ressaltando que apesar de eles terem conseguido solucionar o problema inicial, demonstraram dificuldades para relacionar as unidades de concentração.

Nas falas 3_A e 4_A verificamos um aprofundamento nas percepções da licencianda acerca das compreensões dos alunos. Durante a fase de planejamento a licencianda já havia feito apontamentos sobre o uso de fórmulas para a realização dos cálculos, no turno de falas 4_SD. Parece-nos que além de

Quadro 2. Categorização das falas de Mary Jane após a realização das atividades

PCK DESENVOLVIDO			
	Categorias/ Subcategorias	Excertos de falas	R. P. e Ação
C1(PCKD)- Aprendizagem	C1.1(PCKD)- Habilidades para resolver o problema inicial	<i>"Ela falou que esse por cento era alguma coisa de 100, mas não falavam mL, eles falavam que esse 0,9g estava em alguma coisa de 100". (1_A)</i>	AVA- LIAÇÃO
	C1.2(PCKD)- Dificuldades para relacionar as unidades	<i>"[...] na discussão eles são muito bons, mas na hora dos cálculos eu observei agora que eles fazem tudo sem unidade, tipo 80 para 1000, daí eles não sabem o que é". (2_A)</i>	AVA- LIAÇÃO
	C1.3(PCKD)- Necessidade de ter uma fórmula para realizar os cálculos	<i>"[...] eles estão muito acostumados com fórmula, a menina perguntou para mim: Qual é a fórmula que eu posso usar aqui?". (3_A)</i>	RE- FLEXÃO
	C1.4(PCKD)- Aprendizagem esperada do conteúdo	<i>"[...] se eles saírem dali, mesmo com dúvidas nos cálculos e nas conversões, mas se conseguirem pegar e interpretar um rótulo, isso já é muito válido". (4_A)</i>	NOVAS COM- PRENSÕES
C2(PCKD)- Participação	C2.1(PCKD)- Resolução do problema inicial da SD	<i>"[...] eles são muito bons, né. Eles discutem, expõem as ideias mesmo que seja coisa errada"; "E você viu que eles bateram no 250mL?". (5_P)</i>	AVA- LIAÇÃO
	C2.2(PCKD)- Resolução das atividades propostas na SD	<i>"Eu já sabia que era uma turma boa, mas eu não imaginava que eles iam discutir e participar desse jeito. É uma coisa nova para eles solucionar problemas, eles não fazem isso e estão se propondo a discutir, encontrar uma solução". (6_P)</i>	RE- FLEXÃO
	C2.3(PCKD)- Realização da atividade experimental	<i>"[...] hoje eles ficaram instigados sim, mas lá manuseando, fazendo o experimento, vendo o que está acontecendo sabe, eu acho que eles ficaram mais motivados". (7_P)</i>	RE- FLEXÃO
	C2.4(PCKD)- Utilização de abordagens com uma problemática	<i>"Então para trabalhar usando a abordagem possibilita que eles interajam, que eles se interessem, participem, a problematização chama a atenção...". (8_P)</i>	NOVAS COM- PRENSÕES
C3(PCKD)- Planejamento	C3.1(PCKD)- Importância de estudar e se planejar	<i>"[...] eu me preparo, eu não vou para a aula sem estudar, eu vou com um roteiro do que eu vou fazer para eu não me perder". (9_PL)</i>	AVA- LIAÇÃO
	C3.2(PCKD)- Contribuições dos 3MP para organizar o conteúdo	<i>"[...] eu acho que essa divisão ela dá um rumo, no primeiro momento eu vou fazer assim, tentar levantar tais ideias, aí no segundo eu vou discutir isso, isso e isso e no terceiro vou aplicar. (10_PL)</i>	RE- FLEXÃO
	C3.3(PCKD)- Contribuições da atividade experimental para organizar o conteúdo	<i>"E por isso que é importante dar uma aula experimental"; "[...] Nós trabalhamos com experimentação para dar uma introdução do conteúdo..." (11_PL)</i>	RE- FLEXÃO
	C3.4(PCKD)- Gestão dos alunos, do conteúdo e das atividades	<i>"Eu acho que essa organização facilita e ajuda muito a conduzir a aula, porque imagina, você pega todo aquele conteúdo e pensa: "Por onde vou começar?" (10_PL); "[...] eu pedi para cada aluno ficar responsável por um exercício, porque daí todo mundo fica fazendo alguma coisa..." (12_PL)</i>	RE- FLEXÃO
C4(PCKD)- Interação professor-aluno	C4.1(PCKD)- Importância da explicação do professor	<i>"[...] Eles precisam da explicação do professor, e é isso mesmo a proposta dos três momentos, não é?! (13_IPA)</i>	RE- FLEXÃO
	C4.2(PCKD)- Importância das ideias dos alunos	<i>"[...] Eles percebem que eu preciso das respostas deles durante a aula". (14_IPA)</i>	RE- FLEXÃO
	C4.3(PCKD)- Necessidade da interação entre os alunos e o professor	<i>"[...] na verdade deveria ser assim sempre, né, não só nesse momento que a gente vai lá e faz uma intervenção diferente...". (14_IPA)</i>	NOVAS COM- PRENSÕES
C5(PCKD)- Mediação pedagógica do conteúdo	C5.1(PCKD)- Explicação e problematização do conteúdo	<i>[...] Se eu tivesse chegado lá e falado assim, a concentração em título é isso, a concentração em quantidade de matéria é isso... eles iam no máximo usar a fórmula, fazer uns cálculos, mas não iam conseguir associar nada...". (15_MPC)</i>	RE- FLEXÃO
	C5.2(PCKD)- Problemática sobre um tema do cotidiano	<i>"[...] uma problemática relacionada a um tema instiga mais eles, eu acho que eles se envolvem mais porque está mais relacionada ao dia a dia deles". (16_MPC)</i>	NOVAS COM- PRENSÕES
	C5.3(PCKD)- Atividades contextualizadas	<i>"Olha, eu acho que em relação a essa aproximação deles com o cotidiano, utilizar uma temática, trabalhar os rótulos, faz toda diferença...". (17_MPC)</i>	RE- FLEXÃO
	C5.4(PCKD)- Aplicação do conhecimento aprendido em situações do dia a dia	<i>"la ficar aquela decoreba, né: "ah eu sei que têm as três soluções, uma é assim, a outra é assim e a outra é assado, mas eu não sei onde isso está presente". Mas assim, até quando eles forem preparar um suco eles vão saber que estão preparando uma solução [...]"; (18_MPC)</i>	NOVAS COM- PRENSÕES

Fonte: Adaptado de Arrigo (2021, p. 161-162).

manter os seus propósitos de ensino externalizados durante o planejamento, ela os valida com base nas ações dos alunos e nas experiências vivenciadas. Neste caso, verificamos que é complexo separar os processos de avaliação, reflexão e construção de novas compreensões deste ciclo, como ressaltado por Shulman (1987). Portanto, entendemos que nas falas 1_A e 2_A ela inicia o processo de avaliação, e nas falas 3_A e 4_A, ela reflete e constrói novos entendimentos sobre o conteúdo, os alunos e a sua prática (Shulman, 1987). Entendemos que tais movimentos ocorrem pela validação do seu planejamento com base nos resultados das suas ações, que levam a ampliação do seu PCK e conseqüentemente dos seus conhecimentos de base (Salazar, 2005).

A segunda categoria, Participação, se refere ao envolvimento dos alunos durante as aulas. Destacamos aqui que Mary Jane ressaltou a discussão sobre o volume dos frascos de soro, que foi um dos pontos por ela levados em consideração durante o planejamento, retratado no turno de falas 2_SD. Neste caso, podemos identificar novamente o processo de validação do seu planejamento a partir das ações dos alunos, que implica na avaliação do ciclo de raciocínio e ação pedagógica (Shulman, 1987). Já nas falas 6_P e 7_P verificamos indícios do processo de reflexão. Percebemos que os processos de avaliação e reflexão do ciclo de raciocínio e ação pedagógica se apresentam bastante atrelados, uma vez que a avaliação da participação dos alunos, retratado no turno 5_P, culmina em reflexões acerca da influência que a atividade de solucionar uma problemática exerceu sobre o envolvimento e o interesse dos alunos, assim como a influência da realização de uma atividade experimental, como retratado nos turnos de falas 6_P e 7_P (Shulman, 1987). Tais reflexões encaminham Mary Jane à construção de novos entendimentos sobre a utilização de uma problemática para abordar conteúdos químicos. Ainda, indicam a construção de novos entendimentos acerca da disciplina, das estratégias de ensino, dos alunos e da sua própria prática, o que ocorre pela validação do seu planejamento e dos seus propósitos de ensino a partir dos resultados da sua ação e da ação dos alunos.

Verificamos a construção de novas compreensões sobre a docência, que implica no desenvolvimento do seu PCK e dos seus conhecimentos de base pelo movimento de retroalimentação, que segundo Marcon, Graça e Nascimento (2011), ocorre entre o PCK e a base de conhecimentos, em que um influencia a ampliação do outro por meio de um diálogo com a própria prática (Shulman, 1987).

Logo, a categoria Planejamento se compõe pelas percepções da licencianda acerca da importância, necessidade e contribuições do ato de planejar. A importância atribuída por Mary Jane ao planejamento corrobora o que foi discutido durante a análise do planejamento, que está sintetizado no Quadro 1, no qual podemos observar que tanto no preparo da AE quanto da SD, ela preconizou a construção detalhada de cada momento das aulas, os exemplos que seriam utilizados na explicação do conteúdo, os objetivos, as aprendizagens pretendidas pelos alunos, as atividades a serem propostas, as estratégias de ensino, a organização da turma e a explanação do conteúdo. tais considerações nos levam a entender a fala 9_PL como a avaliação da sua própria prática por meio da validação das decisões tomadas durante o planejamento, etapa de avaliação do ciclo de raciocínio pedagógico e ação (Shulman, 1987). Tais apontamentos encaminham a licencianda a algumas reflexões, retratadas nas falas 10_PL, 11_PL e 12_PL. Entendemos que essa importância atribuída por Mary Jane ao planejamento está atrelada ao seu reconhecimento das contribuições dos métodos de ensino empregados nas aulas, tanto da AE quanto da SD. Percebemos nas falas 10_PL e 11_PL as reflexões de Mary Jane sobre a gestão do conteúdo e das atividades com base nos métodos de ensino empregados, já na fala 12_PL evidenciam-se suas reflexões sobre a gestão dos alunos durante a realização das atividades. Tais reflexões implicam no processo de reflexão do ciclo de raciocínio e ação pedagógica de Shulman (1987). Tanto a gestão do conteúdo por meio do emprego de estratégias de ensino quanto a gestão dos alunos já haviam sido pontuados por Mary Jane durante o planejamento. Neste caso, fica evidente que o desenvolvimento

do PCK da licencianda ocorre pela validação que ela faz das suas decisões e ações, fundamentando a avaliação do seu planejamento nas contribuições dos métodos de ensino empregados para organizar o conteúdo e na tomada de decisões sobre a gestão do próprio conteúdo, das atividades e dos alunos, alcançando o processo de reflexão do ciclo de raciocínio e ação pedagógica de Shulman (1987).

A categoria Interação professor-aluno diz respeito às contribuições da interação entre os alunos e a licencianda e entre os próprios alunos. Sobre a importância da explicação do professor, Mary Jane apresentou as constatações retratadas nas falas 13_IPA e 14_IPA. Entendemos que tais turnos de falas se referem aos processos de reflexão e construção de novas compreensões do ciclo de raciocínio pedagógico e ação de Shulman (1987), ao passo que ela percebe a influência da interação professor-aluno no encaminhamento das atividades e na discussão do conteúdo. Constatamos que o desenvolvimento do PCK da licencianda se revela pela construção da concepção de que a participação intelectual dos alunos e as intervenções do professor na explanação do conteúdo devem ocorrer, concomitantemente, durante as aulas, conduzindo a um diálogo com vistas à construção de novos conhecimentos pelos alunos. A quinta e última categoria, denominada Mediação Pedagógica do Conteúdo, abrange tanto as constatações da licencianda que englobam as categorias anteriormente apresentadas, como as discussões ocorridas durante a fase de planejamento. Nas falas 15_MPC, 16_MPC, 17_MPC e 18_MPC percebemos claramente os processos de reflexão e construção de novas compreensões de que nos fala Shulman (1987), que revelam a construção de novos entendimentos acerca da docência a partir do que foi vivenciado em sala de aula.

4.3. Síntese do desenvolvimento do PCK de Mary Jane

A Figura 3 apresenta uma síntese do desenvolvimento do PCK da licencianda na relação com as etapas o ciclo de raciocínio pedagógico e ação.

De cima para baixo percebemos a mobilização do conhecimento do conteúdo e o desdobramento de ideias acerca de tal conhecimento, o que ocorreu na fase de compreensão do ciclo de raciocínio pedagógico e ação de Shulman (1987). Nessa fase Mary Jane tomou o conhecimento específico como ponto de partida para pensar nas atividades que seriam realizadas em cada etapa das aulas. Em um segundo momento ela tomou conhecimento das estratégias instrucionais, a experimentação investigativa e a abordagem dos 3MP, aliado a uma reflexão acerca da estrutura do conteúdo como embasamento para organizar os conceitos a serem trabalhados, como nos fala Shulman (1987) e Salazar (2005) sobre a fase de compreensão do ciclo de raciocínio pedagógico e ação. É nesse momento que começamos a identificar indícios da transformação dos conhecimentos da base em PCK, durante o planejamento. Segundo Shulman (1987), na leitura de Marcon, Graça e Nascimento (2011), esse movimento se caracteriza pelo recebimento de informações das reflexões realizadas na fase de compreensão e convocação dos conhecimentos na base de conhecimentos para serem transformados em conhecimentos ensináveis. Então, de acordo com o esquema apresentado na Figura 3, entendemos que o conhecimento do conteúdo alimenta o PCK da licencianda durante a fase de transformação do ciclo de raciocínio e ação pedagógica, em que ocorre desestabilização interna da base de conhecimentos por meio da integração entre o conteúdo e as estratégias/métodos de ensino adotadas, assim como com outros conhecimentos da base, disponíveis no repertório do professor (Shulman, 1987; Marcon, Graça & Nascimento, 2011). No planejamento da AE, percebemos claramente a integração entre o conteúdo a ser trabalhado e o seu desdobramento em cada parte constituinte do roteiro investigativo, evidenciando que a mobilização do seu PCK ocorreu à medida em que elas refletiram e planejaram a situação-problema, os objetivos, as etapas do experimento e as questões pós-laboratório. Logo, constatamos que o PCK da licencianda se revelou, neste caso, pela organização e integração do conteúdo ao método de ensino,

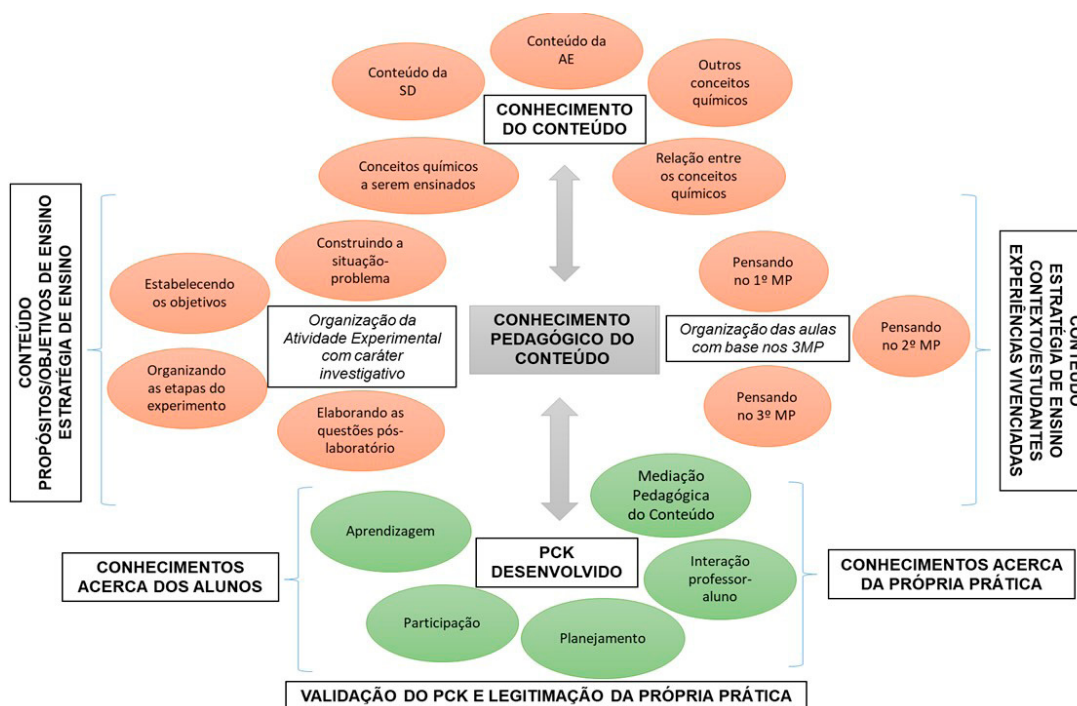


Figura 3. Esquema dos conhecimentos desenvolvidos por Mary Jane antes e após as situações de ensino
Fonte: Extraída de Arrigo (2021, p. 107).

levando em consideração seus propósitos/objetivos e as aprendizagens pretendidas por parte dos alunos, sempre sustentado pelo conhecimento do conteúdo específico (Shulman, 1986; Grossman, 1990).

No planejamento da SD, assim como no preparo da AE, a mobilização do PCK de Mary Jane ocorreu tendo como ponto de partida o conhecimento do conteúdo, o que sustentou a elaboração da problematização inicial e dos outros momentos das aulas. No entanto, nesta fase de transformação, também representada pela categorização das falas presentes no Quadro 1, percebemos que a mobilização do PCK da licencianda revelou o recrutamento de outros conhecimentos da base, como o pedagógico geral e o de contexto, que segundo Grossman (1990) são pilares do conhecimento para o ensino, assim como o PCK. Constatamos, portanto, que conhecimentos acerca do contexto, dos alunos, do currículo, da disciplina, gestão dos alunos e das atividades foram sendo recrutados à medida em que elas foram refinando o planejamento com base na

abordagem dos 3MP e na experiência já vivenciada na realização da AE.

Tais apontamentos nos revelam indícios do desenvolvimento do PCK de Mary Jane a partir de um diálogo com a sua própria prática, de modo que durante o planejamento da SD, ela tomou como apoio as experiências iniciais vivenciadas durante realização da AE. De acordo com Shulman (1986), o PCK revela-se como um conhecimento que está no centro dos conhecimentos dos professores e é produzido a partir da transformação desses conhecimentos básicos por meio de um diálogo com a prática. É esse movimento que estamos identificando à medida em que avançamos no esquema representado pela Figura 3, que o PCK mobilizado durante o planejamento da AE e da SD, se desenvolveu conforme a licencianda foi vivenciando experiências práticas de ensino, o que justifica o aprofundamento das discussões para o preparo da SD, comparadas ao preparo da AE. Esse movimento resulta no PCK da prática de ensino, representado no esquema por um desdobramento

de cinco categorias, Aprendizagem, Participação, Planejamento, Interação professor-aluno e Mediação Pedagógica do Conteúdo, que entendemos advir de um diálogo da licencianda com a própria prática, de uma análise dos resultados das suas ações, de uma contrastação entre os seus propósitos de ensino e o que ocorreu em sala de aula, caracterizando os processos de avaliação, reflexão e construção de novas compreensões do ciclo de raciocínio e ação pedagógica de Shulman (1987).

5. Considerações finais

Diante do objetivo de pesquisa de investigar o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de uma licencianda em Química na relação com o modelo de raciocínio pedagógico e ação (MRPA), constatamos que o desenvolvimento do PCK de Mary Jane ocorreu a medida em que ela foi vivenciando situações de ensino com os alunos e analisando-as por meio da avaliação e reflexão acerca das suas ideias externalizadas durante o planejamento. Esse movimento implica na validação do seu PCK, identificado na fase de planejamento, que se desenvolveu e se ampliou por meio dos processos de avaliação e reflexão do MRPA, que oportunizaram a Mary Jane construir novos conhecimentos docentes para serem arquivados na sua base de conhecimentos, ocasionando não só o desenvolvimento do PCK mas também dos seus conhecimentos de base.

Já no que se refere a formação inicial de professores de Química, constatamos que a estrutura organizacional da disciplina de Estágio de Regência e a parceria estabelecida entre a licencianda e a professora-formadora, contribuíram significativamente para o desenvolvimento do seu PCK por meio de um processo reflexivo de validação do mesmo. Portanto, defendemos o Estágio Supervisionado como um rico espaço de construção de conhecimentos para a docência, de modo que a análise do planejamento e do desenvolvimento das atividades de ensino da licencianda evidenciaram que a avaliação e a reflexão acerca do que foi planejado e o que ocorreu

em sala de aula, mediante as etapas do modelo de raciocínio pedagógico e ação, contribui para o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo durante a formação inicial.

6. Referências

- Arrigo, V. (2021) **O conhecimento pedagógico do conteúdo de uma licencianda em química: implicações para o desenvolvimento profissional docente**. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Broietti, F. C. D.; Stanzani, E. L. (2016) Os estágios e a formação inicial de professores: experiências e reflexões no curso de licenciatura em química da UEL. **Química Nova na Escola**, 38(3) pp. 306-317. 2016. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160042>
- Crispim, C. V.; Sá, L. P. (2019) O conhecimento pedagógico do conteúdo no desenvolvimento de ações voltadas à formação inicial de professores de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 18(3) pp. 543-561. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen18/REEC_18_3_5_ex1382.pdf
- Fernandez, C. (2015) Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Revista Ensaio**, 17(2) pp. 500-528. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172015170211>
- Freire, L. I. F.; Fernandez, C. (2014) Professores novatos de química e o desenvolvimento do PCK de oxidoredução: influências da formação inicial. **Educación Química**, 25(3) pp. 312-324. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70547-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70547-6)
- García, C. M. (1999) **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto Editora. Porto: Portugal.
- Giroto Jr. G.; Paula, M. A.; Matazo, D. R. C. (2019) Análise de conhecimento sobre estratégias de ensino de futuros professores de química: vivência como aluno e reflexão como professor. **Góndola: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, 14(1) pp. 35-50. <http://doi.org/10.14483/23464712.13123>
- Goes, L. F.; Nogueira, K. S. C.; Fernandez, C. (2018) A importância dos estágios supervisionados no

- desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo. **Olhar de Professor**, 21(2) pp. 326-335. <https://doi.org/10.5212/OlharProf.v.21i2.0011>
- Goes, L. F., Leal, S. H.; Corio, P.; Fernandez, C. (2013) Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. **Educación Química**, 24 (núm. extraord. 1) pp. 113-123. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)72504-7](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72504-7)
- Grossman, P. L. (1990) **The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education**. Teachers College Press. New York, Columbia University.
- Levandoski, A. I.; Santos, E. Ap.; Lopes, J. M.; Freire, L. I. F. (2018) Diferentes orientações para o ensino de ciências: o core como instrumento para analisar o PCK de um licenciando em formação inicial. **Revista Tecnó: Episteme y Didaxis**, (núm. extraord.). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8857>
- Marcon, D.; Graça, A. B. S.; Nascimento, J. V. (2011) Busca de paralelismo entre conhecimento pedagógico do conteúdo e processo de raciocínio e ação pedagógica. **Educação em Revista**, 27(1) pp. 261-294. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982011000100012>
- Montenegro, V. L. S.; Fernandez, C. (2015) Processo reflexivo e desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo numa intervenção formativa com professores de química. **Revista Ensaio**, 17(1) pp. 251-275. <https://doi.org/10.1590/1983-211720175170112>
- Moraes, R.; Galiuzzi, M. C. (2011) **Análise textual discursiva**. 2. ed. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil.
- Salazar, S. F. (2005) El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. **Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación**, 5(2) pp. 1-18. <https://doi.org/10.15517/aie.v5i2.9139>
- Sá, L. P.; Garriz, A. (2014) O conhecimento pedagógico da “natureza da matéria” de bolsistas brasileiros participantes de um programa de iniciação à docência. **Educación Química**, 25(3) pp. 363-379. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70552-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70552-X)
- Schön, D. A. (2000) **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Artmed. Porto Alegre: Brasil.
- Shulman, L. S. (1987) Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, 57(1) pp. 1-21. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Shulman, L. S. (1986) Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2) pp. 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X01500200>





ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA: REFLEXIONES DE UN PROFESOR DE MATEMÁTICAS

TEACHING GEOMETRY AT SECONDARY SCHOOLS: REFLECTIONS OF A MATHEMATICS TEACHER

ENSINO DA GEOMETRIA NA ESCOLA SECUNDARIA: REFLEXÕES DE UM PROFESSOR DE MATEMÁTICA

María de la Trinidad Quijano^{✉*}, Ana Rosa Corica^{✉**}

Cómo citar este artículo: Quijano, M.; Corica, A. (2023). Enseñanza de la Geometría en la escuela secundaria: reflexiones de un profesor de Matemáticas. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 274-287. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19660>

Resumen

En este trabajo se reportan resultados centrados en estudiar el saber de la experiencia, asociado a las palabras del profesor, vinculado a la enseñanza de la geometría. La reflexión sobre la experiencia profesional contribuye al desarrollo de conocimiento matemático y pedagógico que resulta útil para la toma de decisiones en la formación de profesores. Se adopta a la Teoría Antropológica de lo Didáctico como marco referencial, y se presenta un estudio de caso, correspondiente al análisis de una entrevista en profundidad realizada a un profesor de matemática de una institución de la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, Argentina. En el estudio se caracterizan aspectos sobre la postura del profesor entrevistado en relación con el estudio de la Geometría en la escuela secundaria. Los principales resultados señalan que el profesor otorga al estudio de la Geometría, igual importancia que otras áreas de la Matemática. Destaca que la Geometría permite el desarrollo de habilidades manuales y la vincula con la representación de objetos geométricos. Señala el uso de materiales concretos en su propuesta de enseñanza y menciona dificultades relacionadas con la notación utilizada para nombrar a los objetos geométricos y con la cantidad de soluciones que pueden presentar las tareas, generalmente única. Especifica funciones docentes vinculándolas con el diseño de tareas utilizando diferente media. Las manifestaciones del profesor permiten inferir que los estudiantes ocupan el lugar que el paradigma de la visita de las obras le asigna, siendo que el docente decide qué estudiar y cómo hacerlo.

Palabras clave: Enseñanza. Geometría. Entrevista. Profesor.

Recibido: julio de 2022; aprobado: noviembre de 2022

* Licenciada en Educación Matemática. Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) – Universidad Nacional del Comahue, Argentina. E-mail: mquijano@unrn.edu.ar

** Doctora en Ciencias de la Educación. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, Argentina. E-mail: acorica@exa.unicen.edu.ar

Resumo

Este artigo relata resultados focados em estudar o conhecimento da experiência, associado às palavras do professor, vinculado ao ensino de Geometria. A reflexão sobre a experiência profissional contribui para o desenvolvimento de conhecimentos matemáticos e pedagógicos úteis para a tomada de decisões na formação de professores. Adota-se a Teoria Antropológica do Didático como marco referencial, y se apresenta um estudo do caso, correspondente à análise de uma entrevista em profundidade realizada com um professor de matemática de uma instituição da cidade de São Carlos de Bariloche, na Província de Rio Negro, Argentina. No estudo, se caracterizam aspectos sobre a sua postura em relação ao estudo da geometria na escola secundaria. Os principais resultados apontam que o professor dá ao estudo da Geometria igual importância que outras áreas da matemática. Destaca que a Geometria permite o desenvolvimento de habilidades manuais e a vincula com a representação de objetos geométricos. Indica o uso de materiais concretos em sua proposta de ensino e menciona dificuldades relacionadas com a notação utilizada para nomear aos objetos geométricos e com a quantidade de soluções que podem apresentar as tarefas, geralmente únicas. As falas do professor permitem inferir que os alunos ocupam o lugar que o paradigma da visita das obras lhes atribui, pois o professor decide o que estudar e como fazê-lo.

Palavras chave: Ensino. Geometria. Entrevista. Professor.

Abstract

This paper reports results focused on studying the experience knowledge, associated with the teacher's words, linked to geometry teaching. Reflection on professional experience contributes to the development of mathematical and pedagogical knowledge that is useful for decision-making in teacher training. The Anthropological Theory of Didactics is assumed as a reference framework, and a case study is presented, corresponding to an in-depth interview with a Mathematics teacher from an institution in San Carlos de Bariloche, province of Río Negro, Argentina. In this work, we characterize different aspects of the teacher's view in relation to the study of Geometry in secondary schools. Our analysis of the interview suggests that the teacher gives the study of Geometry the same relevance as other areas of Mathematics. He emphasizes that Geometry allows the development of manual skills, and links it to the representation of geometric objects. The teacher also points out the use of concrete materials in his teaching proposals and comments on the difficulties related to the notation used to name geometric objects and with the number of solutions that a task can present, which is generally unique. The teacher's statements allow us to infer that the students occupy the place that the paradigm of the works visit assigns them since the teacher decides what to study and how to do it.

Keywords: Teaching. Geometry. Interview. Teacher.

1. Introducción

El estudio de la geometría posibilita abordar situaciones problemáticas que son enriquecedoras para el aprendizaje de la matemática y otorga un mejor conocimiento, descripción e interpretación del espacio en el que se vive (Abrate, Delgado, Pochulu, 2006; Vasconcelos, Pigatto, Leivas, 2020). Este estudio permite desarrollar procesos propios del quehacer matemático como el razonamiento deductivo e inductivo, la visualización, la representación, la argumentación, la formulación de conjeturas, la comunicación, entre otros. Por esta razón, la geometría es considerada potente para resolver problemas de la propia matemática, de otras ciencias o del mundo cotidiano (Araya, Alfaro, 2010; Barrantes, Balletbo, 2012; Bressan, Bofisic, Crego, 2000; Guillén, 2010). Los diseños curriculares de matemática para la escuela secundaria, contienen una fuerte presencia de la geometría como objeto de enseñanza. Sin embargo, numerosos investigadores ponen de manifiesto la pérdida de presencia de la geometría en el aula de matemática y el estudio con poco sentido de lo que se propone enseñar (Abrate et al., 2006; Gascón, 2003; Itzcovich, 2005; Olivero, Bosch, Gascón, 2017; Rojas, Sierra, 2018). Inmerso en esta problemática, en este trabajo se reportan resultados parciales de una investigación en la que se indaga sobre las características del estudio de la geometría que es propuesto por profesores de la escuela secundaria en la provincia de Río Negro en Argentina. En este trabajo se reportan resultados centrados en estudiar el saber de la experiencia, asociado a las palabras de los profesores, vinculado en especial a la enseñanza de la geometría. La reflexión sobre la experiencia profesional contribuye al desarrollo de conocimiento matemático y pedagógico (Flores, 2007; Kwon, Orrill, 2008; Turner, 2008), que resulta útil para la toma de decisiones en la formación de profesores. En este estudio, se procuró favorecer la reflexión de los profesores de matemática desde una perspectiva objetiva y crítica para comprender, en especial, las dediciones didácticas del quehacer docente para el estudio de la geometría y discutir aspectos que podrían contribuir

a la formación de profesores en geometría. Pensar la formación docente es fundamental, trata de una realidad local en un determinado contexto, que requiere considerar las especificidades inherentes en cada área (Delgado, Santos, Machado, 2021).

En esta oportunidad se presenta un estudio de caso, correspondiente al análisis de una entrevista en profundidad realizada a un profesor de la escuela secundaria que se desempeña como docente en escuelas secundarias de la provincia en mención. Con fundamento en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1999; Chevallard, 2013; Chevallard, 2017), el objetivo de este trabajo fue caracterizar las reflexiones del profesor en torno al estudio de la geometría en la escuela secundaria, que resultan de insumos para el desarrollo de futuras investigaciones vinculadas a la formación de profesores. En correspondencia con investigaciones desarrolladas en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) se procura basar el desarrollo profesional del profesor de secundaria en preguntas problemáticas que surgen durante la práctica de la profesión (Cirade, 2006; Bosch, Gascón, 2009; Barquero, Florensa, Ruiz-Olarría, 2019). De esta manera, en el proceso de formación se vinculan los conocimientos de la investigación educativa con la realidad del aula y se los presenta como herramientas para analizar y resolver problemas, más que como un conjunto de técnicas y saberes dogmáticos (Chevallard, 2013).

Los resultados obtenidos señalan que el profesor refiere equidad en cuanto a la importancia del estudio de la geometría frente a otras áreas de matemática, relaciona a la geometría con el desarrollo de habilidades manuales en los estudiantes y destaca el interés de los alumnos por el estudio de la geometría. También se concluye que las funciones del docente de matemática se concentran en decidir qué tareas estudiar y a partir de qué media, así como favorecer el trabajo en grupos durante el estudio. Las manifestaciones del profesor permiten inferir que los estudiantes ocupan el lugar que el paradigma de la visita de las obras le asigna, siendo que el docente decide qué estudiar y cómo hacerlo.

2. Marco de referencia

En este trabajo se adopta como referencial teórico a la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999; Chevallard, 2013; Chevallard, 2017). En esta teoría se considera como objeto de estudio e investigación, no sólo las actividades de enseñanza y aprendizaje en el aula, sino todo el proceso que va desde la creación y utilización del saber matemático hasta su incorporación en las instituciones de enseñanza como saber enseñado. En la TAD se define al sistema didáctico como una tríada didáctica generalizada $S(X, Y, O)$, donde X representa al conjunto de los estudiantes $x \in X$, Y al conjunto de las ayudas al estudio $y \in Y$, y un conjunto de obras u objetos O a estudiar. En cualquier sistema didáctico $S(X, Y, O)$, y interactúa con x para ayudarlo con el estudio de O , es decir, y realiza gestos didácticos.

La descripción a escala social de la relación de una persona x con un objeto O , la TAD lo hace a partir de la noción de praxeología; esta constituye un modelo único, con el que es posible caracterizar cualquier actividad humana regularmente realizada (Chevallard, 1999). Se asume así que, en la perspectiva antropológica toda práctica o saber hacer (toda praxis) aparece siempre acompañada de un discurso o saber (un logos), es decir una descripción, explicación o racionalidad mínima sobre lo que se hace, el cómo se hace y el porqué de lo que se hace (Bosch, Gascón, 2009). En el proceso de estudio de una noción matemática es necesario considerar la praxeología u organización matemática (OM), que es la realidad matemática que puede construirse en una clase de matemática donde se estudia el tema; y la praxeología u organización didáctica (OD), que es la manera en que puede ser construida esa realidad matemática.

En la TAD se define a la didáctica de la matemática como la ciencia de las condiciones y restricciones de la difusión social de las praxeologías matemáticas. Esta difusión incluye los procesos de enseñanza y aprendizaje en instituciones escolares o de formación y los procesos transpositivos de enseñanza,

de producción y de utilización de la matemática, entre diferentes tipos de instituciones (Bosch, Gascón, 2009). Para estructurar estas condiciones y restricciones, Chevallard (2007, 2019) propone una jerarquía que denomina escala de niveles de codeterminación didáctica entre las OM escolares y las correspondientes OD: Humanidad – Civilización – Sociedad – Escuela – Pedagogía – Disciplina – Área – Sector – Tema – Cuestión. Esta escala es utilizada para distinguir diferentes paradigmas didácticos en función del nivel de codeterminación didáctica en el que se sitúan (Gascón, Nicolás, 2020). En el nivel de pedagogía, la TAD ha construido teóricamente dos paradigmas que describen algunos rasgos de la OD que en ellos se genera. Por un lado, el paradigma de la visita de las obras, que aún predomina en los sistemas escolares, se caracteriza por presentar las obras a estudiar

como un monumento con valor por sí mismo, que los estudiantes deben admirar y disfrutar, aunque no sepan casi nada sobre sus razones de ser, ni actuales ni del pasado (Chevallard, 2013, p. 164).

En concordancia con esta forma de entender el conocimiento, la estrategia didáctica que propone este paradigma se corresponde con una presentación autoritaria de las obras, que tiende a silenciar todo tipo de preguntas de los estudiantes sobre las mismas, por lo que el papel de los estudiantes se reduce al de meros espectadores (Gascón, Nicolás, 2020). Por otro lado, y para responder al fenómeno del monumentalismo provocado por el paradigma de la visita de las obras, desde la TAD se presenta un contraparadigma emergente y constituye la propuesta planteada desde esta teoría como meta de cambio educativo hacia el que se quiere avanzar, el paradigma del cuestionamiento del mundo. En este paradigma, el encuentro con el saber está motivado por las necesidades del estudio: se trata de un estudio funcional, justificado por el problema por resolver (Chevallard, 2017), en el que el rol del estudiante y del profesor son diferentes a los roles que la enseñanza tradicional les otorga. Este nuevo

paradigma implica formar ciudadanos autónomos, democráticos y críticos y, en la enseñanza, requiere incorporar un conjunto de gestos didácticos, que implican modificaciones radicales con respecto a la enseñanza tradicional. Tiene como objetivo educativo crear nuevas posturas hacia el aprendizaje caracterizadas por la actitud de problematización, asociada al carácter herbartiano, procognitivo y exotérico (Chevallard, 2013). Esto es que la esencia del aprendizaje es la actitud receptiva hacia la formulación de preguntas y problemas sin resolver (herbartiano) y también se requiere aceptar que el conocimiento está por descubrirse (procognitivo) y no a la revisión del conocimiento ya descubierto (retrocognitivo). Además, aceptar que siempre hay posibilidad para nuevos conocimientos sobre una disciplina (exotérico); y finalmente la actitud de problematización se caracteriza por formular preguntas, tal que algunas se conviertan en problemas para, al menos, un grupo de personas.

3. Metodología de la investigación

En este trabajo se propone un estudio cualitativo, correspondiente a un estudio de caso (Skate, 1999). Se presentan resultados del análisis de una entrevista en profundidad realizada a un profesor de matemática, a cargo de los primeros cuatro años (estudiantes de 13-16 años) de una escuela secundaria de la ciudad de San Carlos de Bariloche (Provincia de Río Negro, Argentina).

La escuela secundaria de la Provincia de Río Negro se estructura en cinco años, y en 2017 se comenzó a implementar un nuevo Diseño Curricular (Ministerio de Educación y de Derechos Humanos de la Provincia De Río Negro, 2017). En un estudio previo (Quijano, Corica, 2021a) se advierte que, en este diseño curricular, la matemática es comprendida como una ciencia en evolución continua, promovida por el estudio de problemas gestados en otras ciencias y en la propia matemática. En particular, para enseñar y aprender matemática se considera a la resolución de problemas como la forma privilegiada; y en lo que concierne al estudio de la

geometría, se procura una articulación entre los marcos sintéticos y analíticos. Las nociones geométricas que se proponen estudiar se centran en la geometría euclidiana; dentro de ella, se destaca el estudio de la geometría plana, y la geometría espacial solo se manifiesta en el cálculo de volúmenes de cuerpos. Esto pone de manifiesto que el estudio de la geometría es acotado.

La selección del profesor para la entrevista se basó en que desempeña funciones docentes para la enseñanza de la matemática en los primeros cuatro años de una misma escuela secundaria. Esto constituye una característica relevante del profesor seleccionado, siendo que desarrolla funciones docentes en casi toda la escolaridad secundaria de una misma institución, permitiendo conocer con mayor profundidad las condiciones y restricciones de la misma, tener un seguimiento de los cursos al transcurrir los años escolares y adquirir un sentido de pertenencia a la institución.

El docente que participó de la investigación tenía 7 años de antigüedad en la docencia al momento de ser entrevistado y, en la institución en la que se ocupa de los cuatro primeros años de la escolaridad, tenía una antigüedad de dos años al momento de realizada la entrevista. Como parte de la investigación y con el propósito de conocer con mayor profundidad las características de las prácticas del profesor acerca de la geometría, el mismo facilitó carpetas de estudiantes de los cursos que tiene a su cargo. Estas carpetas contienen registros de clases y material proporcionado por el docente para el estudio de la geometría. Las mismas fueron seleccionadas intencionalmente por el profesor, de acuerdo a la presencia del estudiante durante el año escolar, la responsabilidad y el compromiso con el estudio de la materia. El análisis de este material permitió reconstruir y caracterizar la organización matemática estudiada en torno a la geometría en los primeros cuatro años de la escuela secundaria participante, cuyos resultados se describen en Quijano, Corica (2021b).

Durante la entrevista se aspiró a indagar acerca de las ideas del profesor en torno al estudio de la geometría en la escuela secundaria, las principales

dificultades que detecta en los estudiantes al estudiar geometría, las técnicas didácticas que manifiesta emplear para hacer evolucionar el estudio en los alumnos y el medio sugerido para el estudio de la geometría. En este trabajo se comprende a un medio como cualquier sistema que represente una parte del mundo natural o social destinado a un público específico, como puede ser: un artículo de matemática, una revista, un libro, un sitio de Internet, textos editados por los mismos profesores, etc. (Chevallard, 2007).

En la Tabla 1 se indican las categorías definidas, asociadas con las preguntas elaboradas para la entrevista, y los objetivos propuestos. La primera y segunda categoría (*Formación profesional y Experiencia docente*) recogen preguntas que permiten caracterizar al profesor entrevistado en relación con su formación docente y su experiencia en la profesión. Las otras tres categorías se refieren a aspectos relacionados con los componentes del sistema didáctico $S(X, Y, O)$. La categoría *El estudio de la geometría en la escuela secundaria*, reúne preguntas que procuran conocer el sentido que le otorga el profesor al estudio de la geometría para la formación

de los estudiantes. La categoría *La enseñanza de la geometría*, recoge preguntas que procuran indagar acerca de la gestión del estudio de la geometría que realiza el profesor en sus clases, lo que colaboraría en definir, según su percepción, el *lugar* del profesor y del estudiante en el proceso de estudio; así también se procura indagar en las dificultades que detecta el profesor en sus alumnos y las técnicas didácticas que pone en juego. Finalmente, con la categoría *Lugar del estudiante*, se reúnen preguntas que procuran caracterizar la actividad de los estudiantes en el proceso de estudio de la geometría, según la percepción del entrevistado.

Las preguntas de la entrevista que se indican en la Tabla 1, son el resultado de haber diseñado previamente un conjunto de preguntas que fueron evaluadas por diferentes investigadores y haber sido puesta a prueba en dos entrevistas que actuaron como prueba piloto. Siguiendo a Münch, Ángeles (1997), durante la entrevista, esta se desarrolló sin interrupciones y se procuró generar un clima de confianza, amabilidad y tranquilidad. El entrevistador buscó hacer sentir al entrevistado la importancia de su colaboración y el carácter confidencial de los datos.

Tabla 1. Categorías para el análisis de datos.

Categoría	Preguntas	Objetivos
Formación profesional	¿Cómo se formó para ejercer la docencia en Matemática?	Establecer el tipo de formación del docente
Experiencia docente	¿Cuánto tiempo hace que ejerce la docencia? ¿Cuánto hace que trabaja en la institución de la que me facilitó el material de los estudiantes para el desarrollo de mi investigación? ¿En qué otras escuelas trabajó? ¿En qué años escolares se desempeñó como docente?	Determinar la experiencia docente
El estudio de la geometría en la escuela secundaria	En el diseño curricular de matemática para la escuela secundaria se propone el estudio de la geometría, ¿cuál es para usted el sentido de estudiar geometría en la escuela secundaria? En su planificación anual, ¿qué lugar ocupa el estudio de la geometría?	Identificar las ideas sobre el estudio de la geometría que manifiesta el docente
La enseñanza de la geometría	Si tuviera que explicarle a alguien cómo enseñar geometría, ¿qué le diría? A partir de su experiencia docente, quisiera saber, ¿cuáles son las principales dificultades que detecta en los estudiantes al estudiar geometría? ¿De qué manera atiende a esas dificultades? ¿Qué tipo de recurso didáctico propone para el estudio de la geometría?	Caracterizar la práctica profesional del docente en relación con la enseñanza de la geometría
Lugar del estudiante	¿De qué manera los estudiantes se involucran en el estudio de la geometría en la clase? ¿Qué diferencias encuentra en la participación de los estudiantes en relación con la resolución de tareas de geometría y de otros ejes temáticos?	Describir la manera en que se involucra al estudiante en el estudio de la geometría

Fuente. Elaboración de los autores

El análisis de la entrevista requirió la transcripción del audio de la misma y la segmentación en episodios. Cada episodio fue definido según la conversación hiciera referencia a las categorías indicadas en la Tabla 1. En el siguiente apartado se describen los resultados del análisis de la entrevista desarrollada.

4 Análisis de la entrevista

En esta sección se analiza la entrevista realizada, atendiendo a cada una de las categorías formuladas y a su identificación en las intervenciones del profesor. Asimismo, se ponen de manifiesto en este análisis, aquellos aspectos que permiten relacionar lo expresado por el profesor, con la organización matemática estudiada correspondiente a los cursos a su cargo.

4.1. Formación profesional

La formación del docente es profesor de matemática, recibido en la Universidad Nacional del Comahue (Argentina) en 2013.

4.2. Experiencia docente

El profesor desempeña funciones docentes en los cinco años en los que se estructura la escuela secundaria de la Provincia de Río Negro (Argentina) y las funciones docentes las cumple en escuelas secundarias de gestión pública. El profesor manifestó durante la entrevista que desde el año 2013 ejerce la docencia en matemática, pero señala que antes de recibirse realizó algunas suplencias.

4.3. El estudio de la geometría en la escuela secundaria

En referencia a la pregunta *¿cuál es para usted el sentido de estudiar geometría en la escuela secundaria?* el profesor indicó que la geometría se debe enseñar por estar contemplada en el diseño curricular: *“Bueno, en primer lugar porque es un saber, hay un eje que está contemplado en el diseño curricular,*

fundamentalmente eso, y bueno, el diseño curricular es prescriptivo en relación a qué cosas enseñar en la escuela.”

A continuación, el docente manifestó que la geometría permite desarrollar habilidades que en otros ejes no se aprenderían, mencionando la *habilidad manual*: *“Y después digamos, a mí me gusta particularmente enseñar porque me parece como que aprenden otro tipo de habilidades (...) el tema de la construcción, hay una parte, como una habilidad manual en cierto sentido.”*

Por último, el profesor afirma que, en su planificación, el estudio de la geometría ocupa el mismo lugar que el resto de los ejes temáticos curriculares, siendo tan importante como los demás.

4.4. La enseñanza de la geometría

En relación con la enseñanza de la geometría, el docente manifestó que, en primer lugar, busca material sobre la o las nociones que debe enseñar. Mencionó algunos medios como libros, propuestas de internet o cursos que haya realizado, de los cuales toma ideas para diseñar su propuesta de enseñanza: *“En primer lugar, lo que suelo hacer es leer bien cuál es el saber que tengo que enseñar y en base a eso busco bastante material. Soy de buscar en libros, cómo aparecen, incluso propuestas por ahí que salen en internet o de cursos mismos que hice, por ejemplo el de los cursos de GeoGebra me ayudaron muchísimo Y ahí incluso habíamos visto algunas actividades. Trato de rescatar propuestas por todos lados. Y después bueno, le doy como mi impronta.”* Atendiendo a lo indicado por el profesor, las decisiones acerca de qué estudiar sobre geometría, cómo hacerlo y desde qué medio queda como responsabilidad del docente. Se infiere que los estudiantes no tendrían posibilidad de incidir en el medio de estudio, aportando medias o proponiendo situaciones para estudiar.

El profesor resaltó que en el eje de geometría y en el ciclo básico (primero y segundo año de la escuela secundaria), utiliza material didáctico concreto para la enseñanza de saberes geométricos, indicando que eso le gusta y que a los estudiantes también.

Se considera material didáctico concreto a todos aquellos objetos usados por el profesor y/o los alumnos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática con el fin de lograr ciertos objetivos específicos (Alsina, Burgués, Fortuny, citado en Villarroel, Sgreccia, 2012). El docente destacó que en el ciclo superior (tercero, cuarto y quinto año) es más difícil usar este tipo de material y destacó, también, el uso de instrumentos de geometría: “(...) sobre todo en el ciclo básico el tema de utilizar algún material concreto. Eso lo puedo hacer, que por ahí es más difícil en los últimos años. Primero por los saberes que se abordan y bueno, por ahí no da. Pero sí en los primeros años el utilizar material concreto que está bueno, a mí me gusta y los chicos se enganchan también, eso es lo bueno. También el uso de los instrumentos de geometría.”

En relación con estos materiales, el profesor manifestó el uso de algunos de ellos, tal como refirió en el siguiente protocolo: “(...) papeles de colores suelo usar, tijeras, goma de pegar (...) sorbetes creo que habíamos usado el año pasado también para formar polígonos, cartulina (...)”

En este sentido, lo indicado por el profesor se corresponde con lo que se pudo observar en las carpetas de los estudiantes, especialmente en la de primer año. Las siguientes imágenes refieren al estudio de transformaciones isométricas en el plano mediante plegado de papel (Figura 1 y Figura 2).

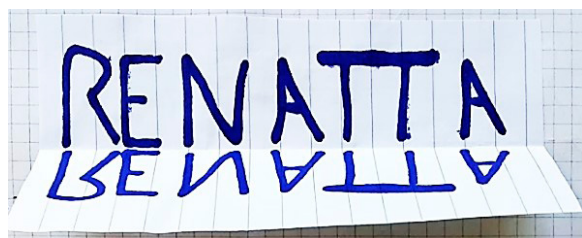


Figura 1. Simetría axial mediante el plegado de papel.
Fuente: Registro de clase de estudiante de primer año.

Así también, el uso de sorbetes referenciado en la entrevista, se pone de manifiesto en dos tareas propuestas en primer año del secundario (Figura 3 y Figura 4). En ellas se utiliza este material para representar los lados de las figuras. Las nociones

geométricas que se estudian son, respectivamente, la propiedad de convexidad de un polígono y la desigualdad triangular.

Con los sorbetes realizar la actividad 3 del libro: *Completen, si es posible, estas figuras para que sean polígonos convexos. Si no es posible, expliquen por qué.*

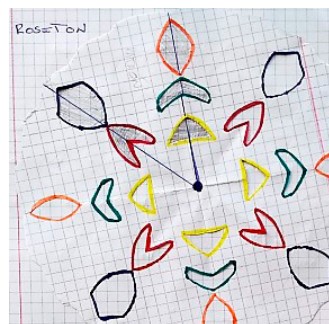


Figura 2. Rotación mediante plegado de papel
Fuente: Registro de clase de estudiante de primer año

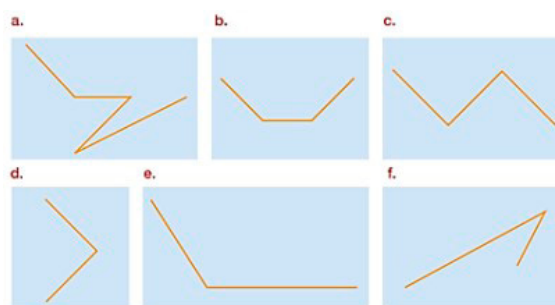


Figura 3. Tarea con sorbetes para propiedad de convexidad de polígonos.
Fuente: Registro de clase de estudiante de primer año.

Recorten sorbetes con las siguientes longitudes: 2cm, 3cm, 5cm, 4cm, 6cm y 8cm. Traten de formar triángulos usando como lados y completen la siguiente tabla

longitudes de los sorbetes	Es posible formar el triángulo?
8cm, 3cm, 2cm	<input type="checkbox"/>
8cm, 8cm, 4cm	<input type="checkbox"/>
8cm, 4cm, 2cm	<input type="checkbox"/>
8cm, 4cm, 3cm	<input type="checkbox"/>

Figura 4. Tarea con sorbetes para desigualdad triangular
Fuente: Registro de clase de estudiante de primer año

Continuando con el uso de materiales didácticos concretos, durante la entrevista el docente da cuenta de una tarea que realizó con cartulina, para verificar la propiedad de la suma de ángulos interiores de triángulos: *“Por ejemplo una vez creo que llevé en cartulina, había hecho triángulos diferentes y fui entregando así por grupo, pero individualmente a cada uno y tenían que hacer esta actividad donde recortaban los ángulos y después los pegaban uno a continuación de otro para que verifiquen que a pesar que todos los triángulos que yo les había dado a cada uno de los chicos eran diferentes, con ángulos diferentes, la suma de los ángulos interiores daban todos 180 grados.”*

La tarea que menciona el profesor no pudo ser identificada en las carpetas analizadas, sin embargo, se explicita una tarea en la que se utiliza este material para representar ángulos interiores de un triángulo, pero no para la verificación de la propiedad mencionada. Esto es para concluir sobre la posibilidad de construir infinitos triángulos, si se dan como datos sus tres ángulos interiores (Figura 5). Esta tarea se dirige al estudio de la no unicidad de la respuesta.

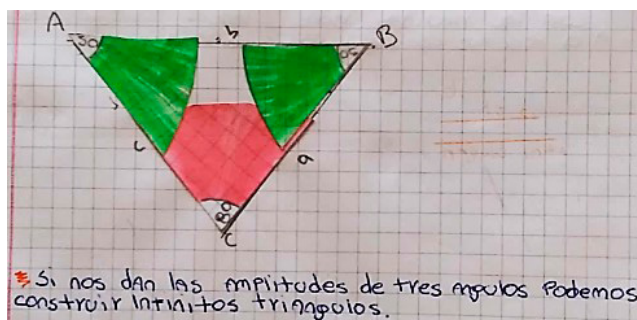


Figura 5. Construcción de infinitos triángulos dados tres ángulos, mediante papeles de colores.

Fuente: Registro de clase de estudiante de primer año.

Lo indicado por el profesor se encuentra en correspondencia con lo propuesto por Villarroel, Sgreccia (2011) quienes manifiestan que el empleo de materiales didácticos y recursos para la enseñanza de la geometría pueden ser facilitadores y potenciadores de las habilidades geométricas, favoreciendo y colaborando en el desarrollo del pensamiento geométrico.

Otros recursos mencionados por el docente en la entrevista son el pizarrón, los instrumentos de geometría para el pizarrón y la calculadora (a partir de segundo año), libros de texto y el software GeoGebra. En cuanto a los libros de texto, el docente afirma utilizarlos para algunas tareas puntuales: *“(...) suelo sacar a veces en algunas clases libros de texto (...) y a veces para alguna actividad puntual, porque mucho si no me convencen obviamente no lo uso directamente.”*

El empleo de libro de texto fue identificado en la carpeta de primer año de la escuela secundaria; se contabilizaron tres tareas extraídas de un libro de texto, el cual es especificado en el enunciado de la tarea como *Matemática 1, ed. Tinta Fresca*. Las tres tareas se relacionan con el estudio de polígonos, y con la propiedad de convexidad de las mismas. Una de ellas (que se exhibe en la Imagen 3), es reformulada para ser trabajada con material didáctico concreto, esto es, se utilizan sorbetes para representar los lados de las figuras.

En relación con el uso del software GeoGebra, el profesor manifestó en la entrevista, una ventaja de su uso: *“(...) brinda una posibilidad de por ahí no ocupar tanto tiempo haciendo construcciones. Permite aprovechar más el tiempo.”* En particular, el docente menciona tres tipos de tareas que ha propuesto a sus estudiantes con el empleo del software GeoGebra: *“(...) por ahí para construcciones básicas también, que construyan por ejemplo un rectángulo y que resista el arrastre, guiándose por las propiedades del cuadrilátero. En cuarto año les había hecho construir banderas de países y que resistieran el arrastre. Después hice una vez (...) construyeron un rectángulo y un triángulo interior y la base del triángulo coincidía con uno de los lados del rectángulo entonces moviendo el vértice del triángulo, que comparen el área de uno y de otro. Y lo hicieron con animación y eso resultó súper lindo.”*

En esta línea, únicamente en la carpeta de primer año, se hace referencia a su uso en dos tareas que refieren a las traslaciones de figuras. Estas tareas se presentan en la Figura 6.

Tarea 1	Tarea 2
En el programa GeoGebra dibujar un polígono regular de 6 y trasladarlo 6 cm a la derecha.	En el programa GeoGebra dibujar una estrella y realizarle 3 traslaciones distintas.

Figura 6. Tareas con GeoGebra.

Fuente: Registro de clase de estudiante de primer año.

Durante la entrevista se consultó al profesor acerca de las dificultades que observa en los alumnos, en particular para el estudio de la geometría. En este sentido, el docente se refirió al uso de diferentes notaciones que en general se utilizan para identificar objetos geométricos, lo que puede generar confusión en los estudiantes: “(...) una de las dificultades puede ser el uso de la nomenclatura para identificar a los objetos geométricos. Porque como que no hay una continuidad ni desde el primario, ni siquiera en el secundario, como que no hay un acuerdo en común. Entonces nada, el punto va con mayúscula, con minúscula, o el modo en que nombro a un segmento, o a una recta. Como que eso se debería unificar para que no se complique.”

Así también el profesor mencionó como dificultad en los estudiantes al hecho de que se encuentren acostumbrados a que los problemas, particularmente aquellos de construcciones geométricas, tengan siempre una única solución. El profesor indica que esto provoca que, ante un problema sin solución, los estudiantes modifiquen los datos para que la construcción sea posible: “Y después por ahí otra cuestión en cuanto a las construcciones, hay algunas construcciones que no son posibles y como que los y las estudiantes están acostumbrados a siempre encontrar una solución a un problema, o a alguna actividad que se les propone. Entonces como que fuerzan las cosas que a veces no da para forzarlas, porque es un problema que no tiene solución. Y construyen un triángulo que es imposible construir dadas las longitudes de sus tres lados (...) O múltiples soluciones, en eso sí hay dificultades.”

En este sentido, se identificaron tareas propuestas en las carpetas de los estudiantes de primero y de

segundo año que, o bien no tienen solución, o tienen más de una, e invitan al estudiante a justificar por qué ocurre. Esto introduce a los estudiantes en la necesidad de justificar su hacer haciendo explícito el logos que explica las técnicas que proponen. Por ejemplo, cuando se estudia la desigualdad triangular (Figura 7) en primer año, al estudiar distancias entre puntos (Figura 8) o al estudiar construcciones de cuadriláteros dados diferentes datos, en segundo año (Figura 9). Particularmente en la Figura 9, se exhiben algunas de las construcciones (de las infinitas posibles) que son soluciones a la tarea planteada.

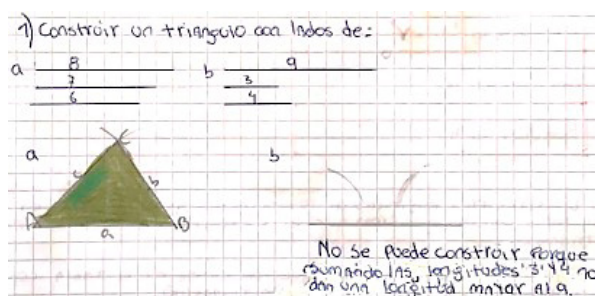


Figura 7. Tarea con solución vacía

Fuente: Registro de clase de estudiante de primer año.

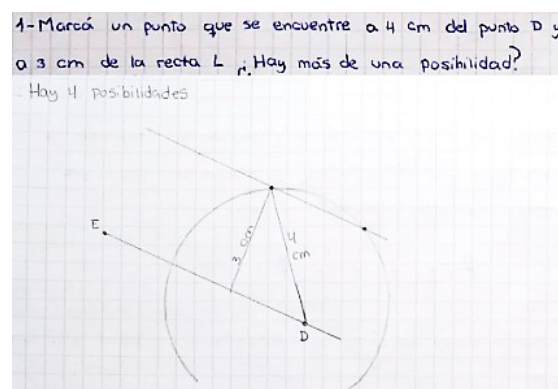


Figura 8. Tarea con infinitas soluciones.

Fuente: Registro de clase de estudiante de segundo año.

En relación con las técnicas didácticas que el profesor utiliza frente a estas dificultades, el docente se refirió a la importancia del trabajo en pequeños grupos de estudiantes para que se consulten entre ellos. También señaló posibles intervenciones docentes, en forma de preguntas, para orientar a los estudiantes en relación con alguna técnica, o parte de ella: “En general me gusta cuando hay así algún

tipo de inconvenientes que traten de verlo si trabajan en grupo y, si no, con el par que tienen al lado sentado. Y, si no, a través de preguntas. Preguntas sin decir: bueno, esto es así, obviamente, sino de qué manera harías tal cosa o qué pasa si hicieras tal cosa o probaste esto. No sé, como orientarlos pero sin guiarlos, digamos guiándolos pero no darles la solución.” En esta propuesta del profesor encontramos indicios de que durante el proceso de estudio trata de no anticipar las respuestas a sus alumnos, ofreciendo ante las consultas, preguntas en vez de respuestas. Se trata de un acercamiento de los estudiantes a hacerse responsable de la tarea que se encuentran resolviendo, sin embargo, esto no es suficiente para aproximarlos a una genuina enseñanza basada en el paradigma del cuestionamiento del mundo. Pues, las tareas que propone el profesor para el estudio no invitan a la problematización y necesaria indagación por parte de los estudiantes.

4.5. Lugar del estudiante

En relación al lugar del estudiante en el proceso de estudio, el profesor mencionó que, sobre todo en primero y segundo año del secundario, los estudiantes se involucran más en las tareas porque la geometría les gusta y a muchos de ellos, esta área les resulta más fácil que otras: *“Por lo general yo noto que les entusiasma, todo lo que tiene que ver con geometría, sobre todo en el ciclo básico, en el orientado por ahí nada, es notoria por ahí la desmotivación. Pero en primero y segundo año sí son muy entusiastas a la hora de abordar alguna actividad de geometría, se enganchan, se enganchan mucho y les gusta. Incluso muchos que dicen como que les resulta como más fácil eso, que por ahí si estamos trabajando en problemas en otros ejes.”*

En relación con la manera en que el docente organiza el estudio de la geometría en el aula, destaca el trabajo grupal, tal como se mencionó en la categoría anterior. El trabajo en grupo de los estudiantes es una de las actividades necesarias en el paradigma del cuestionamiento del mundo. Este

debe ser genuino, en el sentido de que cada integrante tenga un rol esencial dentro del grupo para abordar la problemática. En contraposición, en la enseñanza en el paradigma de la visita de obras, por lo general, todos los integrantes de un grupo tienen la misma función. Inferimos que la actividad grupal que tendría lugar en las clases de este profesor no se aleja de las prácticas habituales, considerando las tareas que propone el profesor para su estudio. No encontramos en el material proporcionado tareas que sumerjan a la comunidad de estudio en problemáticas que demanden indagaciones y búsqueda genuina en diferente media.

5. Conclusiones

En este trabajo se reportan resultados de una entrevista en profundidad realizada a un profesor de matemática, que cumple funciones docentes en los cinco años de la escuela secundaria de la provincia de Río Negro en Argentina. La entrevista realizada permitió establecer que el profesor otorga al estudio de la geometría, igual importancia que otras áreas de la matemática. El profesor destaca que la geometría permite desarrollar habilidades manuales, vinculándola con la representación de objetos geométricos. En relación con la planificación de las propuestas de aula relacionadas con la geometría, el profesor menciona el empleo de ciertos media como libros, propuestas de internet o materiales de cursos de capacitación realizados. En particular, manifiesta el empleo de materiales didácticos concretos para la enseñanza de saberes geométricos en los primeros años de la escuela secundaria.

En su relato, el profesor puntualiza dos dificultades que observa en los estudiantes durante el estudio de la geometría: la identificación de los objetos geométricos mediante una única notación, porque considera que entre los libros escolares y entre los profesores esta difiere; y la tendencia de los estudiantes a que, al enfrentarse a problemas, estos tengan solución, y sólo una. La falta de propuestas de tareas con multiplicidad de soluciones o solución vacía, restringen la posibilidad de que

los estudiantes adopten actitudes propias del paradigma del cuestionamiento del mundo. Esto sumerge a los alumnos a un mundo distante del real, siendo que las problemáticas de otras disciplinas, o las que cualquier ciudadano se puede enfrentar, no necesariamente tienen solución y si tienen, ésta no siempre es única.

En relación con las actividades docentes en las clases de matemática, el profesor destaca dos funciones fundamentales de manera independiente al año escolar. Una de ellas es diseñar las tareas a partir de diferentes media y la otra es orientar la actividad de los estudiantes, sin anticipar los resultados. En el primer caso la actividad de los estudiantes se encuentra restringida a la identificada en el paradigma de la visita de las obras: el profesor es quien decide qué tareas realizar y los estudiantes no tienen incidencia en la constitución del medio de estudio. La segunda función docente que menciona el profesor se corresponde con algunos de los gestos propios del paradigma del cuestionamiento del mundo. En este caso, el profesor enfatiza la interacción de los diferentes integrantes de la comunidad de estudio para cotejar resultados, técnicas, validaciones, etc. y así comunicar sus producciones, sin ser anticipadas por el profesor. Este último aspecto es propicio, pero no suficiente, para realizar gestos propios del paradigma del cuestionamiento del mundo.

Recuperar la experiencia docente y aspectos de su práctica, así como las ideas de los profesores en torno a la enseñanza de la geometría, permiten una aproximación a los procesos que ocurren en el aula de matemática de la escuela secundaria, particularmente a aquellos que conciernen al estudio de la geometría escolar. Esto permite acercarse a cómo el profesor piensa la gestión del proceso de estudio en torno a la geometría, y analizar propuestas que trasciendan el paradigma de la visita de las obras. Una formación profesional que aborde las problemáticas que emergen de la práctica docente en matemática, a partir de la reflexión de la experiencia de los gestores del sistema didáctico, requiere de los aportes de la investigación didáctica que actúa como fuente de cuestionamiento

y producción de recursos praxeológicos para la renovación y mejora de esta actividad, generando aportes para la formación de profesores de matemática. Es necesario contar con las aportaciones de la investigación en didáctica de la matemática y en la formación como medio de transmisión (y retroalimentación) de estas aportaciones (Bosch, Gascón, 2009).

Referencias

- Abrate, R., Delgado, G. & Pochulu, M. (2006). Caracterización de las actividades de Geometría que proponen los textos de Matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39(1), 1-9.
- Araya, R. & Alfaro, E. (2010). La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes. *Revista Electrónica Educare*, 14(2), 125-142.
- Barquero, B., Florensa, I. & Ruiz-Olarría, A. (2019). The education of school and university teachers within the paradigm of questioning the world. En M. Bosch, Y. Chevallard, F. J. García, J. & Monaghan (Eds.), *Working with the anthropological theory of the didactic: A comprehensive casebook* (pp. 189-212). New York, USA: Routledge
- Barrantes, M. & Balletbo, I. (2012). Tendencias actuales de la enseñanza-aprendizaje de la geometría en educación secundaria. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1), 25-42.
- Bosch, M. & Gascón, J. (2009). Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de matemáticas de secundaria. En M.J. González, M.T. González & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 89- 113). Santander: SEIEM.
- Bressan, A., Bogisic, B. & Crego, K. (2000). *Razones para enseñar geometría en la educación básica: mirar, construir, decir y pensar*. NOVEDUC, Buenos Aires, Argentina.
- Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.

- Chevallard Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. En Ruiz-Higueras, L., Estepa, A. & García, F.J. (Eds). *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la teoría Antropológica de la Didáctica*. (pp. 705- 746). Servicio de publicaciones de la Universidad de Jaén. Jaén.
- Chevallard, Y. (2013). Enseñar matemáticas en la sociedad de mañana: alegato a favor de un contraparadigma emergente. *REDIMAT*, 2(2), 161 – 182.
- Chevallard, Y. (2017). ¿Por qué enseñar matemáticas en secundaria? Una pregunta vital para los tiempos que se avecinan. *La Gaceta de la RSME*, 20(1), 159–169.
- Cirade, G. (2006). Devenir professeur de mathématiques. Entre problèmes de la profession et formation à l’IUFM. (Tesis de doctorado). Université de Provence, Francia.
- Delgado, J. Dos S. G., Santos, C. F. Dos & Machado, V. de M. (2021). Aproximações entre a Teoría Antropológica do Didático e uma formação docente para o Ensino por Investigação. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 606-621.
- Flores, P. (2007). Profesores de Matemáticas Reflexivos: Formación y Cuestiones de Investigación. *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 1(4), 139-159.
- Gascón, J. (2003). Efectos del autismo temático sobre el estudio de la Geometría en Secundaria I: desaparición escolar de la razón de ser de la geometría. *Suma*, 44, 25-38.
- Gascón, J. & Nicolás, P. (2020). Paradigmas didácticos y reforma curricular: el caso de la teoría antropológica de lo didáctico. *Educação Matemática Pesquisa*, 22(4), 423-438.
- Guillén, G. (2010). ¿Por qué usar los sólidos como contexto en la enseñanza/aprendizaje de la geometría?, ¿y en la investigación? En M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo & T. A. Sierra (eds.), *Investigaciones en Educación Matemática XIV* (pp. 21-68), Lleida: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Itzcovich, H. (2005). *Iniciación al estudio didáctico de la Geometría: de las construcciones a las demostraciones* (Vol. 3). Buenos Aires: Libros del zorzal.
- Kwon, N. Y. & Orrill, Ch. H. (2008). A comparison study of a teacher’s reflection. In O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano & A. Sepulveda (Eds.), *Proceedings of the 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, p. 352). Morelia, México: PME.
- Ministerio de Educación y Derechos Humanos de Río Negro (2017): *Diseño Curricular Escuela Secundaria*. Recuperado el 8 de noviembre de 2022 de: https://educacion.rionegro.gov.ar/files/seccion_238/anexo-1-diseno-curricular-esm.pdf
- Münch, L. & Ángeles, E. (1997). *Métodos y técnicas de investigación* (4ª. Ed.). México: Editorial Trillas.
- Olivero, F., Bosch, M. & Gascón, J. (2017). Praxeologías matemáticas en torno a la geometría para la formación del profesorado. En G. Cirade, M. Artaud, M. Bosch, J. Bourgade, Y. Chevallard, C. Ladage & T. Sierra (Eds). *Évolutions contemporaines du rapport aux mathématiques et aux autres savoirs à l’école et dans la société*. Recuperado el 8 de noviembre de 2022 de: <https://citad4.sciencesconf.org>
- Quijano, M. & Corica, A. (2021a). La enseñanza de la geometría en la escuela secundaria argentina: análisis de un diseño curricular. *Revista de Educación*. 22, 405-419.
- Quijano, M. & Corica, A. (2021b). Organizaciones matemáticas de geometría estudiadas en la escuela secundaria argentina: propuesta de un profesor. *REMATEC*, 16(38), 138-159.
- Rojas, C. & Sierra, T. (2020). Los problemas espaciales: una propuesta alternativa para enseñar geometría en la Educación Secundaria Obligatoria. *Educação Matemática Pesquisa*, 22(4).
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Segunda edición. Madrid: Ed. Morata.
- Turner, F. (2008). Growth in teacher knowledge: Individual reflection and community participation. In O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano & A. Sepulveda (Eds.), *Proceedings of the 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 353-360). Morelia, México: PME.
- Vasconcelos, J., Pigatto, A. & Leivas, J. (2020). Uma análise sobre a geometria nos livros didáticos e na provincia Brasil. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(3), 547–568.

Villarroel, S., & Sgreccia, N. (2011). Materiales didácticos concretos en Geometría en primer año de Secundaria. *Números. Revista de Didáctica de las matemáticas*, 78, 73-94. Recuperado el 8 de noviembre de 2022 de: <http://funes.uniandes.edu.co/3597/>

Villarroel, S., & Sgreccia, N. (2012). Enseñanza de la geometría en secundaria. Caracterización de materiales didácticos concretos y habilidades geométricas. *Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática, Santiago de Chile*, 29, 59-84. Recuperado el 8 de noviembre de 2022 de: <http://funes.uniandes.edu.co/15787/1/Villarroel2012Ense%C3%B1anza.pdf>





ALGUNAS EXPLICACIONES SOBRE LA ACCIÓN DE VER OBJETOS OPACOS RESULTADO DE EXPERIENCIAS CON ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO

SOME EXPLANATIONS OF THE ACTION OF SEEING OPAQUE OBJECTS AS A RESULT OF EXPERIENCES WITH ELEVENTH GRADE STUDENTS

ALGUMAS EXPLICAÇÕES SOBRE A ACÇÃO DE VER OBJETOS OPACOS RESULTANTE DAS EXPERIÊNCIAS COM ALUNOS DO DÉCIMO PRIMEIRO ANO

Marlon Camilo Aldana Boada^{✉*}, Lina Del Pilar Hernández Sepúlveda^{✉**}

Cómo citar este artículo: Aldana, M. y Hernández, L. (2023). Algunas explicaciones sobre la acción de ver objetos opacos resultado de experiencias con estudiantes de grado undécimo. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 288-300. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19551>

Resumen

En este artículo se muestra el análisis de uno de los momentos presentados en una tesis de posgrado elaborada por los autores. A partir de la pregunta “¿Cuáles son las representaciones y explicaciones que pueden generar los estudiantes de grado undécimo sobre los fenómenos de la reflexión y refracción de la luz, a través de una serie de experiencias y experimentos dirigidos por los docentes?”, se presentan algunas ideas de pensadores a través de la historia, como Euclides, Alhazen, Kepler y Newton. Se aborda el papel de la experiencia y el experimento en la Enseñanza de las Ciencias. Con estos elementos, se plantea una propuesta de aula basada en experiencias y experimentos que posibiliten la construcción de explicaciones respecto al fenómeno de ver un objeto. Por su parte, mediante la sistematización de una sesión virtual de clase con estudiantes de grado undécimo de un colegio de Bogotá, ubicado en la localidad de Bosa, se constituyeron diferentes criterios de análisis con base en las explicaciones que estos le dan al fenómeno de estudio. Por último, se identificaron aspectos relacionados con la acción de ver mediante explicaciones verbales y representaciones, como la importancia de la luz, la posición del observador, las fuentes de luces primarias y secundarias, y los objetos opacos o no opacos.

Palabras clave: reflexión, Enseñanza de las Ciencias, acción de ver, representaciones, explicaciones verbales, experiencia y experimento.

Recibido junio de 2022; aprobado diciembre de 2022

* Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales, Colegio Agustiniiano Ciudad Salitre, Colombia. Correo electrónico: mcaldanab@gmail.com

** Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales, Colegio de Inglaterra: The English School, Colombia. Correo electrónico: linahsc@gmail.com.

Abstract

This paper shows the analysis of one of the moments presented in a graduate thesis elaborated by the authors. From the question: What representations and explanations can students generate eleventh grade on the phenomena of reflection and refraction of light, through a series of experiences and experiments led by teachers? Some ideas of thinkers throughout history such as Euclid, Alhazen, Kepler and Newton are presented. The role of experience and experiment in science education is addressed. With these elements, a classroom proposal is proposed based on experiences and experiments that make possible the construction of explanations regarding the phenomenon of seeing an object. On the other hand, through the systematization of a virtual classroom session with eleventh grade students of a school in Bogotá, located in the district of Bosa, different criteria of analysis were constituted based on the explanations that they give to the phenomenon under study. Finally, aspects related to the action of seeing were identified through verbal explanations and representations, such as the importance of light, the position of the observer, primary and secondary light sources, and opaque or non-opaque objects.

Keywords: reflection, Science Teaching, action of seeing, representations, verbal explanations, experience and experiment.

Resumo

Este artigo exposição a análise de um dos momentos apresentados numa tese de pós-graduação elaborada pelos autores. A partir da pergunta: Quais são as representações e explicações que podem gerar os estudantes de grau undécimo sobre os fenômenos da reflexão e refração da luz, através de uma série de experiências e experimentos dirigidos pelos docentes? São apresentadas algumas ideias de pensadores ao longo da história como Euclides, Alhazen, Kepler e Newton. O papel da experiência e da experimentação na educação científica é abordado. Com estes elementos, é proposta uma proposta de sala de aula baseada em experiências e experiências que permitem a construção de explicações sobre o fenômeno de ver um objecto. Por outro lado, através da sistematização de uma sessão de aula virtual com alunos do décimo primeiro ano de uma escola de Bogotá, situada no distrito de Bosa, foram constituídos diferentes critérios de análise com base nas explicações que eles dão ao fenômeno em estudo. Finalmente, foram identificados aspectos relacionados com a acção de ver através de explicações e representações verbais, tais como a importância da luz, a posição do observador, fontes de luz primária e secundária e objectos opacos ou não opacos.

Palavras chave: reflexão, Ensino das Ciências, ação de ver, representações, explicações verbais, experiência e experiência.

1. Introducción

En este artículo se presentan algunos resultados de una investigación cualitativa, desarrollada en la Universidad Pedagógica Nacional, en el programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico. Participaron estudiantes de grado undécimo de un colegio femenino de Bogotá ubicado en la localidad de Bosa.

La investigación se centró en el análisis de las explicaciones generadas por las estudiantes sobre *reflexión y refracción de la luz*, a partir del planteamiento de experiencias y experimentos relacionados con la acción de ver, en torno a diferentes situaciones con espejos, objetos opacos y no opacos, y la incidencia de varias fuentes de luces primarias y secundarias. La problemática de la investigación surgió de la revisión de algunos libros de texto de Física y páginas web que comúnmente consultan los estudiantes, como Wikipedia o FisicaLab, donde se describen la reflexión y refracción de la luz sin hacer énfasis en aspectos importantes para su comprensión, como: la concepción de luz representada como rayo, la ubicación del observador y el rol de las fuentes de luz, entre otros. Además, emergió de la revisión de algunas ideas de pensadores a lo largo de la historia como: Euclides, Alhazen, Kepler, Ptolomeo y Newton, quienes formularon explicaciones acerca de lo que concebían por reflexión y refracción y su incidencia en la acción de ver. Lo anterior permitió contrastar las descripciones que se evidencian en los libros de texto con las de dichos autores, teniendo en cuenta que resaltaban la importancia de los aspectos que no se tenían en cuenta en los libros de texto y que se mencionaron anteriormente.

Por último, se tuvo en cuenta la importancia del estudiante como protagonista en la construcción de sus propias explicaciones a partir de experiencias, ya que las actividades se encaminaron a que los estudiantes generaran sus propias ideas acerca de los fenómenos abordados. Por tanto, surgió la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las representaciones y explicaciones que pueden generar los estudiantes de grado undécimo sobre los fenómenos de

la reflexión y refracción de la luz, a través de una serie de experiencias y experimentos dirigidos por los docentes?

La investigación se realizó con el siguiente objetivo: diseñar e implementar una propuesta de aula basada en experiencias y experimentos, que posibilite la construcción y ampliación de las explicaciones propias de los estudiantes de grado undécimo sobre la reflexión y refracción de la luz. Para este artículo, se presenta el análisis de algunas de esas explicaciones sobre aspectos importantes en la acción de ver, que se constituyeron en la base para sus futuras interpretaciones de los fenómenos de la reflexión y la refracción de la luz. Esto, porque comúnmente no se tienen en cuenta aspectos para describir dichos fenómenos en los libros de texto, que están asociados a dicha acción, como ya se mencionó. Para el análisis se tuvieron en cuenta las explicaciones que construyeron los estudiantes en el transcurso de una de las sesiones de clase, en la que se desarrollaron discusiones en torno a los aspectos que permiten ver un objeto y la importancia de la luz en este proceso. Dicha sesión fue grabada y transcrita con el fin de abstraer información, y así elegir datos para su respectivo análisis.

Inicialmente se expone el marco teórico respecto a algunas descripciones de pensadores sobre ciertos aspectos relacionados con la acción de ver. Luego, se describe brevemente qué se entiende por *experiencia* y *experimento* en el estudio de fenómenos físicos, y por qué se toman como recursos en la Enseñanza de la Física y en la generación de explicaciones desde un punto de vista fenomenológico. Después, se presentan los datos (representaciones y explicaciones verbales) que se recolectaron de la grabación de la sesión, los cuales fueron analizados. Por último, se plantean los resultados y conclusiones.

2. Marco de referencia

Es importante destacar el valor de la historia de las ciencias en la enseñanza, ya que esta es entendida como un espacio de conocimiento que permite investigar, analizar, reflexionar, comprender,

contextualizar y recontextualizar los problemas, fenómenos y productos científicos; de esta manera, los docentes y estudiantes están en la capacidad de entender los fenómenos que están abordando y así realizar un estudio amplio de este. Como afirma GARAY (2011):

Un estudio de la historia de la ciencia desde un enfoque definido, pero ni único ni fijo, desde los personajes, los instrumentos, los métodos o los textos como un proceso de reconstrucción cultural del saber científico, permite reelaborar la visión de ciencia y de la naturaleza de esta. Esto es mostrar la ciencia como una construcción no ajena a un cotidiano que interactúa constantemente con este, en un proceso dinámico y cíclico, en el sentido de que parte de una u otra, y retorna con modificaciones, reestructuraciones o nuevas demandas y necesidades. Proceso realizado por seres humanos, con habilidades, procesos, aptitudes y actitudes que les posibilitaron construir, reconstruir, formular o proponer posibles formas de ver, explicar y entender el mundo. (p. 54)

Desde esa perspectiva histórica, se retoman diferentes ideas de autores que se mencionan a continuación, quienes describen la luz y su relación con el observador y el objeto de una manera diferente, pero, a su vez detallan elementos importantes en la acción de ver: las fuentes de luz, la ubicación del observador, la dirección de la luz, la clasificación de objetos opacos y no opacos, entre otros, los cuales inspiran la realización de experiencias y experimentos. También, se menciona brevemente qué se entiende como *experiencia* y *experimento*, a partir de una óptica fenomenológica.

a. La acción de ver según algunos autores a través de la historia

La conceptualización del comportamiento de la luz y, en especial, su representación ha cambiado a través de la historia. Desde la antigua Grecia se reconocen explicaciones de fenómenos que se vinculan con la acción de ver y su relación con

el comportamiento de la luz y el observador, por ejemplo, las descritas por Euclides en su libro *Óptica*, que, como lo esboza BARRERA (2016), hace referencia a la idea de que la luz viaja en línea recta (rayos), y formula matemáticamente las leyes de la reflexión de la luz por medio del estudio de experiencias con espejos. Además, realiza una descripción de los rayos rectilíneos de luz que divergen indefinidamente y forman un cono cuyo vértice se encuentra en el ojo y la base en los extremos de los objetos vistos; por tanto, las cosas se vuelven visibles cuando los *rayos visuales* golpean sobre los objetos, de no ser así, estos no se podrían ver (Figura 1).

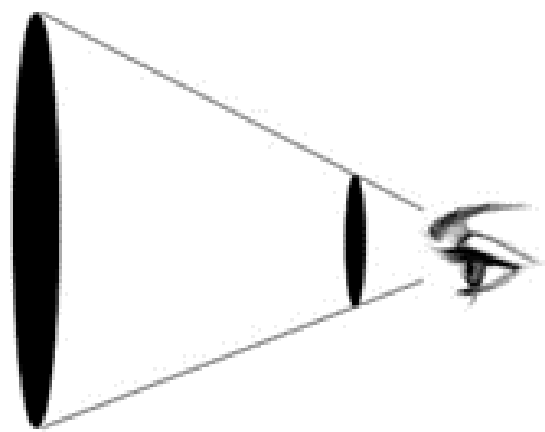


Figura 1. Representación cónica de la luz según Euclides.

Fuente: ALDANA, HERNÁNDEZ, 2020.

Después de los griegos, se continuaron instaurando nuevas teorías acerca de los fenómenos ópticos a través de la historia. Se destacan así las ideas de Ptolomeo, quien caracterizó, a partir de las ideas de Euclides la representación de ángulos visuales y la visión cónica en cuanto a su eje. Sin embargo, agregó los términos de *oblicuidad* y *distancia*; así, dependiendo de la inclinación con la que se observan los objetos, estos podrían variar su tamaño y forma, y el flujo visual de luz se representaría con líneas rectas. Además, diseñó un experimento con el que logró obtener ángulos de incidencia y refracción que resultaron ser muy precisos para la época, mediante la utilización de dos regletas y un disco dividido en 360 partes iguales que sumergió en un recipiente con agua.

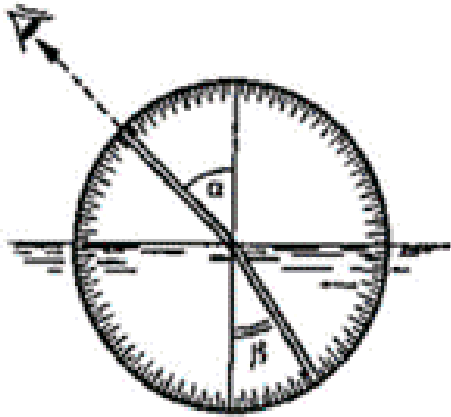


Figura 2. Experimento de Ptolomeo para medir los ángulos de incidencia y de refracción.
Fuente: TARÁSOV, TARÁSOVA, 1985.

Otro personaje para exaltar es Alhazen, porque reestructuró las explicaciones de Euclides y dio una nueva perspectiva a la acción de ver, a través de la modificación de la dirección del cono de luz, que ahora se representa desde el objeto hacia el ojo. En palabras de GONZÁLEZ (2015), Alhazen mostró una plausibilidad de un esquema, en el que la luz procede, según trayectorias rectilíneas, de cada punto del objeto e incide en el ojo, y este es el agente de la sensación visual.

Esta concepción resultó ser importante para la instauración del concepto de fuentes de luz y su clasificación en primarias y secundarias, lo cual resulta fundamental para la descripción de la reflexión de la luz y lo que permite ver un objeto. Así bien, Alhazen describió ciertas condiciones para que fuera posible observar un objeto, según MARTÍNEZ (2002): i) lo visible debe ser un ente que despida luz por sí mismo o debe ser iluminado por algún otro objeto; ii) lo visible debe estar presente frente al ojo, es decir, que entre ambos se puede trazar una recta que los conecte; iii) el medio que separa al ojo del objeto visible debe ser transparente y sin que se interponga un obstáculo opaco; iv) el objeto visible debe ser más opaco que el medio (p. 51). Luego, Kepler sostuvo que los rayos de luz son emitidos en todas las direcciones desde cada punto, por lo que es necesario seguirlos y realizar una correspondencia uno a uno entre dichos puntos

que envían la luz y los que golpean a otro medio, por ejemplo: el agua (URIBE, 2015). Es decir que su teoría sostiene que los rayos de la luz son emitidos en todas las direcciones desde cada punto que está inmerso en el campo visual. Kepler descubrió que las imágenes se proyectan invertidas en la retina del ojo y contradice la idea de Alhazen en el sentido de los conos de luz, cuya base ahora es parte del propio objeto luminoso.

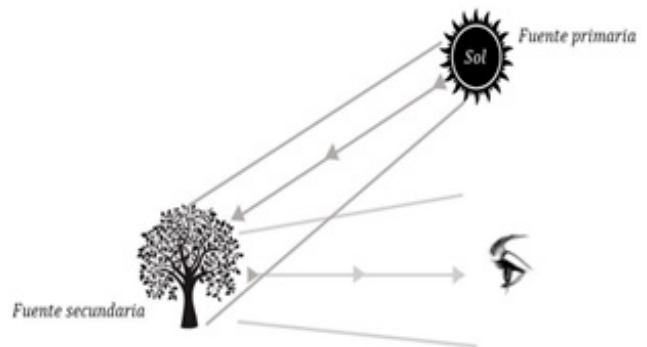


Figura 3. Representación de Alhazen de las fuentes primaria y secundaria de luz.
Fuente: ALDANA, HERNÁNDEZ, 2020.

La descripción de Kepler fue diferente a la de los autores mencionados, ya que él no hizo referencia a un cono visual o a un cono de luz para representar la trayectoria de la luz, sino que afirmó que existían puntos luminosos en el objeto, los cuales emanaban rayos de luz en todas las direcciones, hasta llegar al ojo, que es una analogía con la cámara oscura.

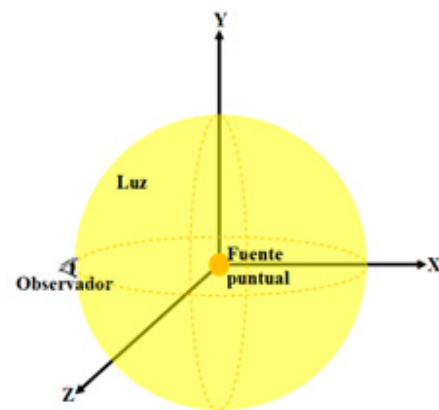


Figura 4. Representación de una fuente puntual que emite luz en todas las direcciones junto a un observador que la percibe cuando llega a él.
Fuente: ALDANA, HERNÁNDEZ, 2020.

Por su parte, Isaac Newton describió que el problema del estudio de la luz en una experiencia con un prisma no radicaba en el fenómeno óptico del color, sino en la deformación geométrica del rayo de luz refractado en dicho prisma, lo que dio origen a la formulación de diferentes experimentos, entre ellos, el *experimento crucial*.

En una habitación oscura, Newton mostró cómo una fuente de luz pasaba por un pequeño orificio que denominó *obturador*, hasta ser enfocada por una lente, y atravesaba un prisma que estaba sobre una mesa. Al pasar esto, la luz blanca se dividió o se refractó hasta chocar con una pantalla que cuidadosamente Newton puso en la parte posterior; allí se mostraba el espectro de luz (donde se describen diferentes colores que no necesariamente son siete, sino también cinco o seis, dependiendo de la repetición y condiciones de su experimento), y el cual tenía una forma oblonga, diferente a lo esperado, ya que se creía que debía formarse una circunferencia (DU SAUTOY, 2020).

Con esto, Newton pudo identificar cómo la luz blanca del Sol al atravesar el prisma, producía una mancha oblonga y no circular, como se esperaba, y fue el comienzo de la explicación de cómo aquella luz blanca es una mezcla de rayos de diferentes colores con un grado de refrangibilidad distinto, con lo cual es posible asegurar que los colores son propiedades innatas de la luz.

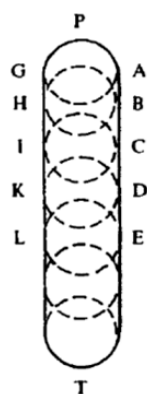


Figura 5. Los diferentes círculos PGA, HB, IC, KD, LE, etc., representan a la mancha producida por un rayo distinto, de diferente color. En conjunto se obtiene la forma oblonga PT que vio Newton.

Fuente: GRANÉS, 1998.

Por otro lado, Newton supuso que la luz estaba formada por corpúsculos materiales, que eran lanzados a gran velocidad por fuentes luminosas. Su representación se basó en que la luz estaba formada por estas pequeñas partículas y describían trayectorias rectilíneas que, unidas, constituían los rayos luminosos que alcanzaban los objetos que al reflejarse hacía el ojo del observador los hacía visibles.

b. Experiencia y experimento

Otro eje para la elaboración de esta investigación fue la experiencia y el experimento, características esenciales en el aprendizaje de los estudiantes. A partir de la perspectiva fenomenológica, estos son afines con la construcción de explicaciones propias, ya que se fundamentan como modos efectivos para que los estudiantes analicen, reflexionen y comprendan diferentes situaciones, que pueden ser comunes o no, pero que normalmente no se describen de una forma detallada, como para este caso, los aspectos que están inmersos en la acción de ver.

La experiencia se ha vinculado a situaciones del diario vivir, siendo esta un conector entre el conocimiento adquirido y su aplicación, para estudiar y resolver problemas de su entorno. Todas las personas han tenido experiencias que los hacen adquirir conocimientos con respecto a situaciones. En este punto, es importante mencionar que no existe una única experiencia que pueda describir todos los fenómenos de estudio; es decir, las experiencias pueden tener diferentes puntos de vista y, por ende, distintos análisis.

Cuando hemos señalado el privilegio por la experiencia y la percepción se debe entender que esta no es estática, es una experiencia que se ha reconfigurado en cada relación que establecemos con los objetos de estudio [...]. Por tanto, para la Enseñanza de las Ciencias es importante la construcción de explicaciones en torno a las experiencias y por supuesto de una base fenomenológica. (SANDOVAL *et al.* 2018).

Al organizar intencionalmente la experiencia en el ambiente escolar, los estudiantes pueden llegar a

configurar los fenómenos que se están estudiando, y con esto construir explicaciones que tienen coherencia para ellos y así ampliar su conocimiento sobre el mundo. Entonces, con las experiencias se puede lograr instaurar formalizaciones del fenómeno, que no necesariamente son matemáticas, sino que se extienden a descripciones relacionadas con sus cualidades, generalizaciones, estructuras, entre otras. Por otro lado, el experimento se entiende como una acción que se ejecuta para ampliar y organizar la experiencia. Además, es intencional, y en él se privilegia la construcción de explicaciones y comprensiones de los fenómenos. El sujeto es quien interviene directamente en esto último, es decir, es quien lo define, observa, analiza y explica (ALDANA, HERNÁNDEZ 2020). Desde esta perspectiva, se sigue la idea de AYALA *et al.* (2006):

El papel de las actividades experimentales en la Enseñanza de las Ciencias va más allá de la verificación de las bases teóricas, en cuanto permiten: la ampliación de la base fenomenológica o de hechos de observación, el planteamiento de problemas conceptuales en torno a la organización de los fenómenos y la formalización de procesos de organización de la experiencia y de construcción de magnitudes y formas de medida. (p. 1)

Es decir, se debe dejar de pensar el experimento como demostrador de leyes y teorías que, generalmente, es organizado a partir de guías de laboratorio en donde se debe seguir una serie de pasos para obtener unos resultados a modo de *receta*, como afirman CARRASCOSA *et al.* (2006). Por lo anterior, se destaca que desde el planteamiento de experimentos el estudiante debe lograr cambiar parámetros desde su análisis, de tal manera que intervengan personalmente en el desarrollo y elaboración de este, lo cual lo lleve a construir explicaciones propias y lo posicionen como protagonista en su proceso de aprendizaje.

En síntesis, y según UBAQUE (2009), el papel de la experiencia y el experimento en el desarrollo de las ciencias y, en particular, en el de la Física, es fundamental y debe ser tenido en cuenta en los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta. Se evidencia,

entonces, que esto es importante para el alumno y para el docente, ya que el primero puede lograr un entendimiento más completo del fenómeno de estudio debido a la observación y la práctica, y el segundo, a su vez, fortalece su interés investigativo por la ciencia.

3. Metodología

El artículo se centra en un análisis cualitativo, con un enfoque fenomenológico, en el que se destacan algunas de las ideas del libro *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*, de STRAUSS, CORBIN (1998). En donde se resalta el estudio de técnicas y procedimientos aplicados por diferentes investigadores, de los cuales se pueden abstraer aspectos que fueron utilizados en esta investigación cualitativa.

En este sentido, se recogen las ideas de los estudiantes, con el fin de obtener explicaciones acerca de los fenómenos estudiados. Por tanto, se acude a una aproximación interpretativa fenomenológica; con la que se busca generar cercanía con algunos aspectos sobre la acción de ver y el fenómeno de la reflexión de la luz. Por una parte, se presenta el análisis de los datos del primer momento de la investigación, la cual se centró en plantear experiencias y formular preguntas sobre la acción de ver, asociadas con la identificación de la luz, el observador y las fuentes, como indispensables para la explicación del fenómeno.

En el primer momento, y en general, la investigación se llevó a cabo con treinta estudiantes de grado undécimo, durante una sesión de clase de aproximadamente dos horas, en una video llamada por la plataforma virtual *Google Meet*. Para el registro de la información se desarrolló una página web: <https://licaheal.wixsite.com/reflexionyrefraccion>

Esta se organizó en siete momentos, cada uno ubicado en una sección, con el fin de que las estudiantes subieran sus registros y que estos estuvieran organizados. En el caso específico del momento 1, las alumnas no solo tenían la opción de hacer

explicaciones verbales, que fueron grabadas, sino que también realizaron representaciones: dibujos, que adjuntaron en la página web.

En la guía del momento 1 se planteó la siguiente experiencia, junto a una pregunta: “Ubíquese de espaldas a una ventana con entrada de luz solar, luego observe un objeto que esté de frente a usted. ¿Por qué es posible ver el objeto?”. Se solicitó elaborar una representación gráfica que mostrara la perspectiva del estudiante, en cuanto a cómo la luz que ilumina el objeto llega hasta el observador, la cual fue socializada junto con sus explicaciones verbales.

Esta guía y en general el momento 1, fueron estructurados a través de preguntas, con el propósito de que las estudiantes identificaran algunos aspectos importantes en la acción de ver, como la luz, las fuentes, la dirección de la luz y el rol del observador. Ahora bien, de estas preguntas surgieron nuevos interrogantes, los cuales permitieron la construcción de explicaciones propias de las estudiantes, lo cual fue tomado como herramienta analítica que se usó en esta investigación y que se presenta en este artículo.

Para la construcción de los datos investigativos, se transcribió la grabación. Luego, se organizaron los datos y se clasificaron por explicaciones similares, es decir, cuando se encontraban aspectos similares en cuanto a sus explicaciones verbales y representaciones.

A partir de la recolección de datos, se realizó una sistematización en la que se identificó qué aspectos reconocen las estudiantes en la acción de ver. Para esto, se usaron tablas comparativas donde se iban organizando las explicaciones y representaciones de ellas, mediante palabras claves, que luego se relacionaron y fueron base importante para la estructuración de los criterios de análisis.

Se usaron principalmente dos herramientas analíticas en el proceso: la primera, la formulación de preguntas, para indagar sobre los datos: “¿Por qué es importante el observador, las fuentes o la dirección de la luz en la acción de ver?” o “¿Cuándo se ponen en evidencia tales relaciones con el poder ver un objeto?”. Las respuestas a estas generaron

interpretaciones para el planteamiento de los criterios de análisis, relacionados con la acción de ver. La segunda herramienta fue el énfasis que se les dio a las palabras que mencionaban las estudiantes. Comúnmente se encontraron las palabras *luz*, *observador* o *fuentes de luz* en sus explicaciones. Entonces, cuando estas se analizaron en profundidad, se evidenciaron diferentes interpretaciones y grados de importancia en las relaciones que estructuraban, en cuanto a la acción de ver, entre otras: las relaciones luz/objeto (como fuente secundaria), objeto/observador o luz/objeto/observador. Lo anterior condujo a reconocer aspectos importantes para la estructuración de las explicaciones y representaciones.


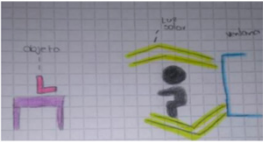

4. Representaciones y explicaciones de las estudiantes

Aquí se presentan y analizan cuatro datos correspondientes a las explicaciones verbales, a partir de la construcción de las representaciones de las estudiantes en relación con las preguntas formuladas en la sesión de clase. Para este caso, las estudiantes se referencian con un número del 1 al 30 para señalar sus explicaciones y proteger sus identidades.

5. Análisis de las explicaciones y representaciones de las estudiantes

Como se evidencia en las imágenes 1 y 2 (Tabla 1), según las representaciones, la luz del Sol incide o se presenta en dirección al objeto después de entrar por la ventana, por lo que es necesario esto para poder verlo. Por otro lado, se identifica que la luz se representa con múltiples rayos que iluminan total o parcialmente la habitación; aquí se destaca cómo la estudiante 22 denota uno de ellos como modo de describir que golpea el objeto, y la estudiante 25 al colorear fuertemente dichos rayos. Además, en la imagen se identifica un efecto de luz “medio esférica” que indica cómo, para la estudiante, la luz no ilumina completamente el objeto, sino una parte de este, por lo que termina apareciendo sombra (ALDANA, HERNÁNDEZ, 2020).

Tabla 1. Algunas explicaciones y representaciones de las estudiantes.

Representación	Explicación verbal
	<p>“Intenté en mi representación mostrar los rayos de luz y cómo iluminan los objetos” (Estudiante 22, 2020).</p>
	<p>“Objeto – Luz solar – Ventana” (Estudiante 25, 2020).</p>
	<p>“Ahora el factor que más se implica es el espacio (ubicación)” (Estudiante 14, 2020).</p>
	<p>“Las fuentes de luz pueden ser primarias o secundarias. Las primarias producen la luz que emiten. Las secundarias reflejan la luz de otra fuente; por ejemplo, la Luna no produce luz, sino reflejar la luz producida por el Sol. A su vez, entre las fuentes primarias se puede distinguir entre fuentes naturales (el Sol) o artificiales (una lámpara) otras fuentes de luz son: las estrellas, los bombillos, las luciérnagas, el espejo, los fósforos, las lámparas, el sol” (Estudiante 1, 2020).</p>

Fuente: ALDANA, HERNÁNDEZ, 2020.

Para el caso de la imagen 3 (Tabla 1), la estudiante describe que el factor más importante no es la luz, sino el espacio o ubicación del observador, el cual debe estar en un punto donde pueda fijar su mirada al objeto, por lo que se entabla una relación entre el objeto y el observador. Además, a diferencia de las demás representaciones, no representa la ventana, ni ningún objeto que emita luz; así, deja clara su postura. La imagen 4 (Tabla 1) muestra diferentes aspectos: resaltar el hecho de que existen diferentes fuentes que, según sea su tipo, emiten o no luz por sí solas,

o cómo esta viaja hasta llegar al observador después de golpear al objeto (fuentes secundarias). En otras palabras, se describe una relación no solo de existencia de la luz, el objeto y el observador, sino además se sostiene que estos tres elementos son necesarios para poder ver el objeto y están ligados por la dirección que sigue la luz. A partir de esta premisa, se señala que la luz sale de una fuente primaria (Sol, estrellas o fuego de la vela), llega hasta los objetos, los ilumina, y de allí se dirige hasta el observador, quien los puede ver.

6. Resultados

En el momento 1 de la propuesta de aula que se presenta en este artículo, se propiciaron discusiones acerca de la pregunta “¿Cómo es posible ver un objeto?”. Con esto, las estudiantes describieron situaciones que dejaban distinguir la importancia que ellas le dan a la luz, como “algo” importante para poder ver, ya que lo muestran en sus explicaciones y representaciones. Sin embargo, y como se observa en las imágenes 1, 2, 3 y 4 (Tabla 1), se puede identificar, también, la necesidad de describir el papel que tiene el observador y el objeto –importantes en la acción de ver–, por lo que se les da un papel fundamental, para así construir relaciones entre estos y la luz.

Esto indica cómo las explicaciones de los libros de texto de Física y páginas web –en los que se exponen temas como la acción de ver y su incidencia en los fenómenos de reflexión y refracción–, equidistan de las explicaciones que las estudiantes pueden hacer al respecto. En tal caso, estas últimas también tienen en cuenta la importancia del observador y el objeto (como fuente de luz secundaria), que no se describen en los libros.

Ahora bien, si se comparan las explicaciones de las estudiantes con las de algunos pensadores a través de la historia, se reconoce que, en conjunto, Euclides, Alhazen, Kepler y Newton estructuran a su modo los aspectos anteriormente mencionados. Es decir, Euclides habla de la luz y el observador; Alhazen añade el término *fuentes de luz*; Kepler destaca cómo se propaga la luz a través del espacio, al darle un orden a la relación de *luz*, *fuentes* y *observador*, y Newton destaca cómo esas relaciones tienen vínculos directos con el fenómeno de la refracción. Así bien, esto se termina asociando con las explicaciones y representaciones de las estudiantes, mostrando de esta forma la comprensión del fenómeno de estudio, dejando atrás las explicaciones con líneas rectas incidiendo en espejos y lentes que se suelen consultar.

Con base en lo anterior, el análisis de las distintas explicaciones y representaciones de las cuatro

estudiantes evidencia tres relaciones diferentes que emergieron de la experiencia planteada que están asociadas con la acción de ver. Estas se vinculan con, la luz y cómo ilumina a los objetos, el observador y su *campo visual*, y por supuesto las fuentes primarias como emisoras de luz hacia el objeto (fuente secundaria) y al observador. A partir de esto, se derivan las siguientes clasificaciones en tres criterios, los cuales se organizan según se expone a continuación.

a. La relación luz/objeto en cuanto a la acción de ver

Las imágenes 1 y 2 (Tabla 1) representan las ideas de las estudiantes 22 y 25, respectivamente, las cuales aportan en la construcción de este criterio. A pesar de que las estudiantes dibujan a la persona, parece ser que esta no tiene un papel contundente en la acción de ver. Se identifica que solo tiene en cuenta la luz hasta que llega al objeto, o se dirige a este y lo ilumina, pero, no se hace una descripción de cómo llega hasta el observador.

Otro elemento es que, para las estudiantes, la luz se representa mediante rayos que de alguna manera llegan hasta el objeto y lo iluminan, a pesar de que en sus explicaciones verbales nunca mencionan esta palabra. Esto puede ser indicio de que ellas han visto o trabajado con modelos de este tipo lineal, en que se representa la luz mediante rayos.

En la imagen 1 (Tabla 1), se muestra una cantidad considerable de luz que incide en el objeto y los alrededores, y hace que estos se iluminen. Sin embargo, en la imagen 2 (Tabla 1), se representa la luz mediante cuatro rayos que rodean al observador y se dirigen al objeto, por lo que, al parecer, para esta estudiante, la interacción de la luz y el observador es mínima y la acción de ver se centra en la iluminación de los objetos.

b. La relación objeto/observador en cuanto a la acción de ver

En la imagen 3 (Tabla 1), se evidencia que para la

estudiante existe un aspecto más importante en la acción de ver, que solo la luz, y es el observador como protagonista. Bajo esa mirada, deja de lado en sus dibujos las representaciones de la luz, y se centra en describir cómo el observador y el objeto tienen una relación en lo que ella considera la acción de ver. De esta forma, no solo lo hace gráficamente, sino también por medio de sus explicaciones donde destaca que la posición del observador es el factor clave, así como que no se interpongan objetos que tapen aquella visión que se tiene.

Por tanto, en esta representación se explicita que la ubicación del observador es determinante para ver el objeto, por lo cual se elabora el dibujo de la persona desde dos perspectivas diferentes. Con respecto a lo anterior, se aclara que la estudiante sí tiene en cuenta la luz en la acción de ver, solamente que, en el ejercicio de representar la actividad, parece ser más elocuente que el observador sea el principal protagonista, y da a conocer que sin este no es posible visualizar los objetos. Añade la importancia de su posición, en la que parece ser que ubicarse de frente al objeto –sin interrupciones de otros materiales en lo que algunas denominan su *campo visual*, como lo hacía Euclides, resulta la mejor opción para identificar y ver el objeto.

c. La relación fuentes de luz/objeto/observador en cuanto a la acción de ver

En la imagen 4 (Tabla 1), se muestra la explicación de la estudiante acerca de la relación entre las fuentes de luz, el objeto donde la luz llega y es reflejada hacia el observador. Se identifica que su forma de interpretar cómo la luz llega a los objetos se da en una relación ordenada, donde primero golpea a los objetos y luego se dirige al observador; este último es más visible. Se identifica que, como esta estudiante, existen otras que representan la luz mediante rayos o líneas rectas, aunque en sus explicaciones escritas no lo describen así, por lo que parece ser que ellas ya han tenido cercanía con representaciones que describen a la luz de esta forma; por ejemplo: programas de televisión,

caricaturas, libros, páginas web o espacios académicos. Sin embargo, estas fuentes de conocimiento no nublan sus explicaciones escritas o verbales, en las que se habla de *luz* y como esta viaja en diferentes direcciones.

Por último, este ejercicio de experiencias sencillas, pero dirigidas, resultan interesantes, por cuanto gracias a ellas se encuentran explicaciones comunes en ciertos puntos, con los de pensadores a través de la historia –Euclides o Alhazen–, pues estas se asocian con campos visuales y fuentes de luz, respectivamente. En este sentido, la observación y el análisis a situaciones comunes pueden resultar apropiados para construir unas primeras explicaciones sobre fenómenos más complejos como la reflexión y refracción.

7. Conclusiones

Mediante este análisis, se identificó que las estudiantes vinculan algunas ideas de Euclides, Alhazen y Kepler en sus explicaciones y representaciones, sin haberlas estudiado o conocido con anterioridad. Esto se evidenció, cuando ellas elaboraron explicaciones donde resaltan al observador, las fuentes de luz (teniendo en cuenta al objeto como fuente secundaria), la dirección de la luz y la relación que tienen estos aspectos en común con la acción de ver. Además, según sus representaciones, las estudiantes conocen algunos aspectos en la acción de ver: la existencia de la luz, cómo esta ilumina a los objetos y la importancia del observador. Esto, debido a sus experiencias cotidianas, por lo que es posible construir algunas explicaciones sobre los aspectos necesarios para ver un objeto.

La idea de rayo de luz, como se muestra en libros de texto, no es una concepción que las estudiantes construyen a primera vista; de hecho, se pudo evidenciar que esta representación no se hace presente en ninguna de las explicaciones iniciales de las diferentes actividades planteadas en la propuesta de aula. En este sentido, para las estudiantes, la luz es un aspecto principal para ver un objeto, pero no la representan en forma de rayo.

De este ejercicio se resalta la pertinencia de la construcción de las ideas y explicaciones a través de la experiencia y el experimento, porque generan discusiones en las cuales las estudiantes identifican elementos imprescindibles en la acción de ver: luz, observador y fuentes de luz. El análisis de situaciones comunes puede resultar apropiado para configurar unas primeras explicaciones sobre fenómenos más complejos, como la reflexión y refracción de la luz.

El papel de las experiencias y experimentos en el desarrollo de las clases es importante, ya que posibilita ampliar el estudio de los fenómenos de una forma dinámica, además de la construcción de explicaciones a partir de la experiencia de ver un objeto. Por otro lado, los experimentos planteados por los docentes complementan ese conocimiento relacionado con las experiencias propias de las estudiantes, e integran las ideas que buscaron en algunas fuentes de conocimiento, con el fin de llegar a generalidades. De estas, se destaca que las experiencias y los experimentos no funcionan para corroborar teorías, sino para ampliar los conocimientos en la Enseñanza de las Ciencias.

No sobra mencionar que, para discutir y ampliar estas ideas, es necesario el acompañamiento del docente, que más que un trasmisor de conocimiento, debe ser un guía que pone de manifiesto problemáticas que los estudiantes, mediante experiencias y experimentos, van analizando y respondiendo. Por esto, se destaca que la construcción de explicaciones no se obtiene espontáneamente, sino que es un proceso permeado por análisis y discusiones de todos los participantes en el aula, que permiten estructurar ideas y plantear nuevos interrogantes que motivan un estudio más elocuente y profundo del tema.

8. Referencias

- ALDANA, M.; HERNÁNDEZ, L. Algunas explicaciones sobre la reflexión y refracción de la luz. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Bogotá: Colombia, 2020.
- AYALA, M.; *et al.* **El experimento en la Enseñanza de las Ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia.** Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. III Congreso Nacional de la Enseñanza de la Física, III. Bogotá: Colombia, 2006.
- BARRERA, R. Los diferentes caminos de la Luz. **Revista Ciencia**, México, vol. 67, n.º 3, pp. 10-19. 2016.
- CARRASCOSA, J.; *et al.* Papel de la actividad Experimental en la Educación Científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, vol. 23, n.º 2, pp. 157-181. 2006.
- DU SAUTOY, M. El experimento crucial con el que Isaac Newton derrocó el mundo antiguo y le dio paso a la ciencia moderna. **BBC News Mundo**. 2020. <https://www.bbc.com/mundo/noticias=53412005-#:~:text=Newton%20hab%C3%ADa%20descubierto%20una%20ley,el%20arco%20iris%20son%20inmutables>.
- GARAY, F. Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. **Revista Ciencia & Educación**, Bauru, vol. 17, n.º 1, pp. 51-62. 2011.
- GONZÁLEZ, C. Alhazen: una revolución óptica. **Arbor**, Madrid, vol. 191, n.º 775, pp. 1-12. 2015. dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5001.
- GRANÉS, J. La teoría de Newton sobre la óptica de los colores y el debate con el empirismo científico. Necesidad matemática y causalidad física. En: **Newton y el empirismo**. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Colombia, 1998. pp. 1-4.
- MARTÍNEZ, R. Del ojo Ciencia y Representación. **Revista de Cultura Científica**, México, vol. 1, n.º 66, pp. 46-57. 2002.
- SANDOVAL, S.; *et al.* **El planteamiento de una perspectiva fenomenológica. Una perspectiva fenomenológica para la Enseñanza de las Ciencias.** Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Colombia, 2018.
- STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada.** Editorial Universidad de Antioquia. Bogotá: Colombia, 1998. pp. 3-28.
- TARÁSOV, L.; TARÁSOVA, A. **Charla sobre la refracción de la Luz.** Editorial MIR MOSCÚ. Madrid: España, 1985.

UBAQUE, K. Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, vol. 4, n.º 1, pp. 35-40. 2009.

URIBE, M. El ojo exterior. Visión y artificio a principios del siglo XVII. **Contrastes: Revista Internacional de Filosofía**, Málaga, vol. 21, n.º (3), pp. 11-21. 2015. <https://doi.org/10.24310/Contrastescontrastes.v21i3.2426>





CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO Y SEMIÓTICO DEL CONTENIDO DE LAS CIENCIAS (CPSC) UNA PROPUESTA REFLEXIVA PARA DOCENTES

PEDAGOGICAL AND SEMIOTIC KNOWLEDGE OF SCIENCE CONTENT (PSKC) A REFLECTIVE PROPOSAL FOR TEACHERS

CONHECIMENTOS PEDAGÓGICOS E SEMIÓTICOS DE CONTEÚDO CIENTÍFICO (CPSC) UMA PROPOSTA REFLEXIVA PARA PROFESSORES

Boris Fernando Candela Rodriguez^{ORCID*}

Cómo citar este artículo: Candela-Rodriguez, B. F. (2023). Conocimiento Pedagógico y Semiótico del Contenido de las Ciencias. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 301-317. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18155>

Resumen

Las dificultades que presentan los estudiantes en la construcción del conocimiento científico escolar no sólo son consecuencias de la naturaleza abstracta y del alto componente matemático que subyace a los productos y proceso de las ciencias, sino, también, del conocimiento y uso intencional que se haga de los rasgos de carácter lingüísticos y semióticos que configuran la transacción de significados y formas de significar en el aula de ciencias. Esta situación ha generado la necesidad de conceptualizar la base del Conocimiento Pedagógico y Semiótico del Contenido de las ciencias, la cual resulta de la combinación sinérgica entre el Contenido disciplinar, la Pedagogía y la Semiótica (CPSC). Así, esta combinación produce los siguientes elementos epistémicos: Conocimiento Semiótico del Contenido; Conocimiento Pedagógico y Semiótico; y Conocimiento Pedagógico del Contenido. El primero, permitió documentar los rasgos retóricos que caracterizan el discurso científico; el segundo, estableció una serie de estrategias pedagógicas, cuya función es la de andamiar la apropiación del lenguaje de las ciencias como una herramienta de pensamiento y construcción de conocimiento; y el tercero, se focalizó en explicitar las dificultades, estrategias de enseñanza y formas de representar los contenidos.

Palabras clave: Conocimiento Pedagógico y Semiótico del Contenido, Conocimiento Semiótico del Contenido, Conocimiento Pedagógico y Semiótico, Conocimiento Pedagógico del Contenido

Recibido: junio de 2021; aprobado: abril de 2023

* Magister en educación. Universidad del Valle. Colombia. boris.candela@correounivalle.edu.co, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5833-1975>

Abstract

The difficulties that students present in the construction of school scientific knowledge are not only consequences of the abstract nature and the high mathematical component that underlies the products and processes of science, but also of the knowledge and intentional use that is made of the linguistic and semiotic character traits that configure the transaction of meanings and ways of meaning in the science classroom. This situation has generated the need to conceptualize the base of Pedagogical and Semiotic Knowledge of the Content of the sciences, which results from the synergistic combination between Disciplinary Content, Pedagogy and Semiotics (CPSC). Thus, this combination produces the following epistemic elements: Semiotic Content Knowledge; Pedagogical and Semiotic Knowledge; and Pedagogical Knowledge of the Content. The first made it possible to document the rhetorical features that characterize scientific discourse; the second, established a series of pedagogical strategies, whose function is to scaffold the appropriation of the language of science as a tool for thinking and building knowledge; and the third, focused on making explicit the difficulties, teaching strategies and ways of representing the contents.

Keywords: Pedagogical and Semiotic Knowledge of Content, Semiotic Knowledge of Content, Pedagogical and Semiotic Knowledge, Pedagogical Knowledge of Content.

Resumo

As dificuldades apresentadas pelos estudantes na construção do conhecimento científico escolar não são apenas consequências da natureza abstracta e da elevada componente matemática subjacente aos produtos e processos da ciência, mas também do conhecimento e do uso intencional de características linguísticas e semióticas que moldam a transacção de significados e formas de significado na sala de aula de ciências. Esta situação gerou a necessidade de conceptualizar a base do Conhecimento Pedagógico e Semiótico do Conteúdo da ciência, que resulta da combinação sinérgica entre o Conteúdo disciplinar, Pedagogia e Semiótica (CPSC). Assim, esta combinação produz os seguintes elementos epistémicos: Conhecimento Semiótico do Conteúdo; Conhecimento Pedagógico e Semiótico; e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. A primeira permitiu documentar os traços retóricos que caracterizam o discurso científico; a segunda estabeleceu uma série de estratégias pedagógicas, cuja função é a de andaimes a apropriação da linguagem da ciência como instrumento de pensamento e construção do conhecimento; e a terceira centrou-se em tornar explícitas as dificuldades, estratégias pedagógicas e formas de representação dos conteúdos.

Palavras chave: Conhecimento Pedagógico e Semiótico do Conteúdo, Conhecimento Semiótico do Conteúdo, Conhecimento Pedagógico e Semiótico, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

1. Introducción

Los miembros del campo de la educación en ciencias han estado interesados en indagar las diversas dificultades y limitaciones que presentan los estudiantes para aprender por comprensión los contenidos y principios que fundan las ciencias. De ahí que los diferentes estudios realizados por ellos hayan evidenciado los siguientes factores que restringen el aprendizaje de dichos contenidos y principios: la naturaleza abstracta de los contenidos, el fuerte componente matemático, el lenguaje multinivel (macroscópico, submicroscópico y simbólico), entre otros. Al mismo tiempo, se ha generado la idea de que una forma de ayudar a superar estas restricciones es la de representar y formular los diferentes contenidos de las ciencias a partir de las actividades experimentales o científicas.

Por todo esto, se han diseñado a nivel global un conjunto de reformas curriculares en educación en ciencias, cuyo enfoque descansa en la indagación e investigación como estrategia de enseñanza y aprendizaje. Para ello, los gobiernos orientados por las políticas educativas han invertido millones de dólares, con el propósito de ayudar a mejorar la educación en todos los niveles de escolaridad. Sin embargo, tras todo este esfuerzo aún se continúa detectando que los estudiantes presentan problemas al acceder a esta clase de conocimiento (Candela y Viafara, 2014).

Así mismo, en la década de los noventa, los investigadores de la educación en ciencias evidenciaron que, en muchas de las reformas curriculares acontecidas hasta ese momento, las actividades experimentales y el lenguaje se perciben como rivales. De hecho, algunos estudios empíricos de la integración de las habilidades de la oralidad, la lectura y la escritura en el aula de ciencias, dejaron ver que los profesores y diseñadores de políticas educativas de estas disciplinas consideraban que dichas habilidades deben ser desarrolladas en el área del lenguaje (Baker y Saul, 1994).

No obstante, la investigación contemporánea sobre el aprendizaje de los estudiantes ha reconocido

ampliamente el papel central que juega el lenguaje y la alfabetización lingüística y no lingüística en el aprendizaje de los contenidos del currículo de las ciencias (Candela, 2018; Candela, 2020). De hecho, el reconocimiento de esta relación es un elemento inherente de los supuestos que subyacen a los nuevos estándares a nivel global y nacional. En estos estándares el contenido científico y el lenguaje se intersecta como elementos constitutivos del currículo de estas disciplinas. Así pues, las acciones de pensamiento están orientadas a que los estudiantes desarrollen las siguientes tareas: elaboración de reportes de laboratorios alternativos, investigación de artículos científicos, diseño de composiciones textuales específicas al fenómeno estudiado; traducción de información escrita en formatos visuales (tablas, gráficas, dibujos) a otro tipo de representación semiótica, comparar/contrastar los resultados provenientes de varias fuentes, construir argumentos apoyadas en las evidencias empíricas; y escuchar y leer los argumentos de los pares a fin de decidir si éstos tienen sentido, y formular interrogantes útiles con el ánimo de clarificar o mejorarlos (Ramos, 2019). Por todo esto, los investigadores de la educación en ciencias han comenzado a considerar que el lenguaje es un elemento constitutivo de la naturaleza de las ciencias (Halliday y Martin, 1993; Norris y Philis, 2003; Unsworth, 2006). Es decir, los científicos frecuentemente hacen uso de los múltiples recursos semióticos que configuran estas disciplinas con el fin de construir, validar y comunicar los diferentes modelos teóricos. De ahí que se considere importante ver la educación en ciencias, a través de los lentes de la interacción sinérgica entre el lenguaje y las actividades experimentales dentro de un contexto sociocultural. Desde luego, dicha perspectiva brinda la posibilidad de intuir cómo los estudiantes comprenden las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural por medio del desarrollo consciente de habilidades lingüísticas, tales como la oralidad, la lectura y la escritura de textos de carácter científico escolar; también, percibir que la construcción del conocimiento se deriva de la participación activa de los diferentes

miembros de una comunidad de aprendizaje (profesor-contenido-estudiante) en el mundo social y simbólico en el cual se encuentran inmersos (Fang y Schleppegrell, 2010).

Si bien se ha evidenciado que la integración del lenguaje verbal (oral y escrito) al aula de ciencias juega un papel crítico en la comprensión de los estudiantes de un fenómeno natural, este no es el único aspecto que debe tener en cuenta el profesor durante el diseño y la implementación de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos desde una perspectiva sociocultural. De hecho, en la década del noventa los investigadores de este ámbito de indagación comenzaron a visualizar que, además de la oralidad, la lectura y la escritura, se debe considerar a lo largo de la práctica del diseño y la enseñanza de contenidos, la naturaleza multimodal que caracteriza el discurso científico (Lemke, 1998; Kress y Selander, 2012). Este se encuentra configurado de forma multiplicativa por los siguientes modos semióticos: imágenes, audios, videos, simuladores, tablas, gráficos, y acciones experimentales.

En esta nueva perspectiva de la educación en ciencias, la lectura y el diseño de composiciones multimodales en el marco de la experimentación, están indisolublemente ligadas a la naturaleza y al tejido cultural del aula de ciencias. De hecho, el uso consciente de este conjunto de herramientas culturales de las ciencias por parte de los estudiantes tiene como propósito involucrar sus pensamientos y acciones, fomentando con esto la comprensión del fenómeno natural, apoyando la investigación y cultivando hábitos de razonamiento científico (Candela, 2020). Por todo esto, se ha producido la necesidad de tener un marco teórico que oriente la interpretación de cómo los estudiantes exhiben los recursos culturales de construcción de significados y formas de significar de las ciencias, con el propósito de alcanzar una comprensión profunda de las entidades y procesos que fundan el fenómeno en cuestión. En este sentido, Lemke (1990) apoyado en la Lingüística Funcional Sistémica (Halliday, 1978) y en la teoría semiótica del género de Bakhtin (1986), formuló una nueva perspectiva para ver la integración del lenguaje al

aula de ciencias denominada por el autor como semiótica social. Esta se centra en estudiar, cómo los estudiantes en interacción con el profesor construyen significados y formas de significar a través del uso intencionado del sistema de recursos culturales de palabras, imágenes, símbolos y acciones, traducidos en el lenguaje de las representaciones visuales, el simbolismo matemático y las operaciones experimentales propias de las ciencias.

Estos presupuestos han aumentado el interés por indagar la forma como influye la base del conocimiento para la enseñanza de las ciencias, referente a las características lingüísticas y semióticas que subyacen al discurso científico, durante la comprensión de los estudiantes de las entidades y procesos que fundamentan los fenómenos naturales (Lemke, 1992; Márquez et al., 2006; Jewitt, 2008). De ahí que, desde mediados de la década del noventa se han llevado a cabo una diversidad de estudios cuyo objeto de investigación ha sido documentar el lenguaje en uso, y todas las formas de comunicación escrita, verbal y no verbal acontecidas en las aulas de ciencias (Lemke, 1990; Candela, 2018).

Por todo esto se considera que, si bien el Conocimiento Pedagógico del Contenido (en adelante CPC) es una base de conocimiento clave (Shulman, 1987) para el proceso de diseño e implementación de ambientes de aprendizaje de tópicos específicos, esta no resulta suficiente a fin de andamiar a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos naturales (Unsworth, 2006). Desde luego, dicha base está configurada por una serie de elementos referentes a la interacción sinérgica que se da entre el conocimiento sustantivo y sintáctico de las ciencias y la pedagogía general (véase Shulman, 1987). Sin embargo, en esta no se representa de manera explícita el conocimiento de los rasgos textuales lingüísticos y semióticos, considerados herramientas de pensamiento esenciales en la construcción del discurso científico (Turkan et al., 2014).

Esta restricción ha generado la necesidad de reconceptualizar y extender el constructo del CPC de las ciencias, con la intención de hacer explícita y manifiesta la interacción sinérgica que existe entre

el contenido, la pedagogía y el lenguaje desde las perspectivas lingüísticas y semióticas. De forma análoga a lo realizado por Shulman (1987) en la generación de la base de conocimiento del CPC, en este manuscrito de reflexión, también, se combina de manera sinérgica el conocimiento del contenido, la pedagogía general y la semiótica con el propósito de producir la base del conocimiento denominada Conocimiento Pedagógico y Semiótico del Contenido de las ciencias (en adelante CPSC) (véase figura 1).

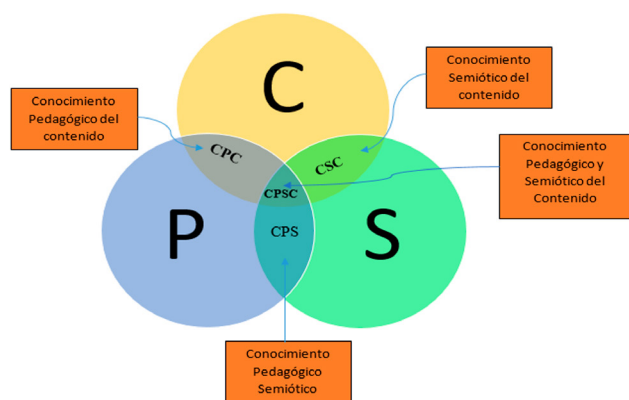


Figura 1. Conocimiento Pedagógico Semiótico del Contenido de las ciencias.

Fuente: El autor

Desde luego, la base del conocimiento del CPSC probablemente fundamentará los razonamientos y acciones pedagógicas del profesor de ciencias a lo largo de la práctica de la planeación y enseñanza de un contenido de las ciencias que se encuentra alineado con un determinado fenómeno natural. De ahí que, el CPSC orientará la toma de decisiones curriculares e instruccionales con el fin de representar de forma apropiada un contenido curricular, teniendo en consideración, además de los elementos del CPC (véase Shulman, 1987 para mayor profundidad), el conocimiento de los rasgos textuales lingüísticos y semióticos propios del discurso de las ciencias. Este CPSC le permitirá al profesor hacer un uso intencional y deliberado de las herramientas semióticas y prácticas culturales que caracterizan la actividad científica, con miras a asistir a los estudiantes en el aprendizaje comprensivo de los contenidos del currículo de las ciencias.

De modo que, se ha comenzado a plantear la hipótesis que los profesores en formación y ejercicio deben identificar, desarrollar y apropiarse los principales elementos curriculares e instruccionales que emergen de la combinación sinérgica, entre el contenido, la pedagogía y la semiótica que caracterizan el proceso de enculturación científica de los estudiantes en la escuela primaria y secundaria. Desde luego, este CPSC orientará el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos que brinde la oportunidad a los estudiantes de alcanzar una alfabetización en el sentido fundamental y derivado de las ciencias (Norris y Philips, 2003).

Este manuscrito de reflexión tiene como propósito clave la conceptualización del CPSC de las ciencias, como una base de conocimiento que fundamente la práctica de la planeación y la enseñanza de los contenidos que representan los fenómenos naturales. Por supuesto, el marco analítico que subyace al CPSC de las ciencias, quizás les permita a los profesores en formación y en ejercicio comenzar a tomar en consideración la comprensión más reciente del papel del lenguaje en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Los anteriores presupuestos han direccionado la siguiente pregunta de reflexión: ¿Cuáles son los elementos teóricos y metodológicos que configuran la base del conocimiento del CPSC de las ciencias?

2. Las formas de representar los fenómenos naturales en la educación en ciencias

En la actualidad existe un fuerte interés de la investigación en articular la actividad científica, los procesos de construcción social de significado por parte de los estudiantes, y las opciones de representación que apoyan el aprendizaje de las ciencias en la escuela primaria y secundaria. Para ello, esta se ha orientado en la perspectiva de la semiótica de las ciencias como un discurso multimodal, donde el aprendizaje implica la integración de significados a través de diferentes modos lingüísticos y no lingüísticos (Halliday y Martin 1993; Lemke, 2004;

Peirce 1931); además, en las teorías socioculturales que asumen el aprendizaje de las ciencias como el proceso de inducción a las prácticas de producción de conocimiento de las comunidades científicas (Lemke, 2004; Lunsford et al., 2007).

Por todo esto, los investigadores en educación en ciencias han llegado al consenso que las ciencias deben entenderse a lo largo de su historia como el desarrollo e integración de discursos multimodales (Kress et al., 2001; Lemke, 2004; Norris y Phillips, 2003), donde diferentes modos satisfacen diversas necesidades en relación con el razonamiento y registro de la investigación científica. De esta manera, los modos matemáticos, verbales, gráficos y las acciones experimentales se han utilizado individualmente y de manera coordinada para representar las afirmaciones de conocimiento del discurso científico, con representaciones más recientes de las ciencias mediadas por tecnologías digitales que son consistentes con la evolución de estas disciplinas académicas. De ahí que, los estudiantes de la escuela primaria y secundaria deben aprender acerca de la naturaleza multimodal del discurso y la actividad científica.

El anterior presupuesto se encuentra fundamentado por una teoría semiótica del género de Mikhail Bakhtin (1986), teoría que defiende una visión más fluida de cómo los géneros son moldeados por las actividades sociales. En esta perspectiva se considera el discurso científico como una especie de género, cuya construcción epistémica se caracteriza por ser fluida y situada; y, además, estar influenciada por elementos políticos, económicos, e históricos propios del contexto social de construcción (Russell, 1999). También, este presupuesto se encuentra sustentado por el modelo trídico de sistemas de signos propuesto por Peirce (1931). Este erudito afirma que todas las prácticas disciplinarias de construcción de significado, incluidas las ciencias, están mediadas a través de la explicación trídica acerca de cómo los signos tienen significado para determinada comunidad de práctica, y estos se encuentran estrechamente relacionados a un fenómeno natural o material (véase figura 2).



Figura 2. Modelo trídico del sistema de signos de Peirce.
Fuente: Peirce (1931)

Así pues, Peirce (1931) considera que en las ciencias o en cualquier otro campo de conocimiento, a lo largo de la transacción de significados y formas de significar los sujetos diferencian e integran las representaciones referentes al signo o significante, la interpretación o el sentido que el intérprete le da a este signo (significado) y su referente, o los fenómenos a los que se refieren tanto la interpretación como el significante. Por ejemplo, en la construcción del modelo teórico de combustión, el signo es la ecuación química balanceada ($1\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 1\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$); el significado hace referencia al rompimiento y formación simultánea de fuerzas inter e intramoleculares entre las moléculas de reactivos para formar moléculas y/o átomos como productos; por supuesto esta interacción molecular se da de forma proporcional.

Al enfrentar a los estudiantes al estudio de un fenómeno natural en el marco de la experimentación se espera que reconozcan las diferencias entre un modelo teórico, las diferentes formas en que este se puede representar y los fenómenos a los que se refiere. Esto implica que todos los intentos de los estudiantes por comprender o explicar conceptos

en ciencias, involucra un trabajo de representación en el sentido de que tienen que utilizar sus recursos sociocognitivos y representacionales actuales, para dar sentido a los conceptos científicos que son nuevos para ellos y que se reiteran en nuevas representaciones que deben ser recién interpretadas. Llegar a saber qué significan el equilibrio químico o las disoluciones como conceptos y palabras en las ciencias, debe implicar la comprensión y el uso de los recursos semióticos adecuados a fin de establecer vínculos cognitivos entre los fenómenos apropiados y las explicaciones teóricas y científicas de estos fenómenos.

Desde esta perspectiva de la semiótica social se conceptualiza el aprendizaje de las ciencias como el proceso sociocultural mediante el cual los estudiantes llegan a comprender cómo interpretar y construir significados, procesos y procedimientos de razonamiento científicos utilizando las convenciones y modos de representación semiótico de estas disciplinas (Lemke, 2004). Este proceso de construcción de significado implica que los aprendices puedan reconocer y vincular, de forma conceptual y práctica, cada uno de los elementos del sistema triádico de Peirce a fin de pensar y actuar de forma científica (véase ejemplo en la figura 3).

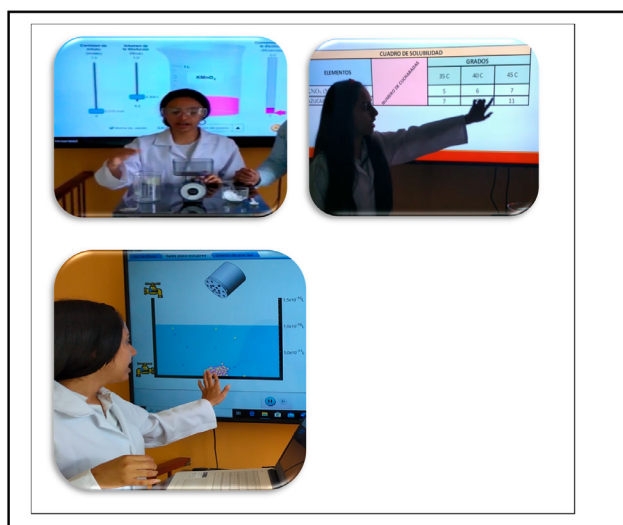


Figura 3. Estudiantes usando diferentes modos semióticos para representar la solubilidad.

Fuente: Candela (2023).

En este sentido, los estudiantes dan nuevos significados al objeto natural o material a través de un proceso de reconocimiento de modelos o modos semióticos que se encuentran alineados con las características del evento/objeto (referente) y los signos representacionales apropiados para materializar dicho sentido. Por supuesto, este proceso sociocognitivo se da mediado por las herramientas conceptuales y prácticas culturales adquiridas por los estudiantes a lo largo de la enculturación científica recibida en su escolaridad. Cada marco modal (convenciones semióticas, p.ej., gráficas, tablas, ecuaciones químicas, entre otras) les suministra posibilidad a los aprendices para mapear y organizar dichos vínculos epistémicos en función de la comprensión del fenómeno natural.

3. El Conocimiento Pedagógico y Semiótico del Contenido una base para la enseñanza de las ciencias

La conceptualización de la base del conocimiento para la enseñanza de los contenidos del currículo de las ciencias en este manuscrito está fundamentada desde las siguientes perspectivas: la teoría de la Lingüística Funcional Sistemática, la teoría de género de Bakhtin (1986), y el modelo triádico de Peirce (1931). Estas perspectivas han contribuido sustancialmente a la comprensión e identificación de los desafíos lingüísticos y semióticos que enfrentan los estudiantes a fin de adquirir las herramientas conceptuales y las prácticas culturales propias de la comunidad científica (Fang, 2006). Estas teorías se convierten en los lentes conceptuales que permiten identificar y apropiar los rasgos textuales lingüísticos y semióticos que caracterizan el proceso de negociación de significados y formas de significar, tanto en la comunidad científica como en el aula de ciencias para fines pedagógicos. Por supuesto, dichos elementos lingüísticos y semióticos son documentados en la base del conocimiento para la enseñanza del CPSC.

Estas perspectivas de orden lingüístico y semiótico que orientarán el diseño y la implementación de un

ambiente de aprendizaje de un contenido específico consideran que la enseñanza de las ciencias se encuentra estrechamente vinculada a los antecedentes culturales de estas disciplinas. Así pues, los razonamientos y las acciones pedagógicas que orientan la práctica de la planeación y la enseñanza de un contenido deben estar fundamentada por la base del CPSC, la cual permite desempacar las demandas del lenguaje asociadas con el discurso científico y las prácticas culturales de esta área de conocimiento. Así, el CPSC les permite a los profesores de ciencias identificar y apropiar los rasgos retóricos propios de los actos de comunicación en la comunidad científica, con el propósito de brindarles a los estudiantes la oportunidad de hablar, leer y escribir de y sobre las ciencias (Lemke, 1990; Candela, 2020).

En este sentido, se considera que los profesores de ciencias en formación y ejercicio deben ser preparados para enseñar el contenido, el proceso y las características lingüísticas y semióticas inherentes del discurso científico (Lucas, 2011). Por esto, se ha comenzado a afirmar que un buen profesor de ciencias es aquel quien reconoce y utiliza los elementos lingüísticos y semióticos propios del discurso científico en el marco de la experimentación como herramientas sociocognitivas que ayudan a mediar el aprendizaje de estas disciplinas (Candela, 2023). De ahí que, Lucas y Villegas (2011) argumentan que los profesores de cualquier disciplina necesitan (a) aprender acerca del lenguaje que fundamenta el discurso de la disciplina, (b) comprender e identificar las demandas del lenguaje que subyacen al contenido disciplinar con el ánimo de asistir a los estudiantes durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje, y (c) andamiar a los estudiantes en el uso deliberado e intencionado del discurso científico. Conviene subrayar que, el CPSC entonces fundamentará, teórica y metodológicamente, la toma de decisiones curriculares e instruccionales, materializadas en el diseño e implementación de una secuencia de actividades de aprendizaje, cuyo fin es andamiar a los estudiantes en la comprensión del fenómeno natural estudiado.

Por otro lado, la integración de la semiótica que caracteriza el discurso científico con el conocimiento del contenido y la pedagogía ha tenido dificultades semejantes a las que enfrentó Shulman (1987), cuando propuso combinar de forma sinérgica el Contenido con la Pedagogía a fin de generar la base del conocimiento del CPC de una disciplina específica. De hecho, todos los investigadores y profesores del campo de la educación en ciencias coinciden en que la oralidad, la lectura y la escritura de textos académicos son mediadores en la construcción del conocimiento científico en el aula; sin embargo, muchos afirman que la enseñanza explícita de los rasgos lingüísticos y semióticos del discurso científico debe ser llevada a cabo en el área de lenguaje y literatura (Kress y Selander, 2012). Es decir, el profesor de química, física o biología no tiene la responsabilidad de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje de contenidos específicos donde se representen, formulen y andamien la identificación y apropiación de los rasgos textuales que caracterizan el proceso de transacción de significados y formas de significar propio de los actos de comunicación de esta comunidad de práctica.

Con el propósito de comenzar a superar la anterior restricción, Candela (2018) ha considerado la necesidad de generar una base de conocimiento para la enseñanza de las ciencias donde se enfatizen las conexiones, interacciones, suministros y restricciones entre el contenido, la pedagogía y la semiótica. De ahí que, la integración multiplicativa de estos elementos epistémicos formula tres especies de conocimiento, a saber: Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC); Conocimiento Semiótico del Contenido (CSC); y Conocimiento Pedagógico Semiótico (CPS) (véase figura 1). Por supuesto, cada uno de estos elementos se entretajan de forma sinérgica con el fin de configurar un sistema epistémico que oriente, de manera intencionada, los razonamientos y acciones pedagógicas del profesor de ciencias durante la planeación y la enseñanza de un contenido de las ciencias relacionado con fenómeno natural particular.

3.1 Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC)

Shulman (1987) en la década de los ochenta formuló el Conocimiento Pedagógico del Contenido (en adelante CPC) como una de las siete bases del conocimiento para la enseñanza que ayuda a configurar el pensamiento del profesor. Así pues, él argumenta que el CPC resulta de la combinación sinérgica entre el conocimiento disciplinar (sustantivo y sintáctico) y la pedagogía general (véase Shulman (1987), para una discusión más profunda)). Esta combinación se traduce en el conocimiento de los siguientes elementos: conocimiento de las herramientas conceptuales y prácticas culturales de las ciencias; conocimiento de las metas de aprendizaje y enseñanza; conocimiento de los propósitos de la enseñanza del contenido; conocimiento de las dificultades/concepciones alternativas con las que llega el estudiante al aula de ciencias; conocimiento de las potencialidades y limitaciones que ofrecen los recursos curriculares de orden material y tecnológico; conocimiento de las formas de representar y formular el contenido; conocimiento de las estrategias y modelos de enseñanza; y conocimiento de las herramientas de evaluación específica alineadas con el contenido (Candela y Viáfara, 2014). Como se evidencia en los anteriores elementos, la base del conocimiento del CPC no aborda de forma explícita los rasgos lingüísticos y semióticos que le dan una identidad al discurso científico. Con el propósito de comenzar a superar dicha restricción, en este manuscrito se ha representado las bases del Conocimiento Semiótico del Contenido (CSC), y Conocimiento Pedagógico Semiótico (CPS).

3.2 Conocimiento Semiótico del Contenido (CSC)

Axelsson y Danielsson (2012) argumentan que la transacción de significados y formas de significar en las ciencias y la educación en ciencias está mediada por un lenguaje de carácter multimodal. Es decir, los actos de comunicación en estas dos comunidades de práctica se caracterizan por ir más allá del lenguaje

oral y escrito. Por tanto, el discurso científico en las ciencias, y enseñanza y aprendizaje de las ciencias se caracteriza por la integración multiplicativa entre los siguientes modos semióticos: lenguaje oral y escrito; representaciones visuales y gráficas; acciones experimentales; lenguaje gestual, entre otros (véase ejemplo en la figura 4).



Figura 4. Los diferentes modos semióticos que median la comunicación multimodal en el aula de ciencias. **Fuente:** Muñoz (2020, pp. 67-68)

Esta situación ha motivado el movimiento de los marcos teóricos que subyacen a la línea de investigación del lenguaje en la educación en ciencias, desde la lingüística focalizada en los modos oral y escrito, a la semiótica social cuyo centro son todos los recursos semióticos disponibles para la construcción del discurso científico en las aulas de ciencias. Estos son utilizados como una herramienta cultural por el profesor y los estudiantes como miembros de este grupo social con el ánimo de ayudar a mediar la comprensión de los fenómenos científicos. A pesar de todo esto, las teorizaciones lingüísticas referentes a los rasgos retóricos que también caracterizan las transacciones de significado en las ciencias y en el aula de ciencias, continuarán jugando un papel clave en los diversos actos de comunicación coherente en estos dos grupos sociales (Candela, 2018). Por supuesto, la materialización del lenguaje verbal (modo oral y escrito) ha comenzado a ser considerado un modo de comunicación multimodal.

Por ejemplo, en la comunicación oral, a lo largo de la emisión de los sonidos de las palabras se usan gestos, tonos y expresiones faciales. En la escritura, aparte de seleccionar las expresiones verbales, siempre se ha hecho la elección acerca de la posición del texto en la página, el estilo redaccional, y el formato de la letra (Axelsson y Danielsson, 2012). En este sentido, el Conocimiento Semiótico del Contenido se encuentra configurado, tanto por los rasgos retóricos de naturaleza lingüística, como por los principios semióticos que caracterizan las composiciones textuales orales o escritas que le dan vida al discurso científico.

Así, los rasgos retóricos de orden lingüísticos que caracterizan el discurso científico tienen una funcionalidad a nivel de la palabra, oración y discurso. Desde luego, la identificación y apropiación de estos rasgos retóricos les genera a los estudiantes altas demandas sociocognitivas. Esta situación ha producido la necesidad de que los profesores de ciencias identifiquen los aspectos de orden lingüísticos que obstaculizan la lectura y el diseño de composiciones textuales durante la transacción de significados y formas de significar en el marco de la actividad científica. Esta estrategia pedagógica debe orientar la toma de decisiones curriculares e instruccionales de los enseñantes, con el fin de ofrecerles a los aprendices la ayuda y orientación apropiada a medida que se enfrentan con el lenguaje académico que caracteriza el discurso científico (Fang, 2006; Fang, 2016). Por todo esto, Fang (2006), Schleppegrell (2004), y Fang (2014) evidenciaron un conjunto de rasgos retóricos que el profesor y los estudiantes deben identificar y apropiar, con el ánimo de hacer un uso deliberado de estos a lo largo de los actos de comunicación en el marco de la experimentación que median la construcción del conocimiento (véase Tabla 1).

Asimismo, la emergencia de las TIC como herramientas de pensamiento y construcción de conocimiento al primer plano de la educación en ciencias, trajo un cambio en la forma de mediar los actos de comunicación. Desde luego, los medios digitales, más que el libro de texto impreso, son cada vez más el lugar de aparición y distribución de los recursos de

Tabla 1. Principales características lingüísticas del discurso científico.

Característica lingüística y conceptualización
Vocabulario técnico. Palabras técnicas utilizadas para transmitir con precisión el conocimiento especializado de la ciencia.
Elipsis. Omisión de palabras, frases o cláusulas con el fin de evitar las redundancias innecesarias durante la descripción y explicación de las entidades y procesos que subyace a un fenómeno natural.
Cláusulas subordinadas. Son aquellas cuya existencia depende de la cláusula principal.
Sustantivos abstractos. El lenguaje científico teoriza experiencias concretas de la vida cotidiana, es decir, convierte los eventos concretos (expresados por verbos) y atributos (expresados por adjetivos) en entidades abstractas (expresados por sustantivos), que luego pueden convertirse en el sujeto a ser examinado más a fondo (nominalización).
Frasas sustantivas largas. La alta densidad lexical que caracteriza el discurso científico se logra a través del uso de frases nominales extendidas, que comprimen información que normalmente tomaría varias cláusulas para transmitir en el lenguaje cotidiano.
Oraciones complejas. Las proposiciones en el discurso científico tienen una estructura semántica y sintáctica de carácter jerárquico, materializada a través de una relación causal y subordinada entre dos o más cláusulas.

Fuente. El autor

aprendizaje, en ese sentido, la escritura está siendo desplazada por la imagen como modo central de representación. Esta situación ha generado en los estudiantes la necesidad de leer cada vez más estas especies de composiciones multimodales materializadas en formatos digitales.

Por todo esto, se considera que la lectura y la escritura intencional y deliberada de los textos académicos multimodales las fundamentan, no sólo el conocimiento de los rasgos lingüísticos, sino también la identificación y apropiación situada de los rasgos semióticos propios de las composiciones multimodales. Además, el explicitar estos rasgos semióticos en el contexto de la negociación de significados y formas de significar en el aula de ciencias, generó el interés de considerar la tarea de escritura como un proceso de diseño de composiciones multimodales (Candela, 2021). Esta es una práctica deliberada en la que los modos, medios, marcos y sitios de exhibición, por un lado, y los propósitos retóricos, los intereses del diseñador y las características de la audiencia, por el otro, se ponen en coherencia entre sí (Kress, 2009; Hand y Choi, 2010).

De ahí que, se hace necesario presentar las herramientas conceptuales y analíticas que pueden iluminar los principios del diseño y lectura de composiciones textuales, a fin de ayudar a comprender el mundo representativo multimodal que caracteriza el discurso científico en las aulas de ciencias. Los conceptos clave son el signo, el modo, el medio, el marco y la forma de exhibición (Halliday, 1978; Hodge y Kress, 1988; Jewitt, 2008; Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis, 2001; Kress y van Leeuwen, 2006) (Véase tabla 2).

3.3 Conocimiento Pedagógico Semiótico (CPS)

El CSC muestra que el discurso científico escolar está configurado por una gama de características lingüísticas y semióticas, cuyo uso deliberado demanda en los estudiantes altos esfuerzos sociocognitivos con

el fin de construir la comprensión de un fenómeno natural. Esta situación ha generado el interés de producir la base del Conocimiento Pedagógico y Semiótico (en adelante CPS), que orientaría al profesor en el diseño y la implementación de ambientes de aprendizaje fundamentados en expectativas curriculares centradas en brindarles a los estudiantes la oportunidad de identificar y apropiar los rasgos retóricos que estructuran sintáctica y semánticamente el discurso de las ciencias (Candela, 2018; Candela, 2020).

Sin una conciencia explícita de estos rasgos lingüísticos y semióticos, es probable que los estudiantes experimenten dificultades en el aprendizaje de las ciencias. Por supuesto, esta base de conocimiento los ayudaría a comprender mejor, cómo el lenguaje construye formas particulares de pensamiento y razonamiento en las ciencias; además, les permitiría

Tabla 2. Rasgos retóricos de naturaleza semiótica que caracterizan los actos de comunicación multimodales de las ciencias.

Conceptualización de los rasgos retóricos de naturaleza semiótica
Signo. Los signos son elementos convencionales en los que el significado y el fenómeno material o social se entretajan en una relación sinérgica, motivada por un interés deliberado del diseñador del texto multimodal. Así, el proceso de creación de esta clase de composición textual está determinado por la disponibilidad y adecuación de los recursos semióticos a los significados que el diseñador desea comunicar a una audiencia particular.
Modos. Un modo es un recurso semiótico, social y cultural establecido de forma convencional por los miembros de una comunidad de práctica, con el fin de darle solución a los múltiples problemas de carácter complejo e inciertos que se encuentran alineados con un determinado fenómeno natural. De ahí que, la imagen en movimiento o estática, la escritura, los gestos, el discurso, las acciones experimentales y el audio, son considerados ejemplos de modos, utilizados frecuentemente como mediadores del aprendizaje de un contenido particular. La construcción de un significado se da como el resultado de la integración multiplicativa de varios modos.
Interés. El interés del diseñador de recursos de aprendizaje es doble: retórico/pedagógico y epistemológico. El interés pedagógico responde a la pregunta: "¿Cómo puedo realizar mejor mi relación social con el público imaginario?"; el interés epistemológico a la pregunta: "¿Cómo se representa mejor el contenido de la disciplina mientras se maximiza el compromiso del estudiante?" Los intereses del productor y de la audiencia están determinados por el entorno social, cultural, económico, político y tecnológico en el que se construye el texto multimodal.
El signo y el uso situado. La transacción de significados y formas de significar está mediada por la interacción sinérgica entre el diseñador, el sistema complejo de signos (texto multimodal) y la audiencia particular. En este sentido, la propiedad orgánica de los textos emerge en el momento en que son utilizados por una audiencia singular con un propósito epistémico particular. Por tanto, los textos solo cobran "vida" cuando se ponen en acción y en comunicación, por sí mismos y en interacción con otros.
Medio. El medio es el recurso material que le permite a los sujetos documentar los sentidos producidos en el marco de una transacción de significados (p. ej., texto impreso o digital; hablante como cuerpo y voz). También, presenta una característica social, dado que, este resulta de las prácticas semióticas, socioculturales y tecnológicas de una determinada comunidad de práctica (p. ej., el cine, el periódico, la cartelera, la radio, la televisión, el teatro, un aula, etc.).
Sitios de exhibición. Es el espacio que se hace disponible como medio para la exhibición de texto como un sistema complejo de signos.

Fuente. El autor

ampliar su participación en los diversos contextos del aprendizaje de estas disciplinas (Schleppegrell, 2004). Por todo esto, hablar, leer y escribir de y sobre las ciencias es un requisito indispensable en el proceso de enculturación científica.

Definitivamente, el CPS es una herramienta epistémica que representa un conjunto de estrategias pedagógicas específicas, cuyo propósito es desempacar y mostrar la organización y la lógica léxico, gramatical y semiótica que subyacen al lenguaje académico de las ciencias. Por supuesto, debido a que su base teórica proviene de la lingüística funcional sistémica (Schleppegrell, 2004), estas estrategias difieren de la instrucción gramatical tradicional basada en reglas, y tienen el potencial de desarrollar percepciones lingüísticas y semióticas entre los estudiantes con el ánimo de facilitar la identificación y apropiación de los rasgos retóricos lingüísticos y semióticos necesarios en el aprendizaje de las ciencias (Fang, 2006). De hecho, este conocimiento sintáctico y semántico ayuda al profesor a promover la comprensión y uso del lenguaje científico en las aulas de ciencias.

Asimismo, el CPS de las ciencias no debe interpretarse como una devaluación de las habilidades básicas de lectura y escritura, destrezas que los estudiantes han abordado a lo largo de la escolaridad en la asignatura de lengua castellana. Más bien, estas habilidades lingüísticas deben ser complementadas por las estrategias semióticas, con el propósito de suministrarles la posibilidad de aprender a leer y diseñar composiciones multimodales que representan las entidades y procesos que subyacen a los fenómenos naturales.

Esta base de conocimiento del CPS le permite al profesor de ciencias diseñar e implementar actividades de aprendizaje que representen, además del fenómeno natural estudiado, los rasgos retóricos lingüísticos y semióticos que caracterizan el lenguaje de las ciencias. Es decir, la secuencia de actividades debe estar configurada por tareas alineadas, tanto a la comprensión del contenido de las ciencias, como a la apropiación y uso de los recursos lingüísticos y semióticos. Conviene

subrayar, estos últimos tienen que ser enseñados por el profesor en el marco de las actividades experimentales (Candela, 2020) (véase ejemplo en la figura 5).

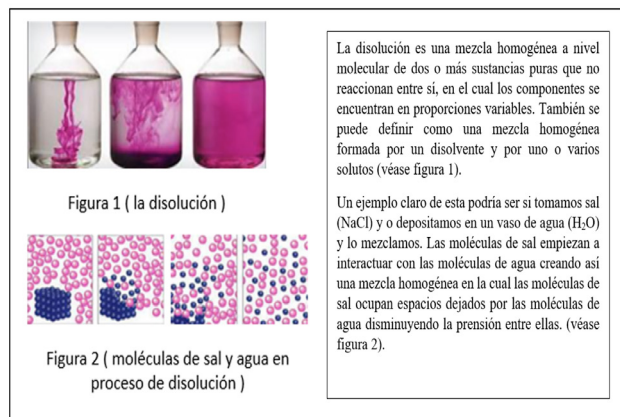


Figura 5. Texto multimodal diseñado por estudiantes de grado once para representar el fenómeno de disoluciones.

Fuente: Candela (2019, p. 153).

Así pues, esta perspectiva lingüística-semiótica de la enseñanza de las ciencias le permite al profesor andamiar a los estudiantes en el desarrollo de los procesos cognitivos de naturaleza lingüística, con el ánimo de que hagan un uso deliberado de estos como herramientas de construcción del conocimiento científico escolar. Por ejemplo, la nominalización es un proceso cognitivo lingüístico que permite la transformación de las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural (expresados en verbos y adjetivos) en un modelo teórico abstracto (expresado en sustantivo). Así pues, los estudiantes deben aprender a realizar razonamientos de nominalización a lo largo de la construcción de composiciones textuales referentes a las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural estudiado. Para ello, el profesor tendrá que enfrentarlos a tareas donde sinteticen la información textual que está describiendo un proceso alineado al fenómeno natural a través de un sustantivo o frase nominalizada que podrá convertirse en el sujeto de la siguiente frase que desarrolla la proposición principal, cuyo propósito es explicar el fenómeno.

El parafraseo es otra de las estrategias necesaria para que los estudiantes se apropien de los rasgos lingüísticos de las composiciones textuales de las ciencias. Este consiste en que los estudiantes traduzcan sus modelos mentales expresados de forma oral (emergidos de la transacción de significados en el marco de una actividad experimental específica) en una composición escrita de naturaleza académica. Resulta importante que el profesor de ciencias a lo largo de la actividad de parafraseo, enseñe de manera explícita los aspectos referentes a la estructura sintáctica y semántica a nivel de la oración y el párrafo que caracterizan la textualización de los textos científicos (p. ej., la relación tema y rema, oraciones complejas, frases sustantivas, elipsis, entre otras) (véase ejemplo en la figura 5).

Por otro lado, conviene subrayar que la transacción de significados y formas de significar en el aula de ciencias es inherentemente multimodal. En este sentido, se genera la necesidad de que los estudiantes logren identificar y apropiar, además de los rasgos retóricos lingüísticos, también, los rasgos de naturaleza semiótica, aspectos que funcionan como mediadores culturales en la comprensión de los fenómenos naturales. Esta situación ha llevado a los eruditos de la línea de investigación del lenguaje a considerar que dicho proceso epistémico se encuentra fundamentado por tres principios: interacción sinérgica de los diferentes modos semióticos que configuran un texto, intertextualidad, y transducción.

El principio de la interacción sinérgica entre los modos semióticos más aptos para representar un fenómeno natural ejerce una fuerte influencia en el diseño del texto multimodal, cuya función es la de materializar y exhibir el modelo teórico alineado a dicho fenómeno. Este principio se caracteriza por orientar la integración multiplicativa de un complejo sistema de signos o modos semióticos que son exhibidos a través de diferentes tipos de medios en el marco de prácticas semióticas, socioculturales y tecnológicas (Bezemer y Kress, 2008) (véase ejemplo en la figura 6).

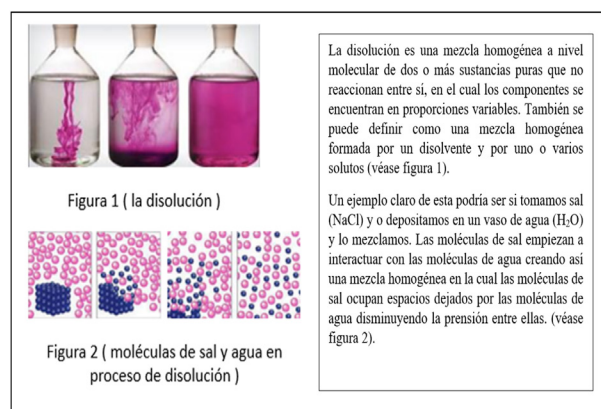


Figura 6. Texto multimodal diseñado por los estudiantes de grado once, que representa las reacciones químicas reversibles.

Fuente: Candela (2021, p. 131).

Ahora bien, desde el punto de vista del aprendizaje de las ciencias los estudiantes presentan dificultades en la comprensión de cómo los modos semióticos son usados, seleccionados y combinados a fin de expresar y materializar sus modelos mentales emergidos de la discusión colegiada en el marco de las actividades experimentales. De hecho, Danielsson y Selander (2016) argumentan que no todos los estudiantes de la escuela primaria y secundaria hacen un uso deliberado de los modos semióticos que caracterizan los actos de comunicación en el aula de ciencias. De ahí que, en las dos últimas décadas se haya considerado la necesidad de brindarles apoyo pedagógico a fin de que comprendan el papel y función de las múltiples representaciones modales en las ciencias. En ese sentido, los estudiantes tienen que aprender que la integración multiplicativa de los modos permite maximizar las explicaciones y descripciones de los fenómenos naturales (Waldrip et al., 2010). Además, comprender que una única representación no puede cubrir todos los aspectos de un tópico, o que las diferentes representaciones tratan el mismo contenido desde diferentes perspectivas (véase ejemplo en la figura 7).

Por esto, el profesor de ciencias en el marco de las actividades experimentales debe instruir explícitamente a los estudiantes acerca de las estrategias de

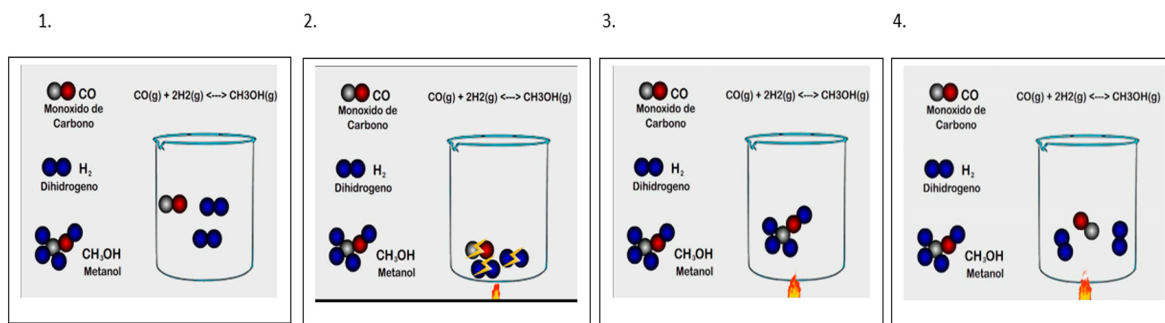


Figura 7. Texto diseñado por un estudiante en el marco de la experimentación usando la transducción.

Fuente: Candela (2023).

cómo diseñar y leer las composiciones multimodales que representan un determinado fenómeno natural. Así pues, las tareas tienen que estar orientadas a que los estudiantes tomen conciencia que el diseño de los textos multimodales está influenciado por el propósito comunicativo y el marco teórico que probablemente tendrá una audiencia particular. También, las tareas referentes a la lectura de textos multimodales en el marco de las discusiones metatextuales deben brindarles la oportunidad de identificar los diferentes recursos semióticos que configuran el texto (imágenes, diagramas, títulos, párrafos introductorios, gráficas, entre otros), junto con el significado que cada uno de estos aporta a la construcción de la idea global de la composición textual (Unsworth, 2006; Danielsson y Selander, 2016).

El principio de la transducción, también, ayuda a fundamentar los actos de comunicación de carácter multimodal en el aula de ciencias. Este les permite a los profesores y estudiantes transducir una idea representada en un sistema de modos semióticos a otro, con el ánimo de combinar las fortalezas que encarnan cada uno de estos sistemas representacionales, a fin de poder expresar con mayor precisión los modelos mentales que intentan representar las entidades y procesos que subyacen al fenómeno natural estudiado. Conviene subrayar que, difícilmente podrá haber una transducción perfecta de un sistema de modos a otro, dado que todo recurso representacional proporciona diferentes potencialidades y limitaciones (affordances), generándose con

esto ganancias y pérdidas durante la transacción de significados y formas de significar (véase ejemplo en la figura 7).

Por todo esto, el profesor de ciencias debe diseñar e implementar ambientes de aprendizaje de contenidos específicos en el marco de la experimentación, que les brinde a los estudiantes la oportunidad de hacer un uso funcional y consciente del principio de la transducción a lo largo del diseño y lectura de las composiciones multimodales. Por supuesto, el desarrollo de este principio tiene una alta demanda sociocognitiva para los estudiantes, de ahí que, se argumente que quienes logren identificarlo y apropiarlo tienen una alta probabilidad de desarrollar una comprensión más profunda de los textos, las estructuras de información y la organización textual del conocimiento científico escolar, aspectos claves para el desarrollo de la comprensión de los fenómenos naturales (Danielsson y Selander, 2016). Finalmente, el principio de la intertextualidad se encuentra fundamentado por la relación intencional y deliberada que el sujeto establece entre su sistema teórico y metodológico, proveniente de textos y discursos elaborados en otras ocasiones, y las propiedades que caracterizan el fenómeno natural y/o texto que se encuentra estudiando (Lemke, 1990). Resulta importante destacar que este principio, también, se da al interior de un solo texto. Por lo tanto, los sentidos en que se construyen y las formas en que se hacen, siempre van a depender del nivel de convencionalidad y relaciones semánticas que se dan entre los textos o dentro de un texto. Estas han

sido documentadas por medio de las herramientas conceptuales y prácticas culturales propias de la comunidad científica y el aula de ciencias (Lemke, 1990).

De ahí que, el profesor de ciencias deba diseñar e implementar actividades de aprendizaje en el marco de las prácticas experimentales que les brinde a los estudiantes la oportunidad de establecer relaciones entre los textos que documentan los modelos teóricos construidos a lo largo de su escolaridad (inter-textos). Desde luego, esta orientación pedagógica tiene como meta que los aprendices comprendan los principios generales que orientan el establecimiento de las relaciones semánticas que puede haber entre los textos o los discursos generados en otras ocasiones (véase ejemplo en la figura 8).

4. Conclusiones

La enculturación científica de los estudiantes en la escuela primaria y secundaria se encuentra vinculada, con el desarrollo de las habilidades socio-cognitivas alineadas a las formas de representar las entidades y procesos que subyacen a los fenómenos

naturales. Así pues, esta expectativa curricular se visualiza como una práctica cultural que abarcan formas específicas de hablar, escribir, leer, ver, modelar, graficar y actuar dentro de la comunidad discursiva del aula de ciencias. Este presupuesto ha estimulado la generación de la base del conocimiento para la enseñanza del CPSC, elemento que juega un papel clave en el logro de dicha meta educativa. Los elementos que configuran esta base (p. ej., CSC, CPS, y CPC), fundamentan disciplinar, pedagógica y semióticamente la toma de decisiones curriculares e instruccionales, que se traducen en el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos en el marco de las actividades experimentales. Así, el CSC documenta los rasgos retóricos de carácter lingüísticos y semióticos que le dan identidad al discurso científico; el CPS representa el uso deliberado de estos rasgos retóricos desde argumentos pedagógicos; y el CPC explicita las dificultades/concepciones alternativas, estrategias/modelos de enseñanza y formas de representar los contenidos de las ciencias. Por supuesto, estos tres aspectos se entretajan durante el diseño e implementación de actividades de aprendizaje, cuyas tareas representan, tanto los productos y procesos de las ciencias, como los elementos sociocognitivos de carácter lingüístico-semiótico que subyacen la construcción del conocimiento científico escolar.

5. Referencias

- Axelsson, M., y Danielsson, K. (2012). 6 Multimodality in the Science Classroom. In *Literacy Practices in Transition* (pp. 140-164). Multilingual Matters.
- Baker, L., y Saul, W. (1994). Considering science and language arts connections: A study of teacher cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1023-1037.
- Bakhtin, M. M. (1986). The problem of speech genres. In: Emerson, C. & Holquist, M. *Speech Genres and Other Late Essays* (pp. 60-102). University of Texas Press.
- Bezemer, J., y Kress, G. (2008). Writing in multimodal texts: A social semiotic account of designs for learning. *Written Communication*, 25(2), 166-195.

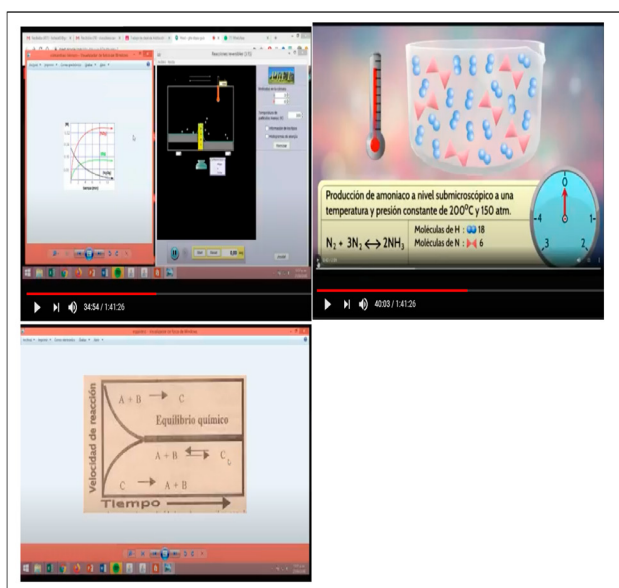


Figura 8. Texto multimodal que representa el equilibrio químico presentado por un profesor.

Fuente: Candela (2023).

- Candela, B. F. (2018). El lenguaje y las múltiples representaciones externas. Estrategias de pensamiento en el aprendizaje de las ciencias. Programa Editorial Universidad del Valle.
- Candela, B. F. (2019). 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* 14(1), 143-161.
- Candela, B. F. (2020). Oralidad, lectura y escritura competencias mediadoras del aprendizaje del currículo de Química: el caso del equilibrio químico. *Revista Científica*, 1(37), 18-29. DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.14839>.
- Candela, B. F. (2021). El diseño y desarrollo de animaciones como estrategia que ayuda a mediar la comprensión del equilibrio químico en la escuela. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (75), 124-136.
- Candela, B. F. (2023). *El lenguaje multimodal: elemento constitutivo de la educación en ciencias desde una perspectiva sociocultural*. Programa Editorial UNIVALLE.
- Candela, B. F., & Viafara, R. (2014). *Aprendiendo a enseñar química*. Programa Editorial UNIVALLE.
- Danielsson, K., y Selander, S. (2016). Reading Multimodal Texts for Learning – a Model for Cultivating Multimodal Literacy. *Designs for Learning*, 8(1), 25-36, DOI: <http://dx.doi.org/10.16993/dfl.72>
- Fang, Z. (2006). The language demands of science reading in middle school. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520.
- Fang, Z. (2014). Preparing content area teachers for disciplinary literacy instruction: The role of literacy teacher educators. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 57(6), 444-448.
- Fang, Z. (2016). Teaching close reading with complex texts across content areas. *Research in the Teaching of English*, 51(1), 106.
- Fang, Z., y Schleppegrell, M. J. (2010). Disciplinary literacies across content areas: Supporting secondary reading through functional language analysis. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 53(7), 587-597.
- Halliday, M. A. K. (1978). *Language as a social semiotic*. London: Edward Arnold.
- Halliday, M. A. K., y Martin, J. R. (1993). *Writing science: Literacy and discursive power*. University of Pittsburgh Press.
- Hand, B., y Choi, A. (2010). Examining the impact of student use of multiple modal representations in constructing arguments in organic chemistry laboratory classes. *Research in Science Education*, 40(1), 29-44.
- Hodge, R., y Kress, G. (1988). *Social semiotics*. Polity Press.
- Jewitt, C. (2008). Multimodality and literacy in school classrooms. *Review of Research in Education*, 32(1), 241-267.
- Kress, G. (2009). What is mode? In Jewitt, C. (ed.). *The Routledge handbook of multimodal analysis* (pp. 54-67). Routledge.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., y Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning. The rhetorics of the science classroom*. Continuum.
- Kress, G., y Selander, S. (2012). Multimodal design, learning and cultures of recognition. *The Internet and Higher Education*, 15(4), 265-268.
- Kress, G., y van Leeuwen, T. (2006). *Reading images. The grammar of visual design*. (2nd Ed.) Routledge.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation.
- Lemke, J. L. (1992). Intertextuality and educational research. *Linguistics and Education*, 4, 257-67.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. Martin and R. Veel (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science* (pp. 87-113). Routledge.
- Lemke, J. L. (2004). The literacies of science. In E. W. Saul (ed.), *Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives on theory and practice* (pp. 33-47). International Reading Association/National Science Teachers Association.
- Lucas, T. (2011). Language, schooling, and the preparation of teachers for linguistic diversity. In: Lucas, T. *Teacher preparation for linguistically diverse classrooms: A resource for teacher educators* (pp. 3-17). Routledge.
- Lucas, T., y Villegas, A. M. (2011). A framework for preparing linguistically responsive teachers. In Lucas, T. *Teacher preparation for linguistically diverse classrooms: A resource for teacher educators* (pp. 55-72). Routledge.

- Lunsford, E., Melear, C., Roth, W. M., Perkins, M., y Hickok, L. (2007). Proliferation of inscriptions and transformations among preservice teachers engaged in authentic science. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 538-564.
- Márquez, C., Izquierdo, M., y Espinet, M. (2006). Multimodal science teachers' discourse in modeling the water cycle. *Science Education*, 90(2), 202-226.
- Norris, S. P., y Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- Peirce, C. (1931). Logic as semiotic: The theory of signs. In Buchler Justus (ed.), *Philosophical writings of Peirce (1893-1910)* (pp. 98-119). Dover. Reprint 1955.
- Ramos, W. F. (2019). Argumentación, comunicación y falacias: una perspectiva pragma-dialéctica. Autores: Frans H. van Eemeren y Rob Grootendorst. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*, 14(1), 162-164.
- Russell, D. (1999). Activity Theory and Process Approaches: Writing (Power) in School and Society. In: Kent, T. *Post-Process Theory: Beyond the Writing-Process Paradigm*. Southern Illinois University Press.
- Schleppegrell, M. (2004). *The language of schooling: A functional linguistics perspective*. Lawrence Erlbaum.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, Stanford*, 57(1), 1-22.
- Turkan, S., De Oliveira, L. C., Lee, O., y Phelps, G. (2014). Proposing a knowledge base for teaching academic content to English language learners: Disciplinary linguistic knowledge. *Teachers College Record*, 116(3), 1-30.
- Unsworth, L. (2006). Towards a metalanguage for multiliteracies education: Describing the meaning-making resources of language-image interaction. *English teaching: Practice and Critique*, 5(1), 55-76.
- Waldrip, B., Prain, V., y Carolan, J. (2010). Using multimodal representations to improve learning in junior secondary science. *Research in Science Education*, 40(1), 65-80.





O USO DE IMAGENS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORAS(ES) EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMPLEXA: RELATO DE EXPERIÊNCIA

THE USE OF IMAGES IN THE TRAINING OF TEACHERS IN COMPLEX ENVIRONMENTAL EDUCATION: EXPERIENCE REPORT

EL USO DE IMÁGENES EN LA FORMACIÓN DE DOCENTES EN EDUCACIÓN AMBIENTAL COMPLEJA: INFORME DE EXPERIENCIA

Patricia Neumann^{✉*}, Juliana Mara Antonio^{✉**}, Adriana Massê Kataoka^{✉***}

Cómo citar este artículo: Neumann, P., Antonio, M. J. y Kataoka, M. A. (2023). O Uso de Imagens na Formação de professoras (es) em Educação Ambiental Complexa: Relato de Experiência. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 318-334. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17215>

Resumo

A Educação Ambiental (EA) é um campo do conhecimento que busca compreender e enfrentar problemáticas socioambientais, como as mudanças climáticas, desigualdades sociais, crise hídrica, desmatamento, por conseguinte, a escola em parceria com as Universidades podem cooperar com ações mais concretas e efetivas para esse enfrentamento. Desse modo, o objetivo deste artigo é relatar a experiência sobre uso de imagens como recurso pedagógico na formação de professoras(es) em Educação Ambiental sob a perspectiva da complexidade. O método foi à pesquisa participante, tendo como participantes 18 professores(es) de uma escola de Educação Infantil e Fundamental. Os dados expostos correspondem a narrativas sobre o percurso percorrido durante o curso de formação. O uso de imagem como recurso pedagógico na formação de professores possibilitou uma abertura ao diálogo extremamente relevante na EA. Constatou-se que os participantes iniciaram o curso com uma perspectiva de meio ambiente natural e físico e sua visão se ampliou para o entendimento do meio como complexo, ou seja, incorporando dimensões sociais e culturais. Consideramos, assim, que o uso de imagens favoreceu a liberdade de expressão, o exercício da compreensão, da escuta, da constituição de sentidos e de singularidades que são fundamentais em uma sociedade e educação democrática, configurando-se em alternativa de instrumento significativo para a EA.

Palavras chave: Imagens. Complexidade. Morin. Educação ambiental.

Recibido: noviembre 2020; aprobado: mayo de 2023

* Mestra em Educação. Universidade de Caxias do Sul. Brasil. souhumanista@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2017-93571>.

** Mestra no Ensino de Ciências e Matemática. Governo do Estado de Santa Catarina. Brasil. julianamara85@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4759-3854>.

*** Doutora em Ciências. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Brasil. dri.kataoka@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8603-9587>.

Abstract

Environmental Education (EA) is a field of knowledge that seeks to understand and tackle socio-environmental problems, such as climate change, social inequalities, water crisis, deforestation, so schools in alliance with Universities can cooperate with more concrete and effective actions. for this confrontation. Therefore, the purpose of this article is to report the experience on the use of the image as a pedagogical resource in the formation of the teacher (s) in Environmental Education from the perspective of complexity. The method was a participatory investigation, with 18 teachers (s) from a school of Early Childhood Education as participants. The exposed data correspond to narratives about the route traveled during the training course. The use of the image as a pedagogical resource in the training of teachers allows an opening to a highly relevant dialogue in the EA. It was found that the participants started the course with a perspective of the natural and physical environment and expanded their vision to understand the environment as complex, to decide, incorporating social and cultural dimensions. We believe, therefore, that the use of the image favored the liberation of expression, the exercise of comprehension, the choice, constituting meanings and fundamental singularities in a democratic and educational society, constituting itself as an alternative as a significant instrument for EA.

Keywords: Images. Complexity. Morin. Environmental Education.

Resumen

La educación ambiental (EA) es un campo de conocimiento que busca comprender y enfrentar los problemas socioambientales, como el cambio climático, las desigualdades sociales, la crisis del agua, la deforestación. Para enfrentarlos, las escuelas, en alianza con las universidades, pueden cooperar con acciones más concretas y efectivas. Así, el objetivo de este artículo es reportar la experiencia sobre el uso de la imagen como recurso pedagógico en la formación del (de los) docente(s) en EA desde la perspectiva de la complejidad. El método fue una investigación participativa, con 18 profesores(as) de una escuela de Educación Infantil y Primaria como participantes. Los datos expuestos corresponden a narrativas sobre el camino recorrido durante el curso de formación. Este recurso pedagógico permitió una apertura a un diálogo sumamente relevante en la EA. Se encontró que los participantes iniciaron el curso con una perspectiva del entorno natural y físico, y se amplió su visión para entender el entorno como complejo, es decir, incorporando dimensiones sociales y culturales. Se cree, por tanto, que el uso de la imagen favoreció la libertad de expresión, el ejercicio de la comprensión, la escucha, y constituyó significados y singularidades fundamentales en una sociedad democrática y educativa; de esta manera se configuró en una alternativa significativa para la EA.

Palabras clave: Imágenes. Complejidad. Morin. Educación Ambiental.

1. Introdução

A Educação Ambiental (EA) surgiu em um momento marcado por diversas insatisfações relacionadas ao comprometimento da qualidade de vida social e ambiental atual. A EA questiona, por exemplo, as consequências da concentração de pessoas nas cidades, a exploração frenética dos recursos naturais, a poluição do meio, o modo de produção e o consumo da sociedade industrial capitalista. Esses questionamentos tiveram início na década de 1960 com os grupos estudantis, feministas, pacifistas, grupos contracultura, defesa dos direitos humanos, dentre outros (CARVALHO, 2008).

A EA, segundo AMORIM, CALLONI (2013), enfrenta inúmeros desafios, como o paradigma reducionista e fragmentação do conhecimento. O enraizamento do pensamento simplificador provocado pelo paradigma da Modernidade tem influenciado nosso modo de pensar e fazer, o que dificulta uma compreensão mais ampla e profunda da realidade e consequentemente do ambiente, dificultando a compreensão das causas da profunda crise socioambiental. A EA ao articular duas áreas do conhecimento diferentes que focalizam objetos distintos, ambiente e educação, potencializa as condições para a compreensão da complexidade envolvida na problemática socioambiental, uma vez que não se pauta no paradigma cartesiano, mas em paradigmas mais integrativos com o da complexidade.

Neste contexto, precisamos de estratégias e fundamentos teórico-práticos que auxiliem uma transição do modo de vida e da sociedade que permitam um entendimento mais completo dos fenômenos que não são apenas interdependentes, mas transdependentes. Entendemos por fenômenos transdependentes aqueles todos que são constituídos pelas conexões que operam mutuamente. Tanto as conexões das quais temos consciência quanto as que ocorrem fora do nosso campo consciente, dentro de diferentes dimensões que existem num fluxo de vida e também de morte. Trata-se do oposto da fragmentação, ou seja, estamos a falar de integração em um nível profundo.

A Teoria da Complexidade de Morin se mostra relevante nesse sentido, pois oferece bases para um novo modo de vida, de pensar e conceber a realidade. LOUREIRO (2012 p. 110) afirma que Morin está entre os autores mais recorrentes na educação ambiental, junto a “Paulo Freire, Moacir Gadotti e Enrique Leff”. Morin tem uma vasta produção e, dentre ela, um livro em especial para a Unesco titulado *Os Sete Saberes necessário à Educação do Futuro*. Neste livro, Morin discorre, em cada capítulo, um saber imprescindível à educação do nosso presente, sendo eles: as cegueiras do conhecimento, os princípios do conhecimento pertinente, ensinar a condição humana, ensinar a identidade terrena, enfrentar as incertezas, ensinar a compreensão e a ética do gênero humano.

Os princípios da Teoria da Complexidade fornecem bases para estes saberes e sua metodologia que, segundo AMORIM; CALLONI (2013), envolve ideias conspícuas e diferentes. Na complexidade, não há neutralidade e a ordem e desordem são contradições que caminham juntas e são complementares. Não se trata de um caminho linear, mas retroativo: um conhecimento em espiral, no qual o sujeito faz parte do processo também como protagonista. Assim, o encontro entre a EA e a Teoria da Complexidade potencializa ações mais efetivas para o enfrentamento das diversas problemáticas socioambientais. A partir desse quadro em busca de uma proposta metodológica coerente com a EA sob a perspectiva da Complexidade, elaboramos, um curso de formação de professoras(es), utilizando imagens como metodologia potencializadora de uma EA com um viés da complexidade.

As imagens fornecem a oportunidade para uma distinta construção de conhecimento e de partilha, diferentemente de modos mais tradicionais como a exposição (a qual também foi utilizada em alguns breves momentos na apresentação de novos conteúdos teóricos). Diante disso, as imagens favorecem a liberdade de expressão e singularidade, pois cada participante do curso ficou livre para falar sobre sua imagem escolhida e ouvir os demais, o que propiciou múltiplas conexões e pontos de vista no

momento dos debates. Cada um teve espaço para expressar o seu pensamento sobre o referido tema em diálogo, entre a experiência de vida e o conhecimento teórico. Esta via através das imagens veio ao encontro da teoria de Morin que defende um caminho livre, aberto à expressão das singularidades e das diversidades, proposta esta defendida pela EA Complexa (NEUMANN, ANTONIO, KATAOKA, 2019).

Portanto, objetivou-se no presente artigo, relatar a experiência sobre uso de imagens como recurso pedagógico na formação de professoras(es) em Educação Ambiental sob a perspectiva da Complexidade. Para isso, o texto foi dividido em duas partes. Na primeira, trazemos o percurso metodológico, explicitando o método utilizado e uma breve descrição do curso e na segunda, promovemos reflexões sobre a EA a partir das imagens trazidas pelos participantes.

2. Percurso Metodológico

Adotou-se a abordagem qualitativa, sendo do tipo pesquisa participante. É uma pesquisa que se preocupa em "auxiliar a população envolvida a identificar por si mesma os seus problemas, a realizar a análise crítica destes e a buscar as soluções adequadas" (LE BOTERF, 1984 p. 52). BRANDÃO, STECK (2006 p. 12) apontam a pesquisa participante como "repertório múltiplo e diferenciado de experiências de criação coletiva de conhecimentos destinados a superar a oposição sujeito/objeto no interior de processos que geram saberes e na sequência de ações que aspiram gerar transformações".

Os dados analisados nos resultados correspondem a narrativas e reflexões sobre o percurso percorrido durante o curso de formação. A formação de professores em EA sob a perspectiva da Complexidade ocorreu por meio de um curso, no qual estiveram presentes 18 profissionais de diferentes licenciaturas. Tal formação fez parte da pesquisa de mestrado de uma das autoras, que contou com a contribuição de outros integrantes do Núcleo de Educação Ambiental de uma Universidade Estadual. O local foi uma escola particular de Educação Infantil e Ensino

Fundamental I e II em uma cidade no estado do Paraná, região sul do Brasil. Foram realizados oito encontros no período de dois meses.

A organização do curso baseou-se no recurso das imagens, tal metodologia foi embasada no pensar por imagens de SILVA (2014). Em sua proposta, o pensar por imagens se refere não a um método abstrato que pode ser aplicado a uma realidade oscilante, mas uma vivência pensante. São experiências do pensamento livre que se moldam e remodelam de acordo com as situações que o sujeito se depara na investigação de si mesmo e do mundo. O que se propõe é uma ampla abertura e liberdade, porém, ao mesmo tempo em que se delimita certa organização para alcançar sistematicidade. Em outras palavras, existe uma prévia organização para o pensar através de imagens para que se possa chegar a um certo objetivo, mas esta organização é flexível e pode mudar sempre que for necessário conforme as necessidades do grupo envolvido. O pensamento é livre para se expressar a partir de um tema inicial que serve como ponto de partida. O que vem a seguir é impossível prever ou controlar, pois emerge das vivências de cada um em sua vida e da vivência naquele momento único no grupo.

Nesse sentido, o recurso das imagens serviu como ferramenta para potencializar a discussão e reflexão da temática ambiental. O curso de formação em EA foi organizado sob a perspectiva da Complexidade, pautado no livro "Os Sete Saberes de uma Educação do Futuro" de EDGAR MORIN (2000), assim, afora o primeiro encontro, todos os demais tiveram um tema previamente escolhido pela equipe organizadora conforme a ordem dos saberes na obra de MORIN (2000) acima citada. Inter-relacionamos cada saber com discussões em torno da prática da EA na Educação Básica e Fundamental. Outros recursos didáticos também foram utilizados em cada encontro, bem como instrumentos de avaliação do curso, mas nos dedicamos a apresentar, aqui, apenas o recurso que levou o pensar por imagens. As imagens foram escolhidas pelos participantes que optaram por fotos baixadas da internet.

Para isso, então, no encontro I, foi feita a apresentação do curso, o esclarecimento de dúvidas e a organização das atividades. Pedimos a cada participante que escolhesse uma imagem que representasse o meio ambiente para o debate no próximo encontro. A imagem foi enviada por e-mail. De posse das imagens, elas foram organizadas em uma apresentação de slides, as quais foram apresentadas no encontro II. Este foi o procedimento em todos os demais encontros. O tema do encontro II foi o primeiro saber da obra de MORIN (2000), as Cegueiras do Conhecimento. Debates sobre como nossas limitações interferem na maneira que compreendemos o mundo, bem como sobre as diversas possibilidades de concepção de ambiente e suas implicações na relação da sociedade e natureza. Para o encontro III, pedimos uma imagem que representasse a EA na disciplina de cada professora e professor. Neste encontro, o tema foi os princípios do conhecimento pertinente, no qual discutimos a importância do contexto para o conhecimento ter significado e expomos as relações entre os saberes, os quais são extremamente relevantes para compreender a realidade socioambiental.

Para o encontro seguinte, solicitamos uma imagem que representasse, para cada participante, si mesma e si mesmo. O tema do encontro IV foi ensinar a condição humana, no qual abordamos sobre a nossa condição humana de seres transdimensionais e de como essa percepção pode transformar a relação de aprendizagem, demonstrando a transdimensionalidade do ser humano quanto com o meio em que ele vive, sendo estas múltiplas dimensões a física, a social, a psicológica, a espiritual, dentre outras. Para o encontro V, pedimos uma imagem que representasse um grupo social em que o participante se sentisse pertencente e o tema foi ensinar a identidade terrena. Nele, discutimos sobre possuir o sentimento de pertencer a este planeta e ao cosmos para enfrentamento dos problemas socioambientais, assim como o resgate da percepção de ambiente e do pertencimento a grupos desde antes do nascimento até a morte e sua relação com o enfrentamento das dificuldades da vida. Para o encontro VI,

pedimos uma imagem que representasse o caos e outra que representasse a ordem e teve como tema enfrentar as incertezas, em que tratamos acerca de que vivemos permeados pelas incertezas pessoais e sociais. Também debatemos as abordagens em EA conservadora, pragmática e crítica e suas implicações que, muitas vezes, são imersas na ecologia da ação, termo cunhado por MORIN (2000) para explicar como uma ação pode levar a indeterminações, ou seja, após o seu início pode acontecer diversos fenômenos que não estão em nosso controle.

Para o encontro VII, pedimos uma imagem para representar uma situação na qual houvesse compreensão e outra que houvesse incompreensão. O tema foi ensinar a compreensão e discutimos sobre a compreensão mútua entre os seres humanos como vital para que as interações ultrapassem a barbárie, bem como é preciso discutir a incompreensão em suas origens, seus tipos e consequências. Por fim, para o encontro VIII, o último, solicitamos uma imagem para representar a espécie humana, o qual teve o tema à ética do gênero humano. Nele, discutimos sobre como a ética está intrinsecamente ligada aos valores e deve considerar a condição do ser humano que é simultaneamente sujeito, parte da sociedade e parte da espécie dentro de um cosmos.

3. Resultados e Discussão

Passamos, então, à discussão a partir das imagens como recurso possível dentro de uma metodologia de cursos de formação em EA Complexa. Para o encontro II, a maioria das imagens escolhidas pelas professoras e professores se referiram a representações de dimensões física e biológica do meio ambiente ou se articulavam com a preservação, como mostra a Figura 1. Salientamos que, dentre 18 imagens, visto serem 18 participantes, selecionamos uma amostra de seis imagens e o critério de escolha foi arbitrário. Segue a Figura 1.

O recurso imagético foi essencial para a expressão das percepções, pois ao explicar a escolha da imagem, discute-se e correlaciona-se com seus pensamentos e ideologias. O estudo de RIBEIRO,



Figura 1. Representações de meio ambiente.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

CAVASSAN (2013 p.73) buscou entender as diferenças significativas entre as terminologias ambiente, meio ambiente e natureza, demonstrando que o significado dessas expressões são diferentes de acordo com as áreas de conhecimento. Para o campo das ciências ambientais é utilizado geralmente “um pensamento homogêneo da natureza, ou seja, buscam interpretá-la e elaboram representações do ambiente, investigando todo e qualquer meio ambiente, ao passo que, a Educação Ambiental faz uso de uma metalinguagem, de um pensamento predominantemente heterogêneo”. Em outros termos, a ciência empírica entende a natureza em seus aspectos estritamente biológicos e físicos, enquanto que a educação ambiental, pode perceber de diversas maneiras, enquanto ambiente historicamente construído por meio de interações sociais e ambientais. A natureza física e biológica como objeto de estudo das ciências naturais, ampliou a ponte existente entre a sociedade e ambiente, distanciando-se também dos problemas socioambientais, e por consequência da responsabilidade ética individual e coletiva. Solidificou-se essa percepção de natureza dissociada da sociedade como fruto da Modernidade, e, perpetuou-se intencionalmente por meio de educação fragmentada e acrítica a fim do progresso baseado no consumo.

Desse modo, após cada participante explicar sobre sua imagem e suas ideias, foram apresentadas outras imagens escolhidas pela ministrante do curso, sendo estas imagens de conflitos, guerras, devastação, entre outras (Figura 2) para discutir que tais situações também são maneiras diferentes e interconectadas de se observar o meio ambiente, as quais envolvem a dimensão humana. Procuramos ampliar a concepção de meio ambiente dos participantes, tendo como ponto de partida as concepções trazidas por elas e eles.

Discutimos, a partir dessas imagens, o histórico das relações dos seres humanos com a natureza e como a visão de meio ambiente tem se transformado ao longo da história. Esta discussão acarretou surpresa nos participantes ao perceberem suas próprias imagens de maneira distinta. Perceber um fenômeno sobre diversos ângulos permite ampliar a visão sobre as coisas do mundo, superar o pensar fragmentado e as cegueiras do conhecimento (erros e ilusão). MORIN (2000) alerta que não existe conhecimento que não se apresente, em algum nível, livre de erro e ilusão. Por isso, os saberes não são estáticos, lineares e determinísticos, mas são cíclicos, em movimento constante e a todo o momento sofrem transformação. Para uma EA baseada em um olhar complexo, é indispensável possuir abertura à diversidade e ter



Figura 2. Representações de meio ambiente humano.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

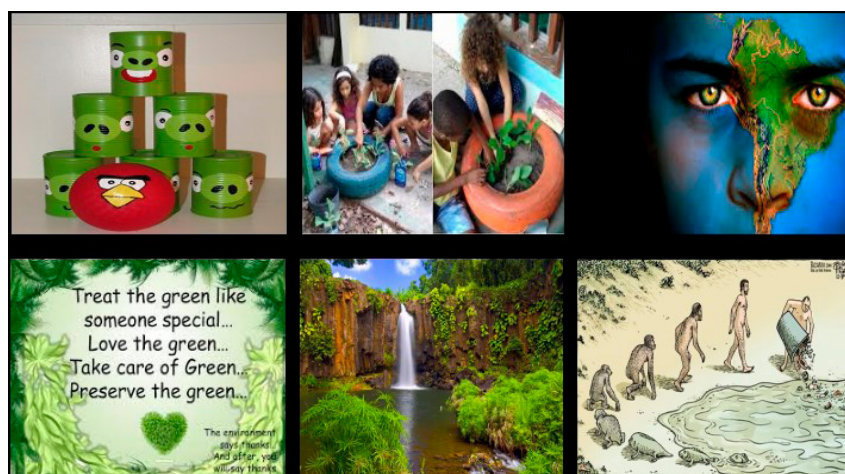


Figura 3. Representações da EA em diferentes disciplinas.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

consciência dos erros e das ilusões que podemos incorrer. Ou seja, trata-se de admitir que a razão possa se equivocar. Isto tira o poder supremo que foi dado a ela na Modernidade.

No encontro III, as imagens representaram a EA na disciplina de cada participante, ou seja, como cada professor pode trabalhar com a EA na disciplina que ministra, evocando a interdisciplinaridade, em que a discussão se direcionou pelo tema do conhecimento pertinente, é um saber discutido por Morin para evidenciar a relevância do contexto multidimensional nos processos educativos. A pesquisa de

DO AMARAL et al. (2018) relaciona o desinteresse pelo ensino de ciências e a baixa participação popular em questões sociocientíficas no Brasil devido à didática fragmentada, dogmática e disciplinar, e cita ações interdisciplinares como pertinentes ao contexto atual. O tema ambiental, por sua vez apresenta um diferencial de agrupar distintas áreas e unificar os sujeitos em torno de uma preocupação comum, apresentando-se como uma potencialidade de trabalho interdisciplinar e formação de uma nova ética global. Seguem as imagens na Figura 3 referentes à representação de EA nas disciplinas.

Vemos na primeira linha, a primeira e a segunda imagem da esquerda para a direita, as quais mostram um brinquedo construído com materiais recicláveis e também a utilização de pneus como suporte para plantar mudas. A partir do modo como as professoras e os professores apresentaram as práticas, percebemos que os brinquedos e o suporte de plantas não foram problematizados e refletidos. O problema não está em utilizar materiais recicláveis, mas em como eles são empregados. A questão da preservação dos recursos naturais também ficou evidenciada na segunda linha, primeira imagem da direita para a esquerda, a qual mostra o processo evolutivo dos seres humanos e como os mesmos, ao longo do tempo, exploraram e destruíram o meio ambiente. A explicação desta última imagem aponta para uma visão conservadora, a qual CARVALHO (2008) explica que é uma visão tal como o naturalismo em que a natureza é considerada apenas como o meio físico e biológico, o que reforça a proteção e conservação contra qualquer ameaça à integridade da mesma. Essa visão exclui as questões sócio-históricas que estão embutidas no meio ambiente e acaba por deixá-las em oposição ao mundo humano. Essa análise foi essencial para os participantes, pois mesmo tendo consciência da necessidade de mudança de percepção, notamos que a modificação de atitude e percepção é profunda e gradual e necessita de uma desconstrução de algo que foi enraizado há muito tempo e está presente na interpretação da realidade de cada um. Conforme afirma MARIN (2006 p. 278), a percepção do ambiente, a ética do encontro com o outro e com a natureza não são fenômenos que possam ser entendidos, discutidos e analisados sem que se parta de uma integridade de relações multifacetadas nas construções do imaginário social, nas expressões das capacidades criativas, nas histórias de vida, em como elas se desenham em um determinado espaço, tornando-o lugar, no potencial imagético humano e, sobretudo, diluída em toda essa complexidade, na sensibilidade estética. Neste sentido, a educação precisa incluir as carências sucedidas da complexa vida humana e não focar apenas na cientificidade, ainda menos ter

como finalidade principal somente a sua transmissão. Educar implica agir com as afetividades, sensibilidades, competência imagética e criativa e, ao realizá-las, incitar para a ética do ser humano (MARIN, 2006). Percebemos que a autoanálise de cada participante do curso foi essencial para compreender a complexidade não só do meio ambiente, mas a complexidade que existe em cada um e a relevância de se considerar os diferentes aspectos de sua condição e história para entender a dificuldade que temos em desconstruir ideias e valores. As discussões do encontro III serviram de base para o encontro IV, no qual os participantes escolheram uma imagem que representasse a si mesmos com o tema ensinar a condição humana. Algumas das imagens estão reunidas na Figura 4.

Os participantes ressaltaram o quanto é difícil falar sobre si mesmo e a dificuldade de achar uma imagem que os representassem. Essa dificuldade pode estar relacionada ao fato de que não se dá atenção, em nossa sociedade, às questões do ser, subjetividades, compreensão de si e do próximo. Contudo, notamos que cada participante focalizou uma das características que os representa, metaforicamente. Ou seja, entrou em jogo a representação de si através de uma imagem que traz algo que faz sentido. E o sentido mostrado pela imagem foi dado por cada um. Houve, por exemplo, a representação de confusão, de um ser humano caótico (primeira linha, primeira imagem da esquerda para a direita), de um ser humano guiado pelos sentimentos e emoções (segunda linha, segunda imagem da esquerda para a direita), a analogia de um ser humano como uma pipoca que, quando exposto a situações difíceis, precisa se modificar para que haja a superação (primeira linha, terceira imagem da esquerda para a direita) e um ser humano como um livro que já foi escrito pelas suas histórias, mas que existem muitas folhas em branco para serem preenchidas (segunda linha, primeira imagem da esquerda para a direita). Foram múltiplas as interpretações e sentidos que surgiram sobre a representação de si.

A discussão se voltou para a complexidade presente em cada participante e que cada um não era definido



Figura 4. Representações de si mesmo.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

somente por aquela representação que foi relatada na imagem, mesmo que esta seja a mais relevante naquele momento, pois ao mesmo tempo somos seres contraditórios com nossas singularidades e história. Segundo MORIN (2011 p. 43), devemos reconhecer que cada um de nós é “ao mesmo tempo, singular e múltiplo”. Somos pertencentes a uma única espécie, que é o que nos liga intimamente. Porém, devemos reconhecer a nossa particularidade e a do outro, pois cada ser carrega em si uma carga afetiva, intelectual e psicológica única. A EA, segundo MARIN (2006) tem, deste modo, um amplo âmbito de reflexão e atuação quando está aberta para as grandezas não conceituais do humano. A percepção é um acontecimento do existir. Ela compartilha com a educação estética a necessidade de o sujeito olhar para si e reconhecer as carências não racionais como áreas de conhecimento capazes de basear um novo posicionamento ético perante o outro e o mundo.

Percebemos que cada concepção de EA traz embutida uma concepção de ambiente e de ser humano que tem se enxergado de modo fragmentando. Dar prioridade a determinadas características em detrimento de outras, traz como consequência a visão de um mundo aos pedaços como se não estivesse conectada, uma visão limitada da realidade, o que interfere no modo de ser e ver o meio, o outro e

a si mesmo. Ao ver um mundo desconectado em suas partes, os problemas tanto individuais, sociais quanto ambientais se tornam muito mais difíceis de serem resolvidos, pois a falta de compreensão do todo implica em uma existência limitada de possibilidades, bem como numa insistência nas mesmas atitudes. Por isso, o quarto encontro, voltado para a condição humana, teve por objetivo trazer cada um dos participantes em sua singularidade para uma discussão mais ampla sobre a problemática socioambiental.

Em uma EA sob a perspectiva complexa, a ênfase na articulação entre a dimensão individual e social do ser humano é essencial para o entendimento e intervenção na realidade socioambiental. Trata-se da formação de sujeitos críticos, mas não apenas isso. Afinal, quem é este sujeito crítico? É um sujeito complexo em que sua capacidade crítica é um dos elementos que compõem sua vida, a qual pode ser desenvolvida a partir do desenvolvimento de sua singularidade. Uma EA Complexa busca oportunizar o desenvolvimento integral e profundo do ser humano e, para isso, é preciso que as partes soltas sejam religadas e nenhuma seja excluída de um projeto de vida humana que não é só individual, mas também sempre é coletivo. Tal coletividade não envolve apenas pessoas, mas todos os organismos do planeta, os quais vivem juntos em múltiplas



Figura 5. Representações de grupos.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

relações e conexões. A vida no planeta é complexa como um todo, fazemos parte dela e ela faz parte de nós. Ao religar as partes, elas se transformam em outra coisa, outro sujeito emerge deste movimento. Um sujeito que faz uso de suas potencialidades em conexão com a vida ao seu redor.

Um dos caminhos para a conexão está, segundo MORIN (2011), em uma educação que ensine a identidade terrena, um dos objetivos da EA Complexa (NEUMANN, ANTONIO, KATAOKA, 2019). Este foi o tema do encontro V e as imagens deveriam representar, portanto, um grupo no qual o participante se sentisse incluído. Pelas imagens, percebemos que os participantes revelaram possuir a ideia de identidade com algum grupo semelhante a si mesmo, mas sem a necessidade de ter todas as características daquele grupo para fazer parte dele, ou seja, mesmo no coletivo, há o senso de individualidade, de se saber como um sujeito que participa do social, mas é também um ser singular. Esta é uma grande questão na EA Complexa, pois há um conflito entre a sociedade e o sujeito. Pertencer a um grupo social implica estar de acordo com as ideias e valores deste grupo, mas ser um sujeito singular implica ter as próprias ideias e valores. A solução para este impasse, defendemos, é possibilitar o desenvolvimento das singularidades e estas possam dialogar entre si, de modo que os grupos

sociais não se caracterizem pela rigidez de pensamento e ações na resolução de problemas como os socioambientais. Os grupos sociais não são apenas a soma de seus participantes, mas vai além, pois é em grupo que os sujeitos têm a oportunidade de se desenvolver, de trocar experiências. Alguns exemplos de grupos estão na Figura 5.

As imagens trazem diferentes grupos sociais com propósitos distintos como família, religião, nação, amizade, lazer e a relação com outras espécies. Todas estas representações se relacionam à identidade terrena. MORIN (2000) afirma a importância em desenvolver a identidade terrena para que consigamos nos enxergar como integrantes do planeta Terra, pois se nos entendermos como um grupo que faz parte do mesmo planeta, a união poderá acontecer no sentido de se ter consciência sobre a situação que o planeta se encontra e tentar buscar maneiras de melhorar essa situação. Observamos que nenhuma das imagens mostrou um grupo com fins de destruição. A identidade com o coletivo foi representada como algo que traz bem-estar. Se esse sentimento de pertencimento e bem-estar pudesse ser extrapolado para a identidade enquanto planeta e habitantes da Terra, apesar das divergências oriundas das individualidades, sentiríamos unidos por uma causa comum? Não sabemos, mas é uma hipótese plausível.

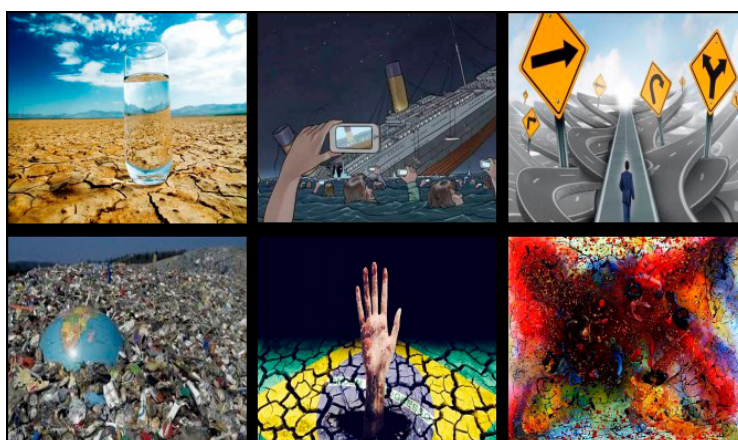


Figura 6. Representações de Caos.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.



Figura 7. Representações de Organização.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

No decorrer dessa discussão, vimos que, apesar das professoras e professores serem da mesma espécie, habitarem o mesmo planeta, de serem moradores da mesma cidade e dividirem o mesmo local de trabalho, cada um se sentia de uma forma perante a sociedade e identificaram-se em diferentes grupos. Para MORIN (2011 p. 68), essa característica é denominada “poli-identidade”, a qual permite que compartilhem de várias identidades ao mesmo tempo. Ou seja, mesmo diferentes, podemos ter um objetivo comum quando este objetivo beneficia a todas e todos, como o cuidado para com a vida e o planeta. Na sequência da discussão da identidade terrena, no encontro VI, os participantes escolheram uma imagem que representasse o caos e uma

a ordem para o tema às incertezas da existência humana. A Figura 6 traz as imagens sobre o caos e a Figura 7 sobre a ordem.

As imagens de caos, em sua maioria, mostram confusão, bagunça e desordem como algo negativo: o copo d’água em meio à seca, o navio afundando e as pessoas preocupadas com as fotos, bem como uma infinidade de rotas e o sujeito sem saber qual seguir, o planeta em meio a lixo, a mão pedindo ajuda e a mistura das cores na pintura. Em contrapartida, as imagens que representam a ordem foram vistas como positivas pelos participantes e trouxeram as ideias de sistematicidade, linearidade, peças que se encaixam e cores ordenadas, como mostra a Figura 7.

Em meio ao debate neste encontro, deparamo-nos com o fato de que somos seres finitos perante a infinidade do cosmos. Um universo repleto de possibilidades e simultaneamente carente de outras. Visualizamos as contradições da vida, diante das quais se precisa tomar decisões que não escapam das incertezas, sejam elas pessoais ou globais, como pontuado na imagem das inúmeras rotas possíveis. Esta imagem foi escolhida por um participante que explicou que o caos pode ser entendido também como possibilidade. Muitas vezes, a ordem está associada com algo que supostamente é o correto. A EA Complexa considera que a vida acontece nas mudanças, nas mutações que não são lineares, ordenadas e determinísticas. Mas, parece que tendemos a ter medo das mudanças e do caos. Será por que a ideia de algum controle nos dá a sensação de conforto e segurança?

Não é possível viver todo o tempo no caos, mas MORIN (2008) salienta que há um movimento entre ordem e desordem e este movimento pode levar à evolução. Muitas vezes, não percebemos que transitamos nesses dois meios e temos a tendência de priorizar a ordem. Nesse sentido, refletimos com os participantes sobre o que fazemos em meio ao caos e incertezas que surgem em nossas vidas, nas quais alguns sujeitos podem ficar prostrados e outros se reinventam conforme as condições individuais e sociais disponíveis. Dessa forma, no íntimo do caos existe a ordem e no íntimo da ordem está o caos. Nas entrelinhas deste movimento, temos a possibilidade de algumas escolhas.

MORIN (2000) nos alerta sobre como o futuro não é teleguiado pelo progresso, a civilização e sua história não evoluem linearmente, mas elas se constroem com avanços, retrocessos e rupturas e, dessa forma, não se pode esperar nada menos que a imprevisibilidade. Dentro de uma nova consciência na qual estamos confrontados por todos os lados por incertezas, nós precisamos aprender a conviver com elas em um mundo onde tudo está interligado e afeta-se mutuamente o tempo todo. Tais relações que ocorrem no todo são, hoje, potencializadas pelas tecnologias de comunicação e transporte, de modo que problemas socioambientais são globais.

Os seres humanos nunca foram tão globais em sua existência. Nunca houve um acesso tão rápido entre sujeitos de diferentes partes do mundo. Ao mesmo tempo, os problemas socioambientais crescem em ampla escala, as desigualdades se aprofundam, pois o mundo não está a se desenvolver equitativamente e este é um problema de todas e todos, independente de quem sejamos ou onde vivamos. É inadmissível que seres humanos e outras formas de vida sofram por problemas que podem ser resolvidos.

Nisto, o encontro VII tratou de ensinar a compreensão e os participantes escolheram imagens que representassem a incompreensão e a compreensão. As imagens foram imprescindíveis para esse encontro, pois cada imagem/interpretação fez com que cada um pudesse conhecer um pouco do outro e aprender sobre a visão de cada um, tendo em vista também a dificuldade já antes debatida de conseguir expressar-se sobre si, a imagem foi um recurso que auxiliou nesse sentido. A Figura 8 traz as imagens sobre a incompreensão.

Notamos que a situação de incompreensão foi relatada como um sentimento de opressão, em que os sujeitos não possuem o direito de se expressar ou quando conseguem falar, são julgados e condenados como errados. Já a compreensão, na Figura 9, foi mostrada como sendo o oposto da incompreensão em que o diálogo, a união e o respeito foram aspectos salientados pelos participantes como essenciais para que consigamos nos colocar no lugar dos outros. As imagens trouxeram mãos que seguram e rodeiam o planeta, que se unem em diferentes possibilidades de perspectivas.

A imersão num meio em que mediante o conhecimento se controla e domina a natureza e outras formas de vida excluem e negam o outro. O conhecimento não leva ao controle, e sim ao entendimento e compreensão que permitem ações equilibradas e sustentáveis com a natureza e os seres que nela vivem. Dessa forma, a validade das explicações científicas não se baseia em uma realidade independente que se pode controlar, mas na edificação de um mundo de ações comensuráveis com o nosso viver (MATURANA, 2002). Portanto, apesar



Figura 8. Representações da Incompreensão.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.



Figura 9. Representações da compreensão.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

dos diversos obstáculos à compreensão, o planeta carece em todos os sentidos de compreensões recíprocas. Por meio da abertura a interações com o outro, respeitando sua presença legítima, torna-se possível viver em solidariedade e respeito por quaisquer formas de vida.

Por fim, para o encontro VIII, os participantes escolheram uma imagem que significasse a espécie humana para ser debatida juntamente com a ética do gênero humano. As imagens relataram a espécie humana como um grupo coletivo em que não se pode diferenciar pela cor ou pela questão econômica, tendo em vista que somos da mesma espécie, como mostrado na Figura 10.

A participante que escolheu a imagem dos esqueletos fez uma reflexão sobre os rótulos criados para classificar as coisas e os sujeitos que reduzem o ser humano a um valor mercadológico. Esse pensamento pode ser estendido para a EA, pois enquanto espécie, muitas vezes, nos colocamos em uma posição superior que explora e domina a natureza, ideia central de ciência e da racionalidade na Modernidade. Nas imagens, a espécie humana foi retratada também como diversa, com várias formas, arranjos, cores, passando pela sensibilidade e ao mesmo tempo pela racionalidade. Nesse sentido, refletimos o quanto o processo de crescimento humano pode diminuir a sensibilidade e o aumentar a racionalidade,



Figura 10. Representações da Espécie.

Fonte: Imagens escolhidas por participantes do curso de formação continuada em EA Complexa. Baixadas da internet via www.google.com.br.

tendo nesse desenvolvimento influências culturais, sociais, econômicas do padrão de vida atual que, muitas vezes, prioriza o consumo, um modelo de racionalidade e a ciência racionalista em detrimento de solidariedade e afetos.

Também foram evidenciados o ser humano além do instinto de sobrevivência que se depara com reflexões e questionamentos. Além disso, a espécie humana foi caracterizada não só pelos aspectos biológicos e físicos, mas também elementos espirituais, religiosos e mitológicos. MORIN (2011), nesta perspectiva, esclarece que o entendimento complexo do gênero humano comporta a tríade indivíduo/sociedade/espécie que se mantêm, unem e nutrem, que interferem reciprocamente e apresentam o ser humano como algo a mais que apenas o produto da reprodução da sua espécie. Dessa forma, indivíduo/espécie/sociedade são inseparáveis e não podem ser entendidos separadamente, pois é dos significados e concepções desse conjunto que emerge a consciência humana. A ética do gênero humano ou antropoética surge com base nesses três pilares que constituem a consciência e espírito humano e são a base para ensinar a ética do presente.

Para isso, afirmamos que a antropoética traz consigo a condição indivíduo/espécie/sociedade na complexidade do nosso ser, a humanização das

consciências pessoais e a responsabilidade pelo destino humano em suas autonomias e plenitudes. Desse modo, a ética está presente em todos os meios, nas interações sociais e, hoje, nas interações digitais. Desde a evolução de nossa espécie, cada etapa agregou algum aspecto para esse humano que hoje é o homem tecnológico, como mostra uma das imagens na qual há uma linha de desenvolvimento humano.

Dentro disso, conforme MORIN (2011) é com o circuito indivíduo/sociedade que podemos entender as relações sociais e como a democracia fortalece essa relação. A democracia, mais que uma forma de divisão de poderes e a descentralização do mesmo, é um ambiente que favorece a diversidade de ideias e modos de ser, sendo elas antagonicas ou não, que influenciam na criação de um sujeito que influencia a sociedade e o modo que é organizada. Os conflitos, diferenças e complexidades são o que torna a democracia algo tão enriquecedor, mas frágil e dependente do seu exercício. Devido a isso, ainda podemos observar que no século XXI temos democracias inacabadas que regridem e são ameaçadas por ideias totalitárias. Esses processos de regressão estão ligados à crescente complexidade dos problemas e à maneira como a sociedade os enfrenta. CARVALHO (2008) discorre que, ao integrar outros

valores de saberes, a EA pode ser uma forma de abertura a uma nova interação com a natureza e ultrapassar a visão utilitarista. Ao enfatizar a relação do humano com os seres não humanos como componente da humanidade, expande-se o conceito de humanização, o que contribui na construção de uma convivência respeitosa com o ambiente natural e social. Isso fornece abertura para a formação de um sujeito ético que consegue se reconhecer sem deixar de ser humano, mas em uma posição de descentramento, ou seja, existe vida não humana na natureza e ela tem direito a viver e a perdurar para além das precisões rápidas do consumo. Deste modo, o acolhimento e a reciprocidade são princípios éticos fundamentais para interrogar a posição de onipotência e dominação que tem norteado a formação do sujeito moderno e direcionado o processo civilizatório que, muitas vezes, tem massacrado culturas inteiras em nome de um modelo único de racionalidade e, com elas, o meio ambiente em seu entorno.

Nesta formação em EA Complexa, buscamos potencializar a reflexão, a partir das experiências e percepções individuais. O recurso das imagens junto à descrição e interpretação nos encontros, além de promover uma maior interação social, possibilitou integrar o conhecimento de cada participante com o conhecimento específico do encontro. Essa abertura considera o ser humano como sujeito participante e influenciador do processo de aprendizagem, além de ser parte do meio e interferir nele, numa relação mútua.

A escuta sensível foi parte essencial de valorização dos participantes, de compreendê-los em um envolvimento empático. Diferentemente do modelo baseado num supremo saber do professor, cada um se sentiu à vontade para expressar o que sentia e entendia, sem o receio de estarem errados e de serem julgados. Essa postura de respeito e liberdade é um dos fundamentos da EA Complexa, em que o ser é visto como transdimensional, ou seja, todas as suas dimensões são consideradas e, por isso, ouvidas, sejam as dimensões que estão conscientes naquele momento, sejam as que estão ainda fora do alcance da consciência.

No estudo de PASQUARELLI, OLIVEIRA (2017) a formação de professores precisa considerar na aprendizagem três elementos essenciais: a dimensão humana, técnica e sócio-política, partindo de reflexões sobre experiências diversas de cidadania em distintas realidades sociais, proporcionando, assim, ao estudante a formação contínua por meio de vivências sociais em conjunto com o conhecimento adquirido, possa “agir com respeito, solidariedade, responsabilidade e justiça, comprometendo-se com o que acontece em realidades sociais até então distintas e formando-o como cidadão capaz de interpretar os ditames da sociedade, progredindo como sujeito acadêmico e pessoa humana”.

A nossa condição humana nos permite compreender as falhas e erros que cometemos na forma como entendemos o mundo, as interferências físicas e mentais no processo de entender o conhecimento e como podemos, através da autoanálise – tomada de consciência – melhorar como seres do e no planeta, bem como do e no cosmos. O uso das imagens escolhidas pelos participantes como ponte entre a vida deles, o conhecimento que eles já possuíam e o conhecimento do curso tornou as discussões mais enriquecedoras e significativas por dar espaço a temas que, muitas vezes, são esquecidos e perdidos no cotidiano. É como se a vida real, aquela que importa, fosse deixada de lado quando não é ouvida nem compreendida. Quando se perde a vida, envolvida em tantas exigências como as de consumo, competição e status, perde-se a noção da existência humana e sua condição, a condição de ser mortal, de ser finito. E ao perder a dimensão da morte, perde-se também a dimensão ampla que é a vida.

Esse resgate do ser humano enquanto ser finito que vive num mundo também finito toca na tão problematizada relação entre teoria e prática. Ambas vistas como separadas, mas que, em verdade, são inseparáveis, pois não só caminham juntas, mas se complementam e retroalimentam. Da prática, ou seja, da experiência da vida real, teorias são construídas e estas influenciam, por sua vez,

a vida comum, aquela que é vivida diariamente. No trabalho de formação, o método adotado, para trazer Morin, não significa algo estabelecido de modo absoluto, como uma receita que tem um objetivo e, para alcançá-lo, deve-se seguir o passo a passo cegamente. O caminho a ser trilhado parte de um programa que necessita de uma sistematização pré-estabelecida, de condições estáveis para sua realização, mas dentro desta ordem, deparamo-nos com a abertura do ser e tal abertura é a própria incerteza e, muitas vezes, o caos. Para permitir esta abertura na qual se dá o pensamento e a consciência do pensar, o uso das imagens se mostrou profícuo. Como enfatizado por MORAES, SUANNO (2004) é necessário empregar novos métodos, criar caminhos, ampliar a escuta. As ciências, especialmente as ciências humanas, atualmente, mostram a inutilidade de lapidar o objeto de estudo de maneira fragmentada, dissociada dos contextos e dos fenômenos. É preciso novas conexões, novas possibilidades se quisermos resolver os problemas socioambientais que temos no presente.

4. Considerações Finais

É comum vermos e ouvirmos propostas de encontros, cursos e oficinas que visam a formação de professoras(es) e envolvem palestras, conferências, discussão de textos, filmes e vários tipos de dinâmicas de grupo, embasadas em uma abordagem de transmissão de conteúdo. Entretanto, a problematização que levantamos é se essas atividades pautadas apenas na ideia de transmitir provocam e convocam o cultivo da individualidade e da diversidade de modos de ser. Pensamos que, para tal objetivo, a simples transmissão é insuficiente. É preciso algo mais que um sujeito que fala e outro que supostamente aprende aquilo que ouviu. Defendemos que é preciso construir espaços nos quais o outro se torne único, isto é, que seja reconhecido em sua profunda singularidade. E, neste sentido, a arte, em suas múltiplas expressões, sendo uma delas as imagens, nos ajuda a apurar nossos olhos e ouvidos naquilo que no dia a dia se mostra como

homogeneidade disfarçada de diversidade. Convivemos com a impessoalidade, com o embrutecimento dos sentimentos e pensamentos e a superficialidade da existência, justamente porque o outro é apenas visto como mais um objeto de consumo, sendo este outro os recursos do planeta e as próprias pessoas. As imagens como recurso pedagógico neste curso proporcionaram uma alternativa ao formato comum de transmissão de conteúdo em cursos de formação de professoras(es). Partimos da construção de conhecimento, a qual se deu por meio da abertura ao diálogo e ao pensamento reflexivo a partir não somente do conhecimento cientificamente legitimado, mas também das vivências da vida dos participantes. A liberdade de expressão e compreensão foram fatores essenciais e fizeram toda a diferença em cada encontro no qual cada sujeito teve espaço para falar e ouvir. Isto porque liberdade de expressão implica em responsabilidade de escuta, ou seja, é necessário que haja uma relação entre quem fala e quem ouve. Desta forma, há debates, os quais são à base da democracia. As discussões, durante o curso, foram direcionadas por temas previamente organizados, mas também foram livres no sentido de os participantes poderem trazer suas vivências e suas interpretações. As imagens ajudaram no desenvolvimento do pensamento e na imersão na teoria discutida junto às situações vividas que puderam ser relembradas e problematizadas. Houve construção de sentido.

Este curso pautado na EA Complexa foi um caminho aberto à expressão das singularidades, enfatizou a condição complexa do ser humano e do meio ambiente. A EA, entendida como um campo complexo pode ser compreendida e aproveitada de forma mais profunda e ampla através da religação dos saberes científicos e vivenciais. Depois de alguns encontros, os participantes tinham maior facilidade para trabalhar de forma conectada em grupo, a partir de uma nova percepção da relevância das conexões entre sujeitos e entre o meio. Isto nos encoraja a continuar os estudos e as práticas em torno desta nova abordagem, a Educação Ambiental Complexa.

5. Referências

- Amorim, F. V., & Calloni, H. (2013). Compreensões da Educação Ambiental: possibilidades e desafios do paradigma da complexidade. *Revista de Ciências Humanas*, Florianópolis, 47, 272-288.
- Brandão, C. R., & Steck, D. (1999). Participar-pesquisar. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). *Repensando a pesquisa participante*. Brasiliense. São Paulo: Brasil, pp. 7-14.
- Carvalho, I. C. M. (2005). *Educação ambiental: pesquisa e desafios*. Artmed Editora, Porto Alegre: Brasil.
- CARVALHO, I. C. M. (2008) *Educação Ambiental: A formação do sujeito ecológico*. 4. ed. São Paulo: Cortez.
- Do Amaral, G.; Cardoso, C. R.; Pansera, F. C.; Beduschi, R. S. (2018). Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 13, n. 1, p. 73-85.
- Le Boterf, G. (1984). Pesquisa participante: propostas e reflexões metodológicas. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). *Repensando a pesquisa participante*. Brasiliense. São Paulo: Brasil. 1984, pp. p. 223-252.
- Loureiro, C. F. B. (2012) *Trajatória e Fundamentos da Educação Ambiental*. São Paulo: Cortez.
- Marin, A. A. A (2006). Educação ambiental nos caminhos da sensibilidade estética. *Revista Inter-Ação*, Goiânia, vol. 31, n. 2, jul.-dez., pp. 277-290.
- Maturana, H. (2002). *Emoções e linguagem na educação e na política*. Ed. UFMG. Belo Horizonte: Brasil.
- Morin, E. (2011). *Introdução ao pensamento complexo*. Sulina. Porto Alegre: Brasil.
- Morin, E. (2000). *Os Sete Saberes necessário à Educação do Futuro*. Cortez, Unesco. São Paulo: Brasil, 2000.
- Morin, E. (2008). *Amor, poesia e sabedoria*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro: Brasil, 2008.
- Moraes, M. C.; Suano, J. H. (2004). *O pensar complexo na educação: sustentabilidade, transdisciplinaridade e criatividade*. Wak. Rio de Janeiro: Brasil.
- Neumann, P; Antonio, J. M.; Kataoka, A.M. (2019). Identidade Terrena e Educação Ambiental Complexa: reflexões a partir de uma experiência pedagógica no Brasil. *Revista Pedagógica*, Chapecó, vol. 21, jul.-dez. pp. 577-596.
- Pasquarelli, B. V. L; Oliveira, T. B. D. (2017). Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 12, n. 2, pp. 186-186.
- Ribeiro, J. A. G.; Cavassan, O. (2013). Os conceitos de ambiente, meio ambiente e natureza no contexto da temática ambiental: definindo significados. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 8, n. 2, pp. 61-76.
- Silva, M. M. (2014). O PIBID e o desafio da formação inicial de professores de filosofia para o ensino médio no centro-oeste do Paraná. In: BECKMANN, K. W.; TEMBIL, M. T. (Orgs.). *Formação de professores: contribuições do PIBID*. Editora da Unicentro. Guarapuava: Brasil, pp. 63-67.





STUDENTS' PERCEPTIONS ABOUT A METACOGNITIVE ACTIVITY INVOLVING THE CONCEPT OF THE AMOUNT OF SUBSTANCE

PERCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE UMA ATIVIDADE METACOGNITIVA ENVOLVENDO O CONCEITO DE QUANTIDADE DE SUBSTÂNCIA

PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES SOBRE UNA ACTIVIDAD METACOGNITIVA QUE INVOLUCRA EL CONCEPTO DE CANTIDAD DE SUSTANCIA

Jadis Henrique Picirilli da Silva^{✉*}, Solange Wagner Locatelli^{✉**}

Cómo citar este artículo: Picirilli, J. & Locatelli, S. (2023). Students' perceptions about a metacognitive activity involving the concept of the amount of the substance. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 335-344. DOI:

<https://doi.org/10.14483/23464712.17993>

Abstract

The amount of substance, that has the mole as a unit, is a concept that has been causing learning problems for both students and for teachers. This article aims to present students' impressions of a metacognitive activity involving the concept of amount of substance. The data were collected during a case study carried out with 10 students from a popular preparatory course for the entrance exam, which at the end of the participation in the activity provided their impressions through text and verbally during a group discussion. The data were analyzed in the light of the content analysis and the results suggest that the metacognitive strategy used favors the performance of activities because the use of the table stimulates conscious self-regulation while the investigative molds proposed during the activity increase students' motivation.

Keywords: High school. Didactics. Learning strategy. Experimentation.

Resumen

La cantidad de sustancia, que tiene el mole como unidad, es un concepto que ha causado problemas de aprendizaje, tanto a alumnos como a profesores. Este artículo presenta las impresiones del estudiantado sobre una actividad metacognitiva que involucra el concepto de cantidad de sustancia. Los datos fueron recolectados durante un estudio de caso con diez estudiantes de un curso preparatorio popular para el examen de ingreso que, al finalizar la participación en la actividad, brindaron sus impresiones a través del texto y verbalmente durante una discusión grupal. Los datos fueron sometidos al análisis de contenido, y los resultados sugieren que la estrategia metacognitiva

Recibido: mayo de 2021; aprobado: junio de 2023

* Mestre em Ensino de Química, Universidade Federal do ABC, Brasil. jadishenrique@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7007-6711>.

** Doutora em Ensino de Ciências. Universidade Federal do ABC, Brasil. solange.locatelli@ufabc.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7639-6772>.

favorece el desempeño de las actividades porque el uso de la tabla estimula la autorregulación consciente, mientras que los moldes investigativos propuestos aumentan la motivación en el alumnado.

Palabras clave: enseñanza secundaria, didáctica, estrategia de aprendizaje, experimentación.

Resumo

A quantidade de substância, que tem como unidade o mol, é um conceito que vem causando problemas de aprendizagem, tanto para alunos compreenderem quanto para professores. Sendo assim, este artigo tem como objetivo, apresentar as impressões dos estudantes acerca de uma atividade metacognitiva envolvendo o conceito de quantidade de substância. Os dados foram coletados durante um estudo de caso realizado com 10 alunos de um curso popular preparatório para o vestibular, que ao final da participação da atividade forneceram suas impressões por meio de texto e verbalmente durante uma discussão de grupo. Os dados foram analisados sob a luz da análise do conteúdo e os resultados sugerem que a estratégia metacognitiva utilizada favorece a realização de atividades, pois o uso da tabela estimula a autorregulação consciente, enquanto os moldes investigativos propostos durante a atividade aumentam a motivação dos estudantes.

Palavras chave: Ensino médio. Didática. Estratégia de aprendizagem. Experimentação.

1. Introduction

In the educational context, the amount of substance has been among the topics, the subject on which students have shown great difficulty understanding (CASE, FRASER, 1999; FURIÓ, AZCONA, GUISSOLA, 2002; NOVICK, MENIS, 1976). Agreeing with it, recent research has concluded that some students could not translate chemical problems into a mathematical form, the same way as they demonstrated difficulty in knowing the special terms related to the concept of mole. Researchers have attributed the cause to the lack of prominence in teachers' understanding of the language related to the mole (OMWIRHIREN, 2015).

Another research (DIERKS, 1981) has shown that some barriers, encountered by high school students, are as described in the sequence. Students have related the mole with the number of particles and a certain mass; in addition, there is a belief that the mole is a property of the molecule, relating the molar mass to other quantities such as density, volume, or even with the atomic formula. All this has been constituted of obstacles to learning (DIERKS, 1981). As the amount of substance is a fundamental physical unit, problems in its learning have impacts on future points, such as stoichiometry, a main topic involving that subject, and a common obstacle to students (DAHSAH, COLL, 2008; SANTOS, SILVA, 2014).

Considering how teachers have taught students or the definition of mole they have used, it is noticed that teachers have used the first definition of this idea. Maybe, by not understanding the term "quantity of matter" or by the fact of the term mole was introduced before the amount of matter in the scientific language, generating a delay of information in the school environment (FURIÓ et al., 2000). This scenario has contributed to the increasing of difficulties presented by students, and then new approaches are necessary to be used, bringing a different way of teaching, with another path of comprehension (OMWIRHIREN, 2015), such as the use of metacognition.

Metacognitive studies were introduced by FLAVELL (1976) as the act of acquiring knowledge about cognitive processes and using it to regulate the own cognition itself consciously.

The simplified model, presented in Figure 1, can exemplify the relationships between cognition and metacognition:

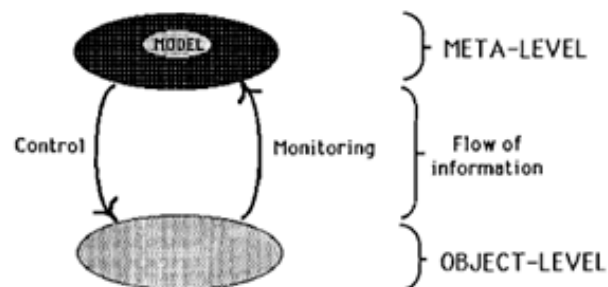


Figure 1. Theoretical mechanism of metacognition and its relationship with the cognitive.

Source: NELSON, NARENS (1990).

This scheme demonstrates the relationship between metacognition, represented by the meta-level, and the cognition that is found at the object level, the relationship between the two levels is named according to the direction of the information.

When information flows from cognition to metacognition, in this model, it is called monitoring, in order to be reconsidered and evaluated, and then the thought monitoring may happen.

In the opposite direction, by reversing the flow to metacognition-cognition, after passing through the reflection of thought, the metacognitive level returns the ideas to the cognitive, performing the control of it, thus evidencing that the metacognition can alter the cognition and activity. This process happens continuously, showing how metacognitive monitoring is used to verify and update the model of an ongoing task, then performing the modeling.

The power to model a task during its resolution, with metacognition, may help students during the learning process, the awareness of their own knowledge makes it possible to them to reformulate their way of learning (PORTILHO, DREHER, 2012).

Metacognition commonly has two aspects, “knowledge of cognition and regulation of cognition” (SCHRAW, 1998 p. 113), referring, basically, to the individual awareness about what he or she knows, and the use of knowledge for the reconstruction of thought, respectively.

LOCATELLI, DAVIDOWITZ (2021) have strengthened the importance of metacognitive strategies that may lead the student to an autonomy increase, promoting self-regulation with intentionality, and allowing them to revise chemical concepts.

Metacognitive regulation may be very useful during classes, as it helps students to check if their goals were achieved, such as self-questioning at the end or during a task. The simple fact of questioning oneself about the activity stimulates the elaboration of the hypothesis, enabling the student to perceive if he or she can answer them and, if not, think about what to do to achieve the objectives of the proposed task, thus developing an appropriate resolution strategy.

This research has as its main objective to present the perceptions and impressions of students who participated in a metacognitive activity that had as its central theme the amount of substance. Then now, briefly, both metacognitive strategies applied to the proposed activity will be discussed, think-aloud and self-questioning strategies.

2. Metacognitive strategies

Some authors have emphasized the importance of using metacognitive strategies during classes with the objective of expanding and developing students' metacognitive abilities (COOK, KENNEDY, MCGUIRE, 2013; FLAVELL, 1976).

One way to students use metacognition, is the application of metacognitive strategies, according to PINTRICH (2002) it is possible to stimulate and instruct students through very clear metacognitive strategies, the conscious use of it might induce the use of this strategy in other moments, with different knowledge, as self-questioning and think aloud strategies, being both incorporated in this activity.

a. Think-aloud strategy

In this strategy, research participants are instructed to speak aloud what they are thinking about during problem-solving, while reading, or in any other activity that requires cognitive commitment, that is, they must verbalize all thoughts related to that activity. The goal of the think-aloud protocols is to allow the researcher to access and identify both cognitive and metacognitive processes during the task, regardless of the area or subject to which it is related (BAN-NERT, MENGELKAMP, 2008).

The verbalizations of the participants are recorded so that in their transcripts, the lines of reasoning that are raised throughout the procedure will be present, allowing the analysis of the participants' metacognitive and decision processes (JORDANO, TOURON, 2018).

ERICSSON, SIMON (1993) have presented in their studies some steps to be followed during the implementation of think-aloud protocols. Initially, as already stated, people must be instructed to focus more on verbalizing their task than on explaining it to other participants. As an initial training, they have recommended an easier performance, requiring students to say aloud what they are thinking about simple tasks before starting the main study, helping participants to become more comfortable and to understand better how it works.

b. Self-questioning strategy

This collection of questions is not and does not encompass everything that metacognition presents, instead of this, the issues provide a starting point for both students and teachers who want to work openly on metacognitive strategies with the students (TANNER, 2012).

This strategy was used with high school students using self-questioning in Ohm's law teaching (PATE, MILLER, 2011), showing that in classes where this method was used, students reached better results than those who did not use self-questioning.

It demonstrates that students who used this technique

are more capable to learn Ohm's law, suggesting the use of self-questioning by educators during their activities to be done (PATE, MILLER, 2011).

3. Methodology

a. Research context

This research was carried out with 10 high school students (named S1, S2, etc.), who are attending a preparatory course, which seeks to facilitate the entry of needy young people into Brazilian higher education.

This course is an extension program offered by the Federal University of ABC, where the first author has worked as a chemistry teacher in that extension program.

It is important to emphasize that this activity is only a part of a master's work developed, and therefore, it was opted at first, by the analysis of the impressions of the participants, while the transcriptions and drawings will be later presented in other papers.

b. Description of activity

A pair of students should solve a problem related to the amount of matter during this investigative class, and a regulatory checklist (RC) was proposed to be used during problem-solving.

This list contains generic questions that will assist students in the problem-solving process, thus promoting self-questioning. The list of questions was taken from the work of PATE, MILLER (2011) which is an adaptation of SCHRAW (1998), which constitutes the theoretical reference adopted in this work regarding self-questioning.

In this research, it was considered that the original RC could cause some dismay in students, a repulsion effect, or even some confusion on how to use it, so in order to facilitate the use of RC, it was chosen to decrease the number of questions, retaining those that were judged as most important to assist in the metacognitive process.

The teacher used the other questions, given their importance, indirectly, when he was applying the activity.

The modified RC is presented in Table 1:

Table 1. Resumed self-questioning table.

Planning
What is my problem? What information have I received? How can this help me? Is there another way to do this?
Monitoring
What is my goal now? Am I on the right path? Am I using my strategy?
Evaluating
What worked? What did not work? What should I do differently next time?

Source: Authors.

During the activity, the teacher must accompany and conduct the activity carrying this list of questions, instructing students to work using it on the problems proposed. Directing students and assisting them to complete the task, besides its importance, must not be the limit of the teacher's work, but a part of it. A big effort should be directed to make them metacognitive, not meaning to exclude the cognitive task, but rather to use the information provided to help them carefully to plan how to approach a new idea (TANNER, 2012).

The didactic sequence is divided into three major moments, named, Pre-activity 1, Activity 1, and Activity 2, as represented by Figure 2, which will be explained in the sequence:

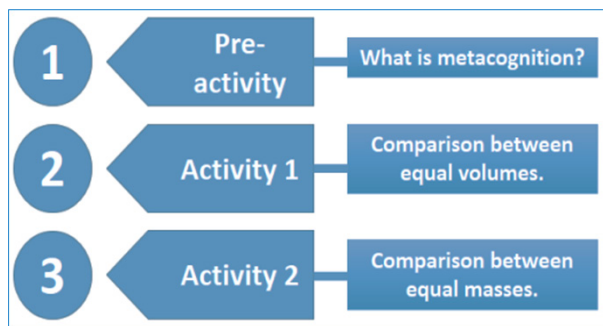


Figure 2. Schematic of the didactic sequence.

Source: Authors.

c. Pre-activity 1

Pre-activity 1 refers to the topic "What is metacognition" (figure 2). In this stage, the students were presented to metacognition. The teacher explained and introduced basic concepts of metacognition and he proposed a brief discussion with the students about this topic.

d. Activity 1

As the focus of the activity is a student's appropriation with the RC, it has been chosen a common problem to solve, involving two equal volume cylinders, which distinguish only in their material, one made of aluminum and the other made of copper. The problems that students needed to deal with are shown below:

1. Do you think we have the same number of atoms in the samples?
2. Propose an activity that confirms your hypothesis and write down the steps you used to get your answer.
3. With a drawing, represent how you believe to be the arrangement of the atoms, in the copper cylinder and in the aluminum cylinder, making a drawing for each one.

After presenting the problem, the students received a series of objects that could assist them in solving the task. The materials received were: metal cylinders, graduated test tubes, water, and beakers, such as the periodic table and the RC itself. As an activity to be investigative, after receiving the materials and problem, students were free to plan their strategies and to seek the answer to the problem in the way they wanted to propose.

e. Activity 2

At this point, students are expected to be more familiar with the question table, which may facilitate the resolution of the activity. Thinking about this, the procedure of the previous activity was maintained, modifying only the problem they had received,

because now were presented equal masses of aluminum and copper, causing a certain discomfort in the students, who visually observed a volume of aluminum much larger than copper.

f. Description of data analysis

This research has followed the content analysis method (BARDIN, 2011), which can be defined as a set of techniques for analyzing communications by indicators, through systematic procedures and objectives for describing the content of the messages, indicators (quantitative or not) that makes possible the inference of knowledge, the conditions of production/ reception (inferred variables).

The material used to carry out this analysis was the participants' impressions regarding the RC provided (self-questioning) and their impressions about the task in general.

Thus, the methodology was based on three stages: pre-analysis, material exploration, and data processing (inference and interpretation). Pre-analysis may be summarized, as the moment of organization of the analysis, is nothing more than the systematization of ideas, leading to a clear and detailed plan to be followed. Afterward, the material was explored and finally, the data was processed, at which stage the categories appeared (BARDIN, 2011).

4. Results

From this analysis, six categories emerged, two related to the activity and four others related to the RC. All categories are reported in Table 2.

Table 2. Categories analyzed/ reported by students.

ABOUT THE RC	Incidents number	ABOUT THE ACTIVITY	Incidents number
1. Objective Monitoring	5	1. Freedom of choice	2
2. Organization of thoughts	4	2. Contact with chemistry	3
3. Task planning	4		
4. Support	3		

Source: Authors.

Based on the data obtained, five students were in the category of objective monitoring (Table 2) because they affirmed in their impressions that the table helped them to verify if they were approaching their objectives. Seeking to exemplify better, some statements are presented below:

S3: "[...] I used it again only at the end, to see if I had fulfilled my goal."

S9: "The table works as a step-by-step not to disperse the final goal [...]"

From the above transcripts, it is possible to perceive how the presence of a physical tool was able to help them accomplish the task, providing the consciousness of self-monitoring. Constant monitoring allows the student to compare what they have achieved, to the point where they are, in order to achieve the goals. This comparison movement generates a set of cognitive assessments that together provide sufficient information about how the student can proceed in subsequent steps (DUNLOSKY, METCALFE, 2009). In other words, the more often a person makes mental updates about the task, the more regulation processes are taking place, which ultimately improves their performance on the task (JORDANO, TOURON, 2018). The organization of thoughts appears in four reports, two of them presented in the sequence:

S2: "The table helped a lot in the activity so that we have a good organization of thoughts"

S6: "The table was necessary to have a sense of organization and not lose the reasoning so fast."

This organization mentioned by students can be understood as a metacognitive activity of self-regulation, or regulation of knowledge since part of this process involves the organization of coherent information (BROWN, 1987). Moreover, metacognitive questioning encourages students to seek their own prior knowledge, analyze information, consider, and evaluate the problem, and integrate information to reconstruct the problem more coherently (CARDELLE-ELAWAR, 1995).

The task planning category emerged in four of the ten reports, and it is present for these students because the table was of great importance for them to be able to draw up previous strategies. Some excerpts are presented in the following sequence:

S3: "The table helped a lot I used it before starting to know how I had to do"

S5: "The table helped guide ideas and establish a methodology."

One of the objectives of RC is to promote and facilitate cognitive regulation during task resolution, and one of the skills to assist in this process is planning (BARDIN, 2011).

The next category is the support and it appeared when students were lost and/or destabilized during the activity. They used the RC as a form of support or guidance, which can be understood as a gain of autonomy, as they initially resort to the table, and then, if necessary, seek helping from the teacher, changing from a dependent learning state to an autonomous learner (SCHRAW, CRIPPEN, HARTLEY, 2006).

Regarding the activity, the impressions were very similar, because they were divided into only two categories, freedom of choice and contact with chemistry. Examples of the two categories are found below:

Freedom of choice

S1: "I liked it so much, for the freedom to choose the methods [...]"

S2: "I also liked the freedom to use the balance and everything else"

Contact with chemistry

S7: "In addition, it is very interesting to also deal with the material of the question, it facilitates the visualization of the proposal"

S3: "I thought it was a very dynamic activity and it was interesting because we could get in touch with the things"

In general, for subjects such as the quantity of matter, which require many calculations, the approach

chosen is reduced to explanations and theoretical calculations. In this task, students were able to observe the influence of the concept of the quantity of matter on macroscopic phenomena (GILBERT, TREAGUST, 2009), besides that, this manipulation of materials may still have had a positive influence on students' motivation to carry out the activity (ZULIANI, ÂNGELO, 1999). For OLIVEIRA, CATÃO (2017), students tend to feel more motivated when inserted in learning environments in which teachers stimulate the development of autonomy.

The greater freedom perceived by the students was one of the initial objectives of this activity that is characterized as an investigative activity, having an initial issue, and a higher degree of freedom, not requiring a script. This approach allows students to pass from the passivity of following instructions to seeking to relate, decide, plan, propose, discuss, report, etc. (FERREIRA, HARTWIG, OLIVEIRA, 2010).

5. Conclusions and/or final considerations

As the present work refers to a small cut of a larger research, the purpose of this text is to disseminate a metacognitive activity involving the concepts of quantity of matter, using self-questioning as a metacognitive strategy.

From the analyzes presented previously, it is possible to affirm that in this brief analysis, the concepts related to metacognition were presented not only in the conception of the activity but were also perceptible by the students who participated in the activity. KING (1991), SCHRAW (1998), PINTRICH (2002), and PATE, MILLER (2011) suggest that clear metacognitive instructions can aid in the student's metacognitive development.

The use of RC provided greater autonomy for students, allowing them to develop strategies and raise hypotheses without the help of the teacher, which in a way made them continue in the accomplishment of the activity finding less difficulty.

As LOCATELLI (2017) has proposed, this kind of learning takes time requiring effort in a gradual

process, for the development of one's own metacognitive abilities, then "it is recommended its incorporation into daily practice in the classroom" (p.21). Being high-order thoughts (BROWN, 2006), it is expected that only this activity is not enough to change the attitude of the participants, but during larger planning, or during the student's trajectory, it is possible that in a long time, they incorporate self-questioning and begin to apply it in other areas (Schraw, 1998).

6. References

- BANNERT, M.; MENGELKAMP, C. Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalization method affect learning? **Metacognition and Learning**, New York, v. 3, pp. 39-58. 2008.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. São Paulo: Brasil. 2011.
- BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: Weinert, F. E.; Kluwe, R. (Orgs.). **Metacognition, motivation, and understanding**. Erlbaum. Hillsdale, N. J.: USA. 1987. pp. 1-16.
- BROWN, N. The development of a questionnaire assessing metacognitive patterns of students majoring in accounting in higher education. **Accounting education: an international journal**, Bingley, v. 15, n. 3, pp. 301-323. 2006.
- CARDELLE-ELAWAR, M. Effects of metacognitive instruction on low achievers in mathematics problems. **Teaching and Teacher Education**, Stanford, v. 11, pp. 81-95. 1995.
- CASE, J. M.; FRASER, D. M. An Investigation into Chemical Engineering Students' Understanding of the Mole and the Use of Concrete Activities to Promote Conceptual Change. **International Journal of Science Education**, London, v. 21, n. 12, pp. 1237-1249. 1999.
- COOK, E.; KENNEDY, E.; MCGUIRE, S. Y. Effect of teaching metacognitive learning strategies on performance in general chemistry courses. **Journal Chemical Education Research**, New York, v. 90, n. 8, pp. 961-967. 2013.

- DAHSAH, C.; COLL, R. Thai grade 10 and 11 students' understanding of stoichiometry and related concepts. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Taipéi, v. 6, pp. 573-600. 2008.
- DIERKS, W. Teaching the mole. **European Journal of Science Education**, Abingdon, v. 3, pp. 145-157. 1981.
- DUNLOSKY, J.; METCALFE, J. **Metacognition**. Thousand Oaks, CA: USA. 2009.
- ERICSSON, K. A.; SIMON, H. A. **Protocol analysis: Verbal reports as data**. MIT. Cambridge: USA. 1993.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, pp. 101-106. 2010.
- FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L. B. (Orgs.). **The nature of intelligence**. Erlbaum, Hillsdale, N.Y.: USA, 1976. pp. 231-235.
- FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J. The learning and teaching of the concepts 'amount of substance' and 'mole': A review of the literature. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, London, v. 3, n. 3, pp. 277-292. 2002.
- FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J.; RATCLIFFE, M. Difficulties in teaching the concepts of 'amount of substance' and 'mole'. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 22, n. 12, pp. 1285-1304. 2000.
- GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In: Gilbert, J. K.; Treagust, D. F. (Eds). **Multiple representations in chemical education**. Springer. New York: USA. 2009. pp. 1-8.
- JORDANO, M. L.; TOURON, D. R. How often are thoughts metacognitive? Findings from research on self-regulated learning, think-aloud protocols, and mind-wandering. **Psychonomic Bulletin and Review**, New York, v. 25, pp. 1-18. 2018.
- KING, A. Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 83, pp. 307-317. 1991.
- LOCATELLI, S. W. A metacognição e o ensino de ciências: um breve panorama. In: WENDER, F.; ASSIS, M. P. (Org.). **Ciências da natureza e formação de professores: entre desafios e perspectivas**. Paco. Anhangabaú, Jundiaí: Brasil. 2017. pp. 17-27.
- LOCATELLI, S. W.; DAVIDOWITZ, B. Using metavisualization to revise an explanatory model regarding a chemical reaction between ions. **Chemistry Education Research and Practice**, London, v. 22, n. 2, pp. 382-395. 2021.
- NELSON, T. O. Metamemory: A theoretical framework and new findings. **Psychology of Learning and Motivation**, v. 26, pp. 125-173. 1990.
- NOVICK, S.; MENIS, J. A study of student perceptions of the mole concept. **Journal of Chemical Education**, New York, v. 53, n. 11, pp. 720-722. 1976.
- OLIVEIRA, D. M.; CATÃO, V. Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais para a aprendizagem da química em duas turmas do ensino médio. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 12, n. 2, pp. 50-68. 2017.
- OMWIRHIREN, M. Analysis of error in learning of mole concept among selected senior secondary school chemistry students in Zaria, Nigeria. **Journal of Research & Method in Education**, Abingdon, v. 5, n. 1, pp. 1-7. 2015.
- PATE, M.; MILLER, G. Effects of regulatory self-questioning on secondary-level students' problem-solving performance. **Journal of Agricultural Education**, v. 52, n. 1, pp. 72-84. 2011.
- PINTRICH, P. R. The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. **Theory Into Practice**, London, v. 41, n. 4, pp. 219-225. 2002.
- PORTILHO, E. M. L.; DREHER, S. A. S. Categorias metacognitivas como subsídio à prática pedagógica. **Educação e Pesquisa**, Sao Paulo, v. 38, n. 1, pp. 181-196. 2012.
- SANTOS, C.; SILVA, M. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 16, n. 1, pp. 133-152. 2014.
- SCHRAW, G. Promoting general metacognitive awareness. **Instructional Science**, New York, v. 26, pp. 113-125. 1998.
- SCHRAW, G.; CRIPPEN, K. J.; HARTLEY, K. Promoting self-regulation in science education: Metacognition

as part of a broader perspective on learning. **Research in Science Education**, New York, v. 36, pp. 111-139. 2006.

TANNER, K. D. Promoting student metacognition. **Life Sciences Education**, Rockville, v. 11, n. 2, pp. 113-120. 2012.

ZULIANI, S. R. Q. A.; ÂNGELO, A. C. D. A utilização de estratégias metacognitivas por alunos de química experimental: uma avaliação da discussão de projetos e relatórios. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, vol. 2. 1999.





CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO EN NOMENCLATURA QUÍMICA: ESTUDIO DE CASO DE UN PROFESOR DE LA MEDIA VOCACIONAL EN COLOMBIA

PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE IN CHEMICAL NOMENCLATURE: CASE STUDY OF A VOCATIONAL MEDIA TEACHER IN COLOMBIA

CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO NA NOMENCLATURA QUÍMICA: ESTUDO DE CASO DE PROFESSOR DE MÍDIA PROFISSIONAL NA COLÔMBIA

William Moreno^{ORCID*}

Cómo citar este artículo: Moreno, W. (2023). Conocimiento didáctico del contenido en nomenclatura química: estudio de caso de un profesor de la media vocacional en Colombia. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 345-357. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18502>

Resumen

A partir de la línea del conocimiento didáctico del contenido (CDC), se realiza una investigación para caracterizar el CDC de un profesor, licenciado en Biología y Química, que enseña conceptos de nomenclatura química en una institución del sector oficial del departamento del Cauca de Colombia, con el fin de aportar elementos en relación con la formación del profesorado y la mejora profesional. El estudio se hace desde la perspectiva cualitativa, con diseño de estudio de caso. Para la recolección de la información se recurrió a instrumentos como representaciones del contenido, repertorios profesionales de experiencia didáctica, huella pedagógica y entrevistas. Lo hallado sobre el docente corresponde a manifestaciones respecto a una interrelación seccionada o compartimentalizada y jerárquica de los contenidos, en la que estos se organizan de lo simple a lo complejo, y se interpretan como requisitos. En su práctica, aunque a veces exhibe posturas relativas, integradoras y evolutivas, también considera la memoria como necesaria para el aprendizaje; así, converge con el modelo de transmisión/recepción, asocia su enseñanza con la cotidianidad, combina algunos elementos con un modelo por descubrimiento, exhibe posturas positivistas (a pesar de que percibe una construcción social del conocimiento científico) y, finalmente, muestra una fortaleza en el conocimiento del contexto escolar a través de la manifestación de posturas políticas frente al abandono estatal en educación, críticas al sistema de evaluación, al sistema curricular orientado desde el Ministerio de Educación. También hace una caracterización de la población a la que le enseña y donde enseña, y ofrece alternativas económicas que considera viables desde la enseñanza de la química.

Palabras clave: ambiente educacional, epistemología, historia de las ciencias, psicología de la educación, media vocacional, nomenclatura inorgánica, evaluación de docentes.

Recibido: agosto de 2021; aprobado: julio de 2023

* Magíster en Docencia de la Química, Secretaría de Educación de Cundinamarca (Colombia). elpostigio435@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3434-754X>.

Abstract

From science teaching, the line of Pedagogical Content Knowledge or PCK, an investigation is carried out to characterize the PCK of a teacher, Bachelor of Biology and Chemistry, which teaches chemical naming concepts in an official sector institution from the Cauca department of Colombia, and in this way contribute elements in relation to teacher training and professional improvement. The study is done from the qualitative perspective, with case study design; to collect the information instruments are used as representations of the content, professional repertoires of teaching experience, pedagogical footprint and interviews. What is found in teachers are demonstrations regarding a compartmentalized and hierarchical interrelation of the contents, organizing them from the simple to the complex, interpreting them as prerequisites, although sometimes it exhibits relative positions, integrative and evolutionary, also considers memory as necessary for learning, converging with the transmission-reception model, relating his teaching to daily life, combines some elements with a discovery model, exhibits positivist positions although it perceives a social construction of scientific knowledge and finally there is a fortress in the knowledge of the school context expressing political positions against the state abandonment in education, criticism of the evaluation system, to the curricular system oriented from the ministry of education, makes a thoughtful characterization of the population that teaches and where do you teach, offering economic alternatives which he considers viable from the teaching of chemistry.

Keywords: Educational Environment, Epistemology, History of Science, Psychology of the education, Vocational Media, Inorganic Nomenclature, Teacher evaluation.

Resumo

A partir do ensino de ciências, a linha de conhecimento de conteúdo didático ou CDC, é realizada uma pesquisa para caracterizar o CDC de um professor, Bacharel em Biologia e Química, que ensina conceitos de nomenclatura química em uma instituição do setor oficial do departamento de Cauca da Colômbia, e, assim, contribuir com elementos relacionados à formação de professores e aprimoramento profissional. O estudo é realizado da perspectiva qualitativa, com desenho de estudo de caso; instrumentos são usados para coletar as informações como representações do conteúdo, repertórios profissionais da experiência de ensino, pegada pedagógica e entrevistas. O que foi encontrado nos professores são manifestações relacionadas a uma inter-relação hierárquica e compartimentalizada dos conteúdos, organizando-os do simples ao complexo, interpretando-os como pré-requisitos, embora às vezes exiba posições realistas, integrativas e evolutivas, também considera a memória necessária para a aprendizagem, convergindo com o modelo de transmissão-recepção, relacionando seus ensinamentos à vida cotidiana, combina alguns elementos com um modelo de descoberta, Exibe posições positivistas, embora perceba uma construção social do conhecimento científico e, por fim, inibe uma força no conhecimento do contexto escolar, manifestando posições políticas contra o abandono do estado na educação, As críticas ao sistema de avaliação, ao sistema curricular orientado pelo Ministério da Educação, caracterizam reflexivamente a população que ensina e onde ensina, oferecendo alternativas econômicas que considera viáveis a partir do ensino de química.

Palavras chave: Ambiente Educacional, Epistemologia, História das Ciências, Psicologia Educacional, Mídia Profissional, Nomenclatura Inorgânica, Avaliação de Professores.

1. Introducción

La investigación sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) se ha considerado de beneficio en el momento de establecer orientaciones en cuanto a la formación de docentes, aporta elementos para la evaluación del desempeño profesional de los profesores (MORA, PARGA 2014); ha permitido desenvolver cada vez más la didáctica de las ciencias como una disciplina dedicada a la enseñanza de los contenidos, a la espera de ser aprendidos por los estudiantes. La formación del profesorado puede ser interpretado desde visiones como la integración didáctica.

Es importante efectuar los estudios de diagnóstico, reflexión y triangulación de los conocimientos/creencias de los profesores en ejercicio, en aras de ofrecer elementos de análisis con respecto a la formación en servicio e inicial; desde el CDC se puede identificar las competencias profesionales para asumir y ejercer la docencia como un ejercicio social (PARGA LOZANO, MORENO TORRES 2017). Este artículo muestra los resultados de un estudio de caso para caracterizar el CDC de un profesor licenciado en Biología y Química, que enseña nomenclatura química en un colegio oficial del departamento del Cauca, con una formación en servicio centrada en lo sindical; este tipo de formación aporta elementos al CDC del profesorado en Colombia que aún no se han explorado.

2. Marco de referencia

a. Conocimiento didáctico del contenido

SHULMAN (1986) precisa los primeros planteamientos sobre la investigación de los conocimientos que tiene el profesorado para enseñar; paralelamente, CHEVALLARD (1991) trabaja aquellos sobre la transposición didáctica, para quien la didáctica de la matemática se extendió a otras disciplinas, y quien la defiende como una disciplina diferente. Asimismo, GARRITZ, DAZA-ROSALES, LORENZO (2014) lo hicieron para la didáctica de las ciencias.

La destransposición didáctica de ANTIBI, BROSS-SEAU (2000) modifica concepciones enseñadas previamente que puedan ser un problema para los aprendizajes posteriores.

CHEVALLARD (1991) explica que el conocimiento didáctico y académico no son superponibles, aunque sí relacionados, y que el profesor cuestiona ideas, interroga sobre pruebas, toma distancia sobre el objeto de estudio, en lo que él señala como *vigilancia epistemológica*; a su vez, define criterios para elegir tópicos del conocimiento científico, sin seguir solo estructuras curriculares definidas por expertos sino también por didactas de la disciplina, por desarrolladores de texto y, acordes a los contextos sociales, políticos y culturales (PARGA LOZANO, MORENO TORRES 2017). En este sentido, vincula varios conocimientos que permiten que el docente elija, planifique los contenidos y las formas de enseñarlos (GARRITZ, MELLADO, 2014).

Para MORA, PARGA (2014), el CDC no es una suma o mezcla de sus partes, se concibe más como integración didáctica y no una transformación o trasposición; así, complejiza el pensamiento del profesor y del estudiantado.

Lo que piensa y enseña un profesor ayudará a identificar sus creencias y concepciones sobre la filosofía de la ciencia, el contexto, la enseñanza y el aprendizaje de la química; así el CDC que integra el conocimiento disciplinar, psicopedagógico, histórico-epistemológico y contextual, permite establecer cómo la formación docente en servicio influencia la labor docente. El CDC expresa un saber epistemológico propio, idiosincrático, diverso, complejo y construido históricamente por cada docente (PARGA-LOZANO, MORENO TORRES, 2017).

CESS-NEWSOME (1999, citado por GARRITZ, DAZA ROSALES, LORENZO, 2014) afirma que el CDC reconoce las dinámicas no solo de las acciones del profesorado, sino en relación con elementos de su conocimiento profesional. Cuando SHULMAN (1986, citado por PARGA, MORA, MARTÍNEZ, 2007) estudia el *pedagogical content knowledge* (PCK), menciona que el profesorado expresa un conocimiento que compone el conocimiento temático,

el pedagógico del contenido y el curricular; por su parte, MELLADO, (1996) vincula el estudio de las didácticas generales, las cuales conducen a un camino hacia el CDC. Este artículo se basa en las ideas de MORA, PARGA (2014), para quienes el profesorado transforma los contenidos producidos por la comunidad científica hacia las necesidades que busca satisfacer quien necesita enseñarlos; así emerge un conocimiento, que articula el contexto escolar, la cotidianidad y el conocimiento científico con los objetivos o intenciones para ser enseñados, y en consecuencia, se construye por medio de la integración de estos conocimientos e influenciado por sus propósitos y experiencia (MORA, PARGA, 2008, 2007, 2014).

En términos de MORA, PARGA (2014), el CDC es un sistema complejo y surge de la integración de cuatro categorías importantes: los conocimientos-creencias de lo disciplinar (CD), lo psicopedagógico (CP), lo contextual (CC) y lo histórico-epistemológico (CHE); la figura 1 representa los componentes planteados para el CDC.

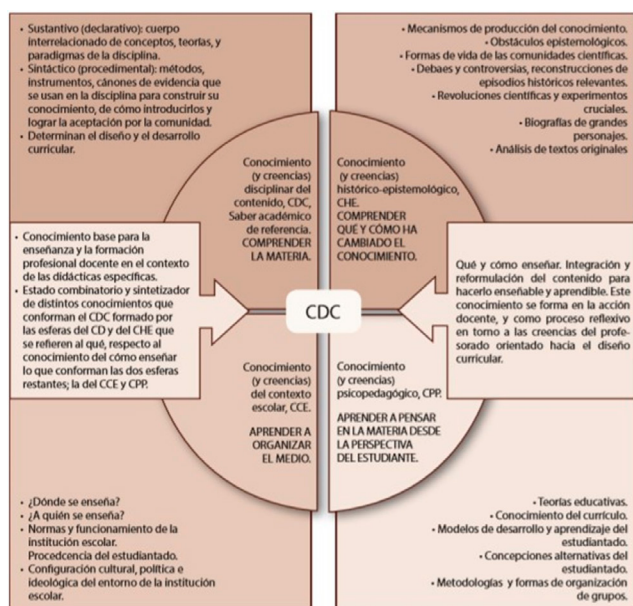


Figura 1. Categoría y componentes del CDC.

Fuente: tomado de MORA, PARGA (2008).

De la unificación de los diferentes componentes del CDC, organizados en diferentes sistemas que

nacen desde los modelos didácticos de cada docente sistemas que son híbridos según las diferentes problemáticas particulares de aula, surge un CDC propio, compatible y compartido con otros profesores a través de la reflexión de la práctica educativa y sobre esta misma (MORA, PARGA, 2014).

b. Reconociendo el CDC del profesorado

Se han elaborado diferentes estrategias para analizar las representaciones del profesor, denominadas *representaciones del contenido* (ReCo), y los repertorios profesionales de experiencia didáctica (ReP-Ed) planteados inicialmente por LOUGHRAN, MULHALL, BERRY (2003); estos se contrastan en el análisis del CDC, se usan tópicos relacionados con el conocimiento base del profesor y el CDC, entre ellos: (i) discusión de experiencias del docente, (ii) discusión en torno al conocimiento pedagógico, (iii) expresiones sobre los propósitos de enseñanza, (iv) enseñanza del tópico en contextos escolares, (v) reflexión entre conocimiento base del profesor y del CDC (MORA, PARGA, 2008). Estos, con el objetivo de identificar y analizar sus posturas epistemológicas para la enseñanza, sus propios diseños curriculares, su investigación pedagógica-didáctica de los procesos de enseñanza/aprendizaje y sus intencionalidades (MORA, PARGA, 2005).

c. La didáctica de las ciencias experimentales y la formación de profesores

Algunos aspectos en la formación docente crean requisitos que permiten a los profesores : (i) problematizar crítica y reflexivamente sus propias posturas epistemológicas; (ii) considerar otras potencialidades, y cuando sea posible, (iii) romper el círculo vicioso que permite la reproducción de la epistemología escolar en lo que concierne a la ciencia (DÉSAUTELS, LAROCHELLE, 1998, citado en MORA, MOSQUERA, GARCÍA, 2003).

Algunos estudios han establecido, en el ámbito de la formación docente, dos aspectos: (i) el conocimiento científico como conocimiento de algo dado, mas

no de algo construido y consensado socialmente, y (ii) el conocimiento científico cosificado (MORA, MOSQUERA, GARCÍA, 2003). Se entiende que el primero es una forma de concebir cómo se produce el conocimiento, y el segundo es una forma de enseñarlo o aprenderlo, en esquemas tradicionales de enseñanza.

No es suficiente ofrecer modelos reflexivos en la formación docente, si estos se desligan del contexto de donde surgen; es decir, deben llevarse a la práctica. Las vivencias que han existido a lo largo de su escolarización llevan a que el docente en formación reproduzca lo mismo en el aula en un futuro; adicionalmente, hay que tener en cuenta la distancia entre las metas propuestas por los creadores y las que persiguen los profesores que las ejecutan (CRONIN-JONES, 1991, citado en MORA, MOSQUERA, GARCÍA, 2003).

Se han encontrado evidencias de elementos frente a una posible práctica exitosa, de profesores en formación, los cuales podrían clasificarse entre facilitadores y obstaculizadores. Respecto a los primeros se encuentran: (i) adecuación de las actividades al nivel escolar, de acuerdo con los procesos cognitivos requeridos por los estudiantes; (ii) propuestas de análisis cualitativos, para así vincularlos con los contenidos; (iii) propuestas contextualizadas a la vida cotidiana, resignificando los distintos contenidos a través de casos concretos (ZORRILLA *et al.*, 2019).

Como elementos obstaculizadores, se evidencian los siguientes: (i) la ausencia de menciones explícitas en relación con la higiene o seguridad en el trabajo de laboratorio; (ii) el camino entre observación e interpretación generalmente no se presenta facilitado por las actividades; (iii) los vínculos del trabajo práctico del laboratorio con otras actividades, como puede ser el trabajo de análisis de texto, puede brindar una mejor comprensión de los contenidos conceptuales; (iv) el exceso de actividades experimentales genera dificultad para analizar los resultados, la explicitación de contenidos e interpretación de los fenómenos estudiados (ZORRILLA *et al.*, 2019).

Se ha mostrado que los futuros profesores movilizan diferentes conocimientos a través del proceso de reflexión sobre la acción; en este sentido, funcionan como auxiliares para la superación de dificultades en la comprensión de límites y posibilidades vinculados a la estrategia. Algunas de estas dificultades encontradas se asocian con la vivencia de las estrategias como ejercicios de pensar la práctica e, incluso, como manifestaciones consideradas en ejercicios donde actúan como jurados simulados de una propuesta metodológica para la enseñanza de la química (GIROTTO, DE PAULA, MATAZO, 2019).

A partir de correlaciones entre categorías emergentes de los dominios del PCK es posible identificar contribuciones para movilizar el conocimiento pedagógico general al conocimiento pedagógico de estudiantes. En este sentido, las vivencias de estrategias de situaciones similares a las investigativas son bienvenidas, y tienen potencial para la construcción de conocimientos profesionales, de modo que contribuye no solo como formación inicial de forma reflexiva, sino como relación entre la actividad desarrollada con la práctica profesional (GIROTTO, DE PAULA, MATAZO, 2019).

d. Subsistema de formación en servicio

Sus propósitos están relacionados con brindar a los docentes y directivos docentes la posibilidad de abordar, el conocimiento pedagógico y disciplinar articulado a las prácticas de aula, y así favorecer su cualificación profesional. Se desarrolla a través de programas de formación que buscan responder a las necesidades identificadas por los mismos educadores y a los procesos evaluativos. Estas evaluaciones se refieren a las internas aplicadas en los establecimientos educativos (desempeño escolar, desempeño docente, autoevaluación institucional), a las evaluaciones nacionales e internacionales, que precisan las áreas y campos de conocimiento en los cuales se debe fortalecer la formación de los educadores en servicio (MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, 2013).

3. Metodología de investigación

Este estudio se enmarca en el paradigma cualitativo descriptivo, y corresponde a un estudio de caso, con planteamientos abiertos y expansivos que paulatinamente se van enfocando en conceptos relevantes según la evolución del análisis (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2006). Se caracteriza el CDC de un profesor que enseña Química con una formación sindical en servicio. Para comprender los fenómenos de las características del CDC, se adoptó un estudio de las representaciones del contenido (ReCo) y repertorio de experiencia profesional y didáctica (Re-Epd) (LOUGHRAN, MULHALL, BERRY, 2003), y de aspectos de la huella pedagógica. La metodología descrita permite el acercamiento directo a los actores, para comprender sus pensamientos y acciones. Se concibe este tipo de investigación bajo un paradigma interpretativo, bajo un sentido exploratorio y bajo el objeto de caso (COLLER, 2005).

Se consideró como objeto de estudio el CDC del profesor participante, con un alcance genérico, pues ilustra características que se encuentran en otros casos; es un caso típico, representa a la población de docentes con formación sindical durante el servicio (COLLER, 2005), la cual está a cargo de la agremiación a la cual pertenece. El análisis y las conclusiones están supeditadas al caso particular. Se acudió al sindicato de profesores Asoinca (s. f.) del departamento del Cauca, el cual tiene un sistema de escuela sindical rigurosa y disciplinada. Ser activista y haber participado en la formación sindical de esta organización fue un criterio de inclusión para el profesor participante en el estudio, esto garantizado con la mediación de directivos sindicales; otro de los criterios de inclusión consistía en ser profesor que impartía la asignatura de Química con vinculación laboral en el Estado, así su práctica didáctica se realizaba en colegios oficiales de educación básica, secundaria y media.

El CDC del profesor se caracterizó mediante la aplicación de varios instrumentos, para analizar las ReCo y ReP-Ed (LOUGHRAN, MULHALL,

BERRY, 2003); el ReCo se entiende como aquellos instrumentos que reconoce las grandes ideas a enseñar, los elementos sobre las decisiones curriculares y la reflexión acerca de las prácticas del profesor; el ReP-Ed reconoce el tipo de evaluación narrativa de la práctica docente, las creencias del profesor acerca de las respuestas de sus estudiantes y lo sucedido durante las entrevistas y aplicación de instrumentos de la huella pedagógica, el contenido que le da forma a la enseñanza/aprendizaje, y las relaciones que se construyen con los estudiantes (CANDELA RODRÍGUEZ, VIÁFARA ORTIZ, 2014).



Figura 2. Descripción del proceso metodológico global. Fuente: elaboración propia.

Categoría	Componentes
Conocimiento Disciplinar del Contenido	<i>Sustantivo y Sintáctico</i>
Conocimiento Histórico-Epistemológico	Mecanismos de producción de conocimiento, obstáculos epistemológicos, debates y controversias
Conocimiento Psicopedagógico	Teorías Educativas, Conocimiento del currículo, Modelos de desarrollo del aprendizaje del estudiante, concepciones alternativas del estudiante, metodologías de las formas de la organización del grupo
Conocimiento del Contexto Escolar	¿Dónde enseña?, ¿A quién enseña?, Normas y funcionamiento de la institución.

Tabla 1. Categorías definidas para la investigación de la caracterización del CDC de un profesor de química Fuente: elaboración propia.

Para analizar las representaciones de contenido se usaron los siguientes instrumentos: (i) identificación del ReCo adaptado del propuesto por MORA, PARGA (2008); (ii) sobre CDC elaborado por Parga en 2013 en el marco del proyecto CIUP-DQU-025-07 de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia; (iii) cuestionario Likert para los docentes, adaptado del de MELLADO (1996). Para el repertorio profesional de experiencia didáctica se usaron los

siguientes instrumentos: (i) reconocimiento del tipo de evaluación, (ii) aspectos relacionados con la evaluación del tema, (iii) aspectos relacionados con la secuencia de enseñanza; estos tres, adaptados al propuesto por DE ZUBIRÍA (1997), y (iv) entrevista semiestructurada sobre enseñanza, adaptada del de MELLADO (1996); finalmente con reflexiones orales, se accedió a la naturaleza holística y compleja del CDC del profesor.

La información ofrecida por los instrumentos fue sometida a (i) modificaciones discutidas, validadas y aclaradas con pares de expertos; (ii) diálogo con el participante sobre las intencionalidades de cada instrumento; (iii) transcripciones de los instrumentos; (iv) interpretación de la información por unidades de análisis; (v) formulación de enunciados en correspondencia con las categorías para evidenciar la postura docente; (vi) formulación de inferencias e interpretaciones de la investigación (PARGA LOZANO, MORENO TORRES, 2017).

4. Resultados y análisis

Los resultados se organizaron en tablas, en las que se evidencian las principales afirmaciones. Luego del análisis de los instrumentos expuestos, se realizó la triangulación y formulación de inferencias.

a. El caso del docente licenciado en química y biología con formación sindical

Análisis del conocimiento disciplinar del contenido

Manifiesta que sus conceptos los estructura compartimentalizados y jerárquicos, con la intención de que sus estudiantes comprendan dichos fenómenos químicos, empezando con proporcionalidades de masa en reacciones químicas, hasta reglas de nomenclatura de acuerdo con estados de oxidación y número de átomos. En este sentido se observa un ciclo de organización de contenidos de lo simple a lo complejo, secuenciándolos en términos de prerrequisitos y como tarea exclusiva del profesor, también converge con una visión integradora

y evolutiva, evalúa conductas de entrada y el desarrollo evolutivo, teniendo en cuenta el tema y sus estudiantes. En términos de la teoría y/o paradigma que usa, converge con el atomismo-equivalentismo y lo contempla como un constructo que experimentalmente está definido, pues realiza afirmaciones como “usted supone que es un átomo, pero no lo está viendo”.

Usa el experimento para hacer predicciones; por ejemplo, recurre a la tabla periódica para corroborar las predicciones en química y las relaciona con la vida cotidiana, considera el aprendizaje de los conceptos como una adquisición.

Intenta ser un mediador de la subcultura científica y la subcultura de sus estudiantes, para lo cual selecciona conceptos a enseñar. Se evidencia gusto por la enseñanza en química y permite entonces que valore las dificultades de aprendizaje; enseña la química desde la perspectiva del estudiante y entiende que para enseñar no solo basta conocer; afirma que los profesores en formación deben aprender a representar los contenidos, a organizar contenidos y a establecer rutinas, procedimientos, y actividades específicas.

Categoría	Componente	Afirmación
Conocimiento Disciplinar del Contenido	Sustantivo	Manifiesta una convergencia con unos conceptos compartimentalizados y jerárquicos. Argumenta prerrequisitos en las temáticas que son evaluados exclusivamente por el profesor
	Sintáctico	Usa la enseñanza para relacionarlos con predicciones e identificaciones que de forma experimental puede comprobarse

Tabla 2. Matriz de afirmaciones de acuerdo con las unidades de análisis para el CD
Fuente: elaboración propia.

Análisis del conocimiento psicopedagógico

El profesor considera necesaria la memoria para el aprendizaje; converge con un modelo de transmisión/recepción; considera la enseñabilidad de las ciencias como un arte y no como disciplina; intenta que su enseñanza esté relacionada con la cotidianidad; combina algunos elementos de su enseñanza con el modelo por descubrimiento.

También, concibe el currículo como procesos de destrezas combinadas con una visión de lista de conceptos; sus planeaciones las considera para años venideros; comparte una visión de programación de situación de enseñanza.

Combina la visión de transmisión elaborada y el aprendizaje por medio de una actividad, aunque también esboza elementos de la construcción del conocimiento personal; hace énfasis en combinar teoría y práctica; afirma que debe conocer lo que el estudiante sabe para la enseñanza; se centra en identificar los intereses de los estudiantes, para así modificar el método de enseñanza.

Converge con una organización para una lección magistral y reproducción de experimentos-proyectos. Uno de sus propósitos es resolver problemas y prestar atención a las ideas de los estudiantes, mediante experimentos ilustrativos.

Al parecer, concibe el aprendizaje por reestructuración y por ello los conceptos los trata de organizar con nodos estructurales; de esta manera, el estudiante descubre conceptos por categorización. En este sentido, el modelo de acción se ajusta a una lógica de estructuras de disciplinas que contiene un listado de conceptos.

Análisis del conocimiento histórico-epistemológico

Para el docente, la ciencia es socialmente construida. Converge también con una visión positivista de la ciencia y en algunas ocasiones deductivista; su interés se centra en comenzar desde las estructuras y la esencia, y luego aplicarlas a fenómenos específicos; se contradice cuando señala que los conocimientos que han sido refutados tenían su validez en su época, desconociendo un poco la influencia social o científica al respecto; en las reflexiones surge una posición inductivista en la parte experimental que explica las teorías.

Su interés es por superar las visiones ingenuas de la ciencia en sus estudiantes; aprovecha las interpelaciones que hacen sus estudiantes para ello; usa la historia de la química para evidenciar el progreso de los métodos de experimentación y analizar la evolución de conocimientos y problemas.

Categoría	Componente	Afirmación
Conocimiento Psicopedagógico	Teorías Educativas	Parece interesarse por la memoria en la enseñanza y converger con la transmisión-recepción.
	Conocimiento del currículo	Desarrolla un currículo de procesos al parecer de destrezas (aunque critica los estándares de competencias del MEN) compartida con una visión de listado de conceptos.
	Modelos de desarrollo del aprendizaje del estudiantado.	Combina la visión de la transmisión elaborada con el aprendizaje mediante actividades.
	Concepciones alternativas del estudiante.	Afirma que debe conocer lo que estudiante sabe para la enseñanza, pero se centra en conocer los intereses de sus estudiantes y en el método de escoger.
	Metodologías de las formas de organización de grupos	Converge con la lección magistral y reproduce experimentos y proyectos, sus experimentos ilustrativos.

Tabla 3. Matriz de afirmaciones de acuerdo con las unidades de análisis del CP

Fuente: elaboración propia.

Uno de sus propósitos es complejizar las ideas de sus estudiantes, sin embargo, no se evidencia que use la historia para contrastar un cambio conceptual o evidenciar que la ciencia no es lineal ni una acumulación de conocimientos científicos o de verdades eternas. En cierta medida, el profesor tiene imprecisiones frente a eventos históricos que pueden ofrecer una visión inadecuada sobre la naturaleza de la ciencia; considera que las observaciones no tienen influencias teóricas y que los cambios se dan por acumulaciones y no por revisiones.

Profundiza la creencia de que para la enseñanza solo basta conocer el contenido disciplinar; algunos conocimientos psicopedagógicos generales y algunas actividades planeadas es una condición para ser un buen profesor.

Considera el experimento como sumidero de la teoría, al parecer no concibe que el experimento tiene vida propia y puede elaborarse o construirse abstractamente del conocimiento.

Análisis del conocimiento del contexto escolar

Manifiesta que el número de estudiantes limita el entendimiento de sus estudiantes, y posteriormente considera que también los recursos didácticos, en especial en los laboratorios, pues en ellos no se puede experimentar.

Categoría	Componente	Afirmación
Conocimiento Histórico-Epistemológico	Mecanismos de producción del conocimiento	Tiene una postura de que la ciencia es socialmente construida, converge con una visión positivista de la ciencia y en algunas cosas deductivista, le parece empezar con la estructuras y esencia de la química y luego ver sus fenómenos específicos, ausente de creencias.
	Obstáculos epistemológicos	El docente muestra más interés por superar visiones ingenuas de la ciencia.
	Debates y controversias	Evidencia que usa la historia de la química en relación a obtener mejores métodos de experimentación y analizar la evolución de conocimientos y problemas.

Tabla 4. Matriz de afirmaciones de acuerdo con las unidades de análisis del CHE
Fuente: elaboración propia.

Categoría	Componente	Afirmación
Conocimiento del Contexto Escolar	¿Dónde enseña?	Reconoce un contexto socio-económico de pobreza y el abandono del Estado a las instituciones.
	¿A quién enseña?	La asocia con la atención del entorno familiar y socioeconómico que esta mediado por el abandono Estatal.
	Normas y funcionamiento de la institución	Tiene una postura crítica frente al número de estudiantes por grupo, recursos didácticos que no permite hacer experiencias de laboratorio, una evaluación nefasta relacionado con que el colegio no afronta apropiadamente los índices de repitencia, el MEN como un factor externo que determina los contenidos, pero permite que internamente como hacer la enseñanza y la evaluación con criterios definidos por ellos mismos.
	Procedencia de los estudiantes	Caracterización de la población a nivel general, también tiene en cuenta parcialmente habilidades en relación a lo laboral y de la actividad productiva
	Configuración ideológica y política del entorno de la institución	Tiene en cuenta las necesidades del grupo y su heterogeneidad para elegir, retomar preguntas o ejercicios.

Tabla 5. Matriz de afirmaciones de acuerdo con las unidades de análisis del CE
Fuente: elaboración propia.

Reflexiona sobre la problemática de la repitencia, y lo asocia con el entorno familiar disfuncional y el contexto socioeconómico de pobreza. De igual manera, señala el abandono del Estado a las instituciones educativas como una de las formas de reproducir una enseñanza sin recursos didácticos suficientes, lo cual afecta sus prácticas educativas en relación con las evaluaciones estatales. Critica el sistema de evaluación institucional; menciona que no garantiza el aprendizaje pues lo considera irreflexivo y que, además, no es acorde con las necesidades de sus estudiantes. El hecho de que

el Ministerio de Educación Nacional determine los contenidos mediante sus orientaciones curriculares limita la enseñanza y la evaluación.

En la institución actúa como activista del comité sindical del colegio; sin embargo, los docentes tienen autonomía para definir tópicos y niveles de complejidad. Afirmo que se debe motivar el aprendizaje de la química, y si no hay tal motivación, es una limitante para el aprendizaje. Su caracterización de la población refiere un contexto socioeconómico de pobreza e inestabilidad laboral, y esto le permite enseñar en su asignatura elementos asociados a procesos productivos; por ejemplo, elaborar sustancias para el aseo; en este sentido trata de definir las necesidades del grupo, aunque sea heterogéneo.

Interpretaciones de la caracterización hecha sobre el conocimiento didáctico del contenido con respecto a la formación de profesores

En relación con los análisis emergentes en este estudio de caso, los alcances pueden abordarse según PARGA LOZANO, MORENO TORRES (2017), mediante preguntas sobre el CDC; así se evidencia que el docente con formación sindical en general tiene consolidado los conocimientos/creencias disciplinares, del contexto escolar y psicopedagógico, frente a las ideas alternativas de sus estudiantes; del resto de componentes, podemos identificar que es un CDC poco deseable y consolidado.

- *¿Este caso muestra lo desfavorable de la formación docente inicial y en servicio?* Puede significar que las facultades y secretarías de educación deben ser más reflexivas en aspectos formativos consistentes en lo que la plantea la didáctica de las disciplinas; igualmente, promover currículos formulados por profesionales en la enseñanza de las ciencias, pues los existentes tienen una visión de la estructura disciplinar y por profesionales en las ciencias. En particular, puede evidenciarse la desvalorización de las investigaciones de la didáctica de la química, y el poco desarrollo de las líneas de investigación que contemplen los problemas didácticos que estas

instituciones manifiestan. Las facultades y secretarías de educación deberían consolidar las categorías que componen el CDC en la formación del profesorado.

- *¿Qué papel cumplen las facultades y secretarías de Educación en la formación de docentes en química?* De las facultades de educación, la constancia en determinar el CDC en docentes, con diferentes características de formación es escasa; es pertinente realizar estudios que respondan a las necesidades de tener docentes que reconozcan componentes de este conocimiento y analizando la forma que integran los componentes del CDC; así, puede ajustarse con las necesidades de formación del profesorado y no solo atendiendo orientaciones estatales desconectadas de la práctica docente y de la integración de los cuatro componentes del CDC. En cuanto a las secretarías de educación, al parecer hace falta reconocer las categorías del CDC e integrarlas a su programa de formación docente, solo ejecutando capacitaciones esporádicas y descontextualizadas de las necesidades que exigen tener docentes con un consolidado y deseable CDC en las instituciones educativas.

- *¿Es pertinente aceptar el paradigma que plantea que para enseñar química solo basta conocer la disciplina?* Esta es una discusión profunda que relaciona las intencionalidades curriculares que encarna la institución con su impacto en la comunidad educativa; en este sentido, deben manejarse criterios en la política educativa, que como hemos evidenciado tiene una relación con la formación sindical, pero definir institucionalmente las intencionalidades puede permitir ir más allá de la disciplina con respecto a la enseñanza de las ciencias y responder mejor a las necesidades de formación del contexto, las cuales se configuran desde las falencias y fortalezas encontradas en el CDC del caso de estudio.

- *¿La formación sindical puede ampliar su alcance en la enseñanza de las ciencias?* Las formaciones sindicales son en esencia antiestatales y en este caso particular relacionada con el marxismo. Estos elementos han sido poco estudiados en la didáctica de la química. Una planeación y programación sería de este tipo, sobre organizaciones para alcanzar

objetivos que estén de acuerdo con las necesidades contextuales y educativas de las comunidades, podría consolidar conocimientos-creencias como el del contexto escolar, y de esta manera responder a unas intencionalidades curriculares que exijan las instituciones. Al parecer, el sindicato se focaliza en las instituciones educativas y sus problemáticas reivindicativas, relacionadas con la enseñanza y aprendizaje y el contexto particular.

A continuación vemos pertinentes algunos aportes de PARAGA, MORENO (2017), frente a algunos aspectos que se deben tener en cuenta para la enseñanza de la química: (i) la reflexión es fundamental con la práctica docente en torno a los cuatro conocimientos/creencias establecidos en esta investigación; (ii) la planeación curricular que propone el Ministerio de Educación Nacional no puede ser la única que el docente reconoce, esta debe ser producto de un conjunto de docentes que reflexionen las posturas disciplinares, psicopedagógicas, histórico-epistemológicas y contextuales propias; (iii) la historia y la epistemología deben ser primordiales en la formación inicial y en servicio. A partir de ahí, deben formularse preguntas como ¿por qué enseñamos química?, ¿cómo se construye el conocimiento en química?, ¿al servicio de qué categorías sociales está esa enseñanza?, ¿qué implicaciones tiene la enseñanza de la química en el medio ambiente?, entre otras; (iv) fortalecer la formación en psicopedagogía, sin la visión técnica o tradicional, sino más bien como un componente emergente en el docente e integrado al conocimiento/creencia contextual, para modificar valores y creencias alrededor de la química; y añadimos a dichos elementos la siguiente reflexión, (v) la consolidación del conocimiento/creencia del contexto al parecer enriquece otras categorías del CDC, en este trabajo el conocimiento psicopedagógico ha sido influenciado del análisis disciplinado de la misión y visión institucional, características de la población de estudiantes, normas de funcionamiento de la institución, características económicas y sociales de la comunidad educativa y su configuración

cultural, política e ideológica y, finalmente análisis de las políticas educativas; lo anterior mediado y promovido desde la formación sindical.

Frente a la formación sindical

En relación a esta formación, particularmente el sindicato del Cauca se ha reconocido como marxista y ha desarrollado una posición antipatronal demostrado en sus huelgas. Se puede inferir que sus activistas reciben una formación filosófica, económica y política; que ha permitido desarrollar una mayor reflexión de parte de sus docentes, alejada de la postura tradicional del Estado y más al servicio de las necesidades contextuales. Aunque esta formación consolida especialmente el conocimiento/creencia psicopedagógico, en la perspectiva estudiantil del aprendizaje, no ha permitido desarrollar más elementos en relación con la enseñanza y el aprendizaje; esta formación sindical puede aportar a la formación en servicio en términos de la enseñanza y el aprendizaje con una visión más integral y crítica socialmente hablando.

Otros de los conocimientos/creencias que fortalece la formación sindical, es el del contexto escolar; esta ha permitido que los docentes manejen ampliamente la política educativa y el funcionamiento institucional, lo que permite ajustar el currículo al tipo de población que enseña, aunque sea en relación con las metodologías y al aprendizaje desde la perspectiva de sus estudiantes.

5. Conclusiones

Este trabajo permitió caracterizar el CDC de un profesor que enseña nomenclatura química en una institución oficial del departamento del Cauca (Colombia). Dentro de las categorías analizadas se resaltan las siguientes:

- En el conocimiento disciplinar se tiene una visión seccionada y jerárquica que converge con elementos integradores y evolutivos; el profesor objeto de estudio organiza los contenidos de los menos a los

más complejos, y en forma de prerrequisitos, pero sin conexión alguna entre contenido y contenido. El experimento es considerado como un sumidero de la teoría, pero es enseñando desde la perspectiva del estudiante, organizando rutinas, procedimientos y actividades específicas. Para su enseñanza se apoya en el paradigma atomista-equivalentista.

- En lo psicopedagógico, el profesor del estudio converge con un modelo didáctico de transmisión/recepción combinada con el de descubrimiento; así, concibe el currículo como procesos de destrezas, de listado de conceptos y programación de situación de enseñanza. Con respecto al aprendizaje del estudiante lo concibe como una transmisión elaborada por medio de actividades; combina teoría y práctica, pues afirma que se debe conocer primero lo que sabe el estudiante (intereses, etc.) y así modificar su método. Su organización es típica de una lección magistral y la reproducción de experimentos, esencialmente ilustrativos y llevándolos a resolver problemas.

- Para lo histórico-epistemológico, aunque tiende a reconocer la ciencia como un conocimiento construido socialmente, converge con posiciones positivistas, se centra en conceptos estructurantes a partir de visión disciplinar, de igual manera desconoce algunos aspectos de influencia social o científica al respecto. En lo experimental, tiende a ser inductivista para explicar modelos químicos; se interesa por superar visiones ingenuas de sus estudiantes usando la historia para exponer cambios y progresos en los métodos experimentales y analizar la evolución de conocimientos y problemas.

- Frente al contexto escolar, realiza una caracterización de sus estudiantes y la comunidad educativa en términos socioeconómicos por una condición de pobreza e inestabilidad laboral, además, identifica que los núcleos familiares son disfuncionales y afectan el aprendizaje de sus estudiantes. Frente a las políticas educativas tiene una visión crítica, ya que al no contar elementos contextuales limita la enseñanza; la falta de recursos didácticos demuestra el abandono estatal; afirma que el sistema institucional de evaluación responde criterios estatales

pero realmente no garantiza el aprendizaje e intenta responder a unas necesidades contextuales de sus estudiantes frente a sus prácticas experimentales, en donde intenta enseñar la producción de sustancias como las de aseo para que sus estudiantes tengan herramientas después de la graduación en términos económicos.

Por tanto, el docente considera uno de sus pilares de enseñanza la correcta caracterización de las necesidades contextuales y de las perspectivas de sus estudiantes así como saber sobre lo que sabe este de un concepto, así como una crítica al sistema de evaluación y de las exigencias en términos de las competencias del Ministerio de Educación Nacional; explica que estas exigencias limitan la enseñanza, así como el contexto de pobreza, inestabilidad laboral y núcleo familiares disfuncionales limita el aprendizaje del estudiante. En términos de los conocimientos disciplinares, no se evidencia una reflexión profunda a las ideas a enseñar, sus contenidos están centrados en la estructura disciplinar y están organizados teniendo en cuenta su jerarquía y división seccionada, la perspectiva del estudiante y de acuerdo con prerrequisitos que el mismo determina, para la enseñanza de la nomenclatura se centra en un paradigma de atomismo/equivalentista. También para el docente es importante las ideas alternativas de sus estudiantes, combinada con una enseñanza por transmisión/recepción; concibe que sus estudiantes aprenden por medio de una transmisión elaborada y una actividad; organiza a sus grupos para una lección magistral; reproduce experimentos ilustrativos para resolver luego problemas relacionados con el contenido. Su perspectiva de la historia es que es construida socialmente, producto de la acumulación de hechos y de aplicación de métodos específicos, o relacionados con las problemáticas contextuales; aun con su afirmación no ofrece elementos para pensar que conecta las influencias sociales o científicas para la construcción del conocimiento científico; se centra en el positivismo e intenta superar visiones ingenuas de sus estudiantes en la enseñanza.

5. Referencias

- ANTIBI, A., & BROSSEAU, G. La dé-transposition de connaissances scolaires. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 20(1), 7–40, 2000. <http://rdm.penseesauvage.com/La-de-transposition-de.html>.
- ASOCIACIÓN DE INSTITUTORES Y TRABAJADORES DE LA EDUCACIÓN DEL CAUCA (Asoinca). **Quiénes somos**. Disponible en <http://www.asoinca.com/>. s. f. Visitado el 25 de enero de 2019.
- CANDELA RODRÍGUEZ, B. F.; VIÁFARA ORTIZ, R. Articulando la CoRe y los PaP-eR al programa educativo por orientación reflexiva: Una propuesta de formación para el profesorado de química. **Tecné. Episteme y Didaxis (TED)**, Bogotá, n. 35, pp. 89-111. 2014. <https://doi.org/10.17227/01213814.3.5ted89.111>
- CHEVALLARD, I. **La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado**. Aique. Buenos Aires: Argentina. 1991.
- COLLER, X. **Cuadernos metodológicos. N.º 30. Estudio de casos**. (Primera edición). Centro de Investigaciones Sociológicas. Madrid: España. 2005.
- DE ZUBIRÍA, J. **Tratado de pedagogía conceptual. Los modelos pedagógicos**. Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera. Bogotá: Colombia, 1997.
- GARRITZ, A.; MELLADO, V. El conocimiento didáctico del contenido y la afectividad. In GARRITZ, A.; DAZA ROSALES, S. F.; Lorenzo, M. G. (eds.), **Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana**. Editorial Académica Española. Editorial Académica Española. Londres: Reino Unido. 2014. pp. 226-261
- GARRITZ, A.; DAZA ROSALES, S. F.; LORENZO, M. G. ¿Transposición didáctica o conocimiento didáctico del contenido? "A rose by any other name". In **Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana**. Editorial Académica Española. Londres: Reino Unido. 2014 pp. 4-22.
- GIROTTO Jr., G.; DE PAULA, M. A.; MATAZO, D. R. C. Análise de conhecimento sobre estratégias de ensino de futuros professores de química: vivência como aluno e reflexão como professor. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 14, n. 1, pp. 35-50. 2019. <http://doi.org/10.14483/23464712.13123>

- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNANDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA, P. **Metodología de la investigación**. McGraw-Hill. Nueva York: Estados Unidos. 2006
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge. **Asia-Pacific Forum Science Learning and Teaching**, hong Kong, v. 4, n. 2, pp. 1-25. 2003.
- MELLADO, V. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Valencia, v. 14, n. 3, pp. 298-302. 1996.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. **Sistema colombiano de formación de educadores y lineamientos de política**. Bogotá: Colombia. 2013.
- MORA, W.; PARGA, D. (2005). De las investigaciones en preconcepciones sobre mol y cantidad de sustancia. **Educación y Pedagogía**, Medellín, v. 17, n. 43, pp. 164-175.
- MORA, W.; PARGA, D. Tramas histórica-epistemológicas en la evolución de la teoría estructural en química orgánica. **Tecné, Episteme y Didaxis (TED)**, n. 21, pp. 100-118. 2007.
- MORA, W.; PARGA, D. El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico-epistemológicas con las tramas de contexto-aprendizaje. **Tecné, Episteme y Didaxis (TED)**, Bogotá, n. 24, pp. 56-81. 2008. <https://doi.org/https://doi.org/10.17227/ted.num24-1083>
- MORA, W.; PARGA, D. Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. In **Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana**. Editorial Académica Española. Londres: Reino Unido, 2014. pp. 100-143.
- MORA, W.; MOSQUERA, J.; GARCÍA, A. **Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado**. Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá: Colombia. 2003.
- PARGA LOZANO, D. L.; MORENO TORRES, W. Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: Estudio de caso de un profesor universitario. **Revista Electrónica Educare**, San José de Costa Rica, v. 21, n. 3, pp. 1-21, 2017. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.21-3.3>
- PARGA, D.; MORA, W.; MARTÍNEZ, L. El Conocimiento didáctico del contenido como programa de investigación: un contexto para la enseñanza de la química. **Tecné, Episteme y Didaxis, TED**, Bogotá, No. Extraordinario: Tercer Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias [Comunicación Oral No. 97], 2007.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n. 1, pp. 1-22. 1986.
- ZORRILLA, E. G.; MORALES, L.; MAZZITELLI, C. A.; OLIVERA, A. C. Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de Ciencias Naturales. **Góndola: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 14, n. 2, pp. 286-302. 2019. <http://doi.org/10.14483/23464712.13750>





CONCEPÇÕES DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO SOBRE A CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SABERES ECOLÓGICOS LOCAIS E CONTEÚDOS CIENTÍFICOS EM SALA DE AULA

CONCEPTIONS OF TEACHERS IN TRAINING ON THE CONTEXTUALIZATION OF LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE AND SCIENTIFIC CONTENT IN CLASSROOM

CONCEPCIONES DE DOCENTES EN FORMACIÓN SOBRE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS ECOLÓGICOS LOCALES Y CONTENIDOS CIENTÍFICOS EN EL AULA

Luiz Felipe Pereira da Silva^{✉*}, Marcelo Alves Ramos^{✉}**

Cómo citar este artículo: Silva, L. F. P.; Ramos, M. A. (2023). Concepções de professores em formação sobre a contextualização dos saberes ecológicos locais e conteúdos científicos em sala de aula. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 358-374. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19351>

Resumo

A formação inicial de professores é o processo de desenvolver competências e habilidades profissionais para atuarem efetivamente na formação de cidadãos, o que impõe às universidades desafios e compromissos pedagógicos a serem assumidos, principalmente relacionados a áreas das ciências biológicas. Tal afirmação leva-nos a perceber quão necessário é uma construção profissional que vise uma formação para além da memorização, idealizando assim uma formação que contemple diálogos com as diferentes culturas e formas de conhecimento existentes a fim de construir saberes significativos que englobe a contextualização entre os conhecimentos científicos e a realidade social. Tendo isto como pressuposto, o presente trabalho teve por objetivo investigar os saberes docentes, construídos na formação inicial de professores de ciências e biologia, a respeito da valorização do conhecimento ecológico local dos estudantes e ensino contextualizado, pois as concepções construídas na universidade têm relação direta com a prática docente a ser exercida nas instituições de ensino básico. Para tal, foram aplicados formulários aos estudantes de licenciatura em ciências biológicas de uma universidade pública do estado de Pernambuco, matriculados na disciplina de prática pedagógica V, além de intervenções e observações participantes na disciplina. Verificamos que há predomínio das concepções que valorizam a utilização do conhecimento ecológico local e sua contextualização em aulas de ciências e biologia. Estas indicam que os licenciandos, em sua maioria, possuem concepções relevantes sobre esses conhecimentos e sua importância para a construção de conhecimentos científicos, entretanto, encontramos também concepções divergentes ou que não se enquadravam nas definições esperadas

Recibido: mayo de 2022; aprobado: junio de 2023

* Mestre em Educação, Universidade de Pernambuco, Brasil, felipe10_07@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7552-1041>.

** Doutor em Biodiversidade. Universidade de Pernambuco, Brasil, marcelo.alves@upe.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5823-4385>.

para o reconhecimento da contextualização destes. Os resultados servem para reforçar o compromisso acadêmico que as universidades devem ter, em garantir a abordagem de diferentes conhecimentos durante a formação docente. Portanto, demarca-se que o investimento em uma formação inicial de professores que compreendam aspectos culturais e sociais são essenciais para uma prática docente de qualidade.

Palavras chave: Treinamento profissional; Cultura popular; Intercâmbio cultural; Pluralismo cultural; Ciências Biológicas; Condições de aprendizagem.

Resumen

La formación inicial docente es el proceso de desarrollo de competencias y habilidades profesionales para actuar efectivamente en la formación de ciudadanos; por tanto, se considera necesaria una construcción profesional que se enfoque a una formación más allá de la memorización e idealizar una formación que contemple diálogos con las diferentes culturas y formas de saber existentes, con el propósito de construir saberes que involucren la contextualización entre el conocimiento científico y la realidad social. En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo investigar los saberes docentes construidos en la formación inicial de profesores de ciencias biológicas, relacionados con la valorización del saber ecológico local de los estudiantes y la enseñanza contextualizada, ya que las concepciones construidas en la universidad están asociadas con la práctica docente en las instituciones de la Educación Básica. Para ello, se diseñaron formularios a estudiantes de pregrado en ciencias biológicas de una universidad pública, matriculados en la disciplina de práctica pedagógica V. También, se efectuaron intervenciones y observaciones al respecto. Los resultados arrojaron un predominio de concepciones que valoran el uso del saber local y su contextualización en las clases de ciencias y biología. Esto indica que la mayoría de los estudiantes de pregrado tienen concepciones relevantes sobre este saber y su importancia para la construcción del conocimiento científico. Sin embargo, también se registraron concepciones divergentes o que no se ajustaban a las definiciones esperadas para el reconocimiento de su contextualización. Estos hallazgos sirven para reforzar el compromiso académico que deben tener las universidades, para asegurar el abordaje de saberes diferentes durante la formación docente. Por consiguiente, se demarca que la inversión en una formación inicial de docentes que comprendan los aspectos culturales y sociales son esenciales para una práctica docente de calidad.

Palabras clave: entrenamiento profesional, cultura popular, intercambio cultural, pluralismo cultural, ciencias biológicas, condiciones de aprendizaje.

Abstract

Initial teacher training is the process of developing professional skills and abilities to act effectively in the education of citizens, which imposes pedagogical commitments to be assumed by universities, mainly related to the areas of biological sciences. This statement leads us to realize how it is necessary a professional construction that aims at teaching beyond the memorization of scientific concepts, thus idealizing a training that contemplates dialogues with the different cultures and existing forms of knowledge in order to build meaningful knowledge that encompasses the contextualization between

scientific knowledge and social reality. Assuming that, the present work aimed to investigate the teaching knowledge, built in the initial training of teachers of biological Sciences, regarding the appreciation of the students' local ecological knowledge and the contextualized teaching, since the conceptions built in the university are directly related to the teaching practice carried out in basic education institutions. For that, questionnaires were applied to undergraduate students in biological sciences from a public university in the state of Pernambuco, enrolled in the discipline of pedagogical practice V, besides some participatory interventions and observations in the discipline. It has been noted that there is a predominance of conceptions that value the use of local knowledge and its contextualization in science and biology classes. This indicates that most undergraduates have relevant conceptions about this knowledge and its importance for the construction of scientific knowledge. However, it was also found conceptions that did not fit the expected definitions for the recognition of their contextualization. The results are useful to reinforce the academic commitment that universities must have to ensure the approach of different types of knowledge during teacher training. Therefore, it is sure that the investment in an initial training of teachers who understand cultural and social aspects is essential for a teaching practice of good quality.

Keywords: Professional training; Popular culture; Cultural exchange; Cultural pluralism; Biological Sciences; Learning conditions.

1. Introdução

Não são recentes as críticas à prática de ensino de ciências e biologia por, muitas vezes, não contemplar as diferentes realidades e conhecimentos presentes em sala de aula, por isso tem sido crescente a discussão sobre a importância de considerar o contexto dos alunos e seus conhecimentos, buscando dar significados aos conteúdos científicos ministrados, fazendo que estes possam ser utilizados de maneira que contribuam para resolver problemas diários, tomar decisões de forma autônoma e intervir em seu cotidiano, melhorando suas condições de vida (PRUDÊNCIO, GUIMARÃES, 2017).

De acordo com SANTOS (2001), o ensino das ciências biológicas, apesar de demonstrar alguns avanços, ainda se pauta, de maneira geral, na memorização de nomenclaturas, fórmulas e conceitos, o que pouco acrescenta na formação do cidadão. Em consonância, BAPTISTA (2007) discorre que este ensino no Brasil ainda não incorporou de maneira significativa tentativas de diálogo com as diferentes culturas e formas de conhecimento existentes, mantendo-se ainda vinculado à ideia de que a ciência constitui a única e legítima fonte de conhecimentos válidos. Dessa forma, é possível que durante a carreira docente os professores continuem tendo impregnado em suas práticas pedagógicas a visão do aluno como um receptor passivo de informações científicas ministradas na sala de aula (BAPTISTA, 2007).

É possível perceber ainda uma formação docente para a área de ciências e biologia como aquela descrita por GÓMEZ (1992), baseada no aspecto técnico-científico, onde a atividade do professor se faz bastante instrumental diante da apresentação rigorosa de teorias científicas. Assim, nesse modelo de formação, a prática pedagógica se preocupa com a sequência e/ou transmissão dos conteúdos, mas não tanto com a relevância desses.

Esse fato demonstra a necessidade de uma ruptura desses modelos e práticas de ministrar exclusivamente os conhecimentos científicos de forma restrita, que possuem pouca relação com a vida do aluno,

dando lugar a construção de saberes que englobe a contextualização entre os conhecimentos científicos, avanços tecnológicos e a realidade social (SANTOS, 2001).

Segundo BAPTISTA (2014), a permanência desse modelo de ensino ao longo dos anos pode ser reflexo das formações que ocorrem dentro das universidades, por isso a autora defende a ideia de atuar na formação docente, na tentativa de minimizar esse distanciamento entre divergentes tipos de conhecimentos, para isso, faz-se necessário um investimento no processo de formação profissional, desenvolvendo e aplicando novas técnicas que contribuam para a valorização de diferentes conhecimentos nos momentos pedagógicos, fazendo com que esse processo deixe de ser apenas formador de profissionais transmissivos e se transforme em centro criador de ciência e cultura (MEDEIROS, VALLE, 2018).

A partir desse pensamento, destaca-se a importância de se ter professores de ciências e biologia formados para atuarem na construção de um diálogo intercultural, relacionando o que o aluno conhece com o que o professor precisa ensinar de conteúdo didático, ou seja, uma prática pedagógica que seja contextualizada. Segundo BARBOSA, RAMOS (2020), o ambiente escolar deve abrir espaço para que ocorra a interação entre diferentes saberes, pois, o estudante que ingressa na escola traz consigo saberes que são obtidos fora do ambiente escolar, são costumes, crenças e valores, os quais são típicos da sua comunidade.

BERKES et al. (2000) denomina o conjunto desses conhecimentos, práticas e crenças construídas pelos humanos sobre os recursos naturais como Conhecimento Ecológico Local (CEL), segundo os autores o CEL é construído e transmitido entre membros da sociedade através de gerações, sendo resultado de um longo processo de tentativa e erro dos indivíduos ao se relacionar com os recursos disponíveis no ambiente. A partir desses conhecimentos identificamos diversos saberes que valem ser valorizados no contexto escolar, inclusive no que envolvem o ensino e aprendizagem de ciências e biologia, considerando as relações estabelecidas entre seres

humanos e meio ambiente (SILVA, RAMOS, 2020). CASTRO (2000) demarca que as academias supervalorizam o saber científico que, por muitas vezes, desvaloriza e desqualifica outros saberes, como o ecológico local, classificando-os como mito. Espera-se então um reconhecimento, por parte dos professores formadores e das instituições, acerca dos saberes empíricos e locais como valiosos no processo de ensino-aprendizagem, os quais poderão ser acessados pelo contato com a realidade social dos alunos.

De acordo com BARBOSA, RAMOS (2020), ultimamente muito se tem se discutido sobre a importância da contextualização do ensino formal a partir da valorização dos conhecimentos que os estudantes levam para as salas de aula. Demonstrando a importância da consideração do contexto do aluno para que a aprendizagem escolar faça sentido, principalmente quando nos referimos a disciplina de ciências/biologia enquanto componente curricular do ensino básico.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para as Ciências Naturais, é necessário que o professor associe “aquilo que os estudantes já conhecem com os desafios e os novos conceitos propostos” (BRASIL, 1998 p. 28). Assim, a contextualização do ensino vem sendo amplamente incentivada ao longo do tempo durante os momentos didáticos, objetivando uma (re)significação dos conteúdos ensinados na escola, exigindo assim um entendimento muito mais amplo do que é a realidade do aluno e usando essas informações como um ponto de partida para a escolha de temáticas socialmente relevantes e que ao serem consolidadas sirvam de devolutiva para aquele contexto social.

Portanto, para que se possa considerar os conhecimentos dos alunos nos momentos de ensino, é preciso atuação na formação docente, na busca de compreender o que os futuros profissionais pensam sobre essa problemática e instruí-los de forma que contribua para uma contextualização das práticas pedagógicas em sua carreira docente. Dessa forma, o trabalho parte dos seguintes questionamentos: (1). Quais os saberes construídos sobre conhecimento

ecológico local na formação inicial de um curso de licenciatura em ciências biológicas? (2). Quais as concepções dos futuros docentes sobre a contextualização do ensino de ciências e biologia na educação básica?

2. Marco teórico

O ensino ocidental surgiu no período de expansão europeia como forma de transmissão de conhecimentos, ou seja, imposição de conhecimentos científicos como a única forma válida de conhecimento, e essa forma de ensino perdurou durante um longo período (TOLEDO, 1996). A ciência foi utilizada pelos colonizadores como ferramenta para suprimir outros sistemas de conhecimento, nesse caso os saberes locais, demonstrando superioridade da forma epistemológica de pensar, oprimindo povos tradicionais, supervalorizando e difundindo seus saberes (COBERN, LOVING, 2001).

De acordo com MAIA, CARNEIRO (2018), o processo de dominação estabelecido no período de colonização encontrou na educação uma via de destruição dos valores e dos conhecimentos tradicionais/locais de muitos povos, sendo o ensino de ciência um forte fator nesse processo, assim, o trabalho do professor de ciências objetivou-se no esforço de fazer os estudantes valorizarem o conhecimento científico de tal modo a promover uma espécie de aculturação, estabelecendo definitivamente nos estudantes a super valorização da ciência ocidental como predomínio de outros saberes sobrepostos, sendo estes saberes culturais de povos locais.

Segundo SILVA, AZEVEDO (1995), algo similar ocorreu no Brasil quando os Jesuítas consideraram os indígenas como seres inferiores, que não possuíam cultura, saberes, educação, impondo uma educação que objetivava a ruptura dos conhecimentos tradicionais. BAPTISTA (2015) dissertou que o predomínio da cultura dos agentes colonizadores, nesse caso em relação aos indígenas, inferiorizou a cultura desses povos, bem como de outras culturas que se desenvolveram ao longo do tempo, como quilombolas, agricultores, ribeirinhos, entre outras.

Dessa forma, podemos notar que desde o passado as disciplinas escolares não favoreceram o reconhecimento da diversidade cultural trazida pelos estudantes à sala de aula, e ao observar-se especificamente a disciplina de ciências, pode-se perceber que o discurso científico tem sido transmitido como única forma de conhecimento válido, sem considerar outras formas de conhecer o mundo (LOPES, 1999). Autores como KATO, KAWASAI (2001), e BLANQUICET, RAMÍREZ, RAMÍREZ (2022) dissertam que no ensino de ciências do Brasil ainda é predominante a prática de ensino que considera apenas os conhecimentos científicos, similar ao modelo de ciência ocidental, distanciado das realidades culturais dos estudantes. BAPTISTA (2014) também relata em seu trabalho que ainda prevalece na maioria das salas de aula de ciências a prática pedagógica científicista, centrada unicamente na transmissão e reprodução de conhecimentos científicos, sendo estes destituídos de contextos, seja da própria ciência e/ou das realidades dos estudantes.

Essa pedagogia científicista, com princípios vinculados ao ensino ocidental, defende que apenas o professor é detentor do saber. Em oposição a esse pensamento, SIQUEIRA, PEREIRA (2014) procura desenvolver em seu trabalho a ideia de que o professor não é mais o dono do saber, assim o autor defende que o estudante, aluno da educação básica e do ensino superior, detém muitos conhecimentos culturais locais construídos a partir de suas vivências, no entanto, eles não são valorizados no espaço escolar.

BLANQUICET, RAMÍREZ, RAMÍREZ (2022) destaca que o ensino de ciências se apresenta ainda fortemente enquadradas pela perspectiva tradicionalista e transmissiva em que se dá maior relevância à assimilação dos conteúdos previstos do currículo nacional. Autores como COSTA (2008) e SIQUEIRA, PEREIRA (2014) fazem crítica ao ensino transmissivo que segue o modelo científicista, segundo estes, o conteudismo praticado nas aulas de ciências só promove o copismo, técnicas de decorar que se valem da memória rápida, mas que pouco ou nenhum conteúdo é fixado, assim, ao utilizar o

ensino de ciências como transmissão mecânica de conteúdo contido nos livros didáticos, o professor abre mão da possibilidade de promover no aluno uma aprendizagem que tenha significado, proporcionando apenas uma internalização dos princípios gerais, ideias básicas, simples reprodução. Demarcando que o cientificismo precisa ser rejeitado uma vez que não reconhecer o valor de outras formas de conhecimento que não a ciência ocidental em sala de aula.

Segundo COSTA (2008), a formação integral do educando parte de dois lados: da educação informal (cultural) e da educação formal (escolar), dessa forma, defende-se que o ensino de ciências deve partir desses conhecimentos para enriquecer as suas concepções com ideias científicas. Dito em outras palavras, os professores de ciências devem encorajar seus estudantes a dar explicações científicas aos fenômenos naturais sem que, para isto, seja preciso o rompimento das suas concepções culturalmente fundamentadas, permitindo assim que os docentes possam ensinar estabelecendo relações de semelhança entre conhecimento científico e o conhecimento empírico (COBERN, LOVING, 2001). Para isso faz-se necessário ressaltar a importância de uma didática sensível à diversidade cultural, ou seja, aquela que busca investigar, respeitar e considerar os diferentes conhecimentos nos momentos de ensino, didática esta que esteja baseada na interação entre diferentes saberes em sala de aula, pois quando se há oportunidade para que os conhecimentos circulem (o empírico e o científico), o estudante vai ressignificando seu conjunto de valores e crenças (BAPTISTA, 2015).

Nesse caso, no contexto do ensino das ciências biológicas, é preciso que ao investigar as diferentes visões sobre a natureza dos estudantes os profissionais estejam sempre atentos para não interferir nos valores dos estudantes (BAPTISTA, 2014). É importante ressaltar que é preciso que o professor tenha o cuidado para não tentar substituir os conhecimentos empíricos dos estudantes por ideias puramente científicas, mas, sim, estabelecer uma relação entre esses (MORTIMER, SCOTT, 2003).

Buscando assim, possibilidades para libertar-se do engessamento do ensino cientificista, e assumir uma postura de valorização dos diferentes saberes potencializando os momentos pedagógicos. Sendo esta uma das maneiras de reduzir a distância entre o conhecimento empírico e o científico, favorecendo pedagogicamente o processo de ensino-aprendizagem por conta do envolvimento do aluno no processo. Nesse sentido, DELGADO, DOS SANTOS, MACHADO (2021) destaca que pensar a formação docente faz-se fundamental como uma perspectiva construtivista em que há o engajamento de estudantes na construção de seus conhecimentos, a partir da curiosidade e interesse.

3. Aspectos metodológicos

a. Abordagem da pesquisa

Este estudo foi orientado pela abordagem qualitativa, no qual, segundo GUERRA (2014), os sujeitos envolvidos devem ser compreendidos como atores sociais, respeitados em suas opiniões, crenças, culturas e valores. Assim, todo trabalho de coleta de informação, atenta para a fala dos sujeitos de pesquisa que é reveladora de condições estruturais, de sistemas de valores, normas e símbolos (MINAYO, 2008) e por isso se apresenta de forma rica e reveladora.

Normalmente, o objeto de estudos qualitativos envolve pessoas que agem de acordo com seus valores, sentimentos e experiências, que estabelecem relações próprias e que estão inseridas em um ambiente mutável, onde os aspectos culturais, econômicos, sociais e históricos não são passíveis de controle, e sim de difícil interpretação, generalização e reprodução. Assim, baseando-se nessa abordagem, objetivou-se aprofundar na compreensão dos fenômenos estudados, interpretando-os segundo a perspectiva dos próprios sujeitos que participam da situação, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito (GUERRA, 2014).

b. Coleta de dados

A pesquisa foi desenvolvida com professores em formação inicial do curso de licenciatura em ciências biológicas de uma universidade pública do estado de Pernambuco, matriculados na disciplina de prática pedagógica V. Esta disciplina foi selecionada a partir de uma pesquisa exploratória ao currículo do curso e formação docente, sendo identificado que as questões/reflexões a serem abordadas neste trabalho teriam espaço mais adequado para serem discutidas com os conteúdos programáticos da disciplina. No geral, participaram da pesquisa de forma indireta (36) professores em formação inicial, estando estes matriculados no componente curricular no qual foram feitas investigações e intervenções, destes (21) participaram de forma direta, assinando o TCLE, respondendo os formulários e participando ativamente de todas as etapas. Além destes, a pesquisa também contou com a participação da professora formadora (1), responsável por ministrar a disciplina de prática pedagógica V, na qual foram feitas as intervenções. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário misto, contendo questões abertas e fechadas, disponibilizado para os professores em formação através do Google forms em maio de 2021, deste modo, os participantes puderam responder livremente, explicitando suas concepções. Adicionalmente foram realizadas observações participantes durante intervenções na disciplina proposta, pois o momento de aula em componente curricular obrigatório foi o mais propício para os encontros com os professores em formação inicial. Os encontros ocorreram de forma remota, através do Google Meet, uma vez que no período de coleta dos dados as aulas atenderam esse formato em decorrência da pandemia do Covid-19, visando atender os protocolos sanitários para contenção da doença. Visando preservar o anonimato dos professores participantes, os dados referentes às concepções presentes nos questionários foram catalogados e rotulados a partir da letra (L), representando licenciando, seguido por uma numeração referente à ordem de envio das respostas (exemplo: L1, L2, L3...).

É importante considerar que foram omitidos gírias e vícios de linguagem, visando facilitar a leitura. Após a catalogação, prosseguiu-se à exploração cuidadosa e ao posterior tratamento dos resultados e interpretação. Recorremos ao que foi escrito livremente pelos participantes, o que permitiu-nos perceber suas concepções.

c. Análise de dados

Para a análise das concepções obtidas seguimos as orientações de BARDIN (2011) que sugere três fases para conduzir o conteúdo, estas podem ser organizadas etapas, como: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados: a interpretação. Assim, a etapa 1 (pré-análise) se estabelece em uma organização do material, a partir da escolha de documentos/informações relevantes, permitindo-se uma *leitura flutuante* do material até que a decisão sobre quais informações devem ser consideradas na análise fique mais clara. Na etapa 2 (exploração do material) exige-se codificação, ou seja, transformação de dados brutos dos textos em recortes, agrupamentos ou enumeração, até que se atinja a representação ou expressão do conteúdo em questão. Assim, para a codificação, pode-se usar palavras, temas, contextos, relações, abordagens, entre outros, até se chegar à categorização dos mesmos. Para pôr fim se chegar à etapa 3 (tratamento dos resultados), onde o pesquisador deve realizar as interpretações dos dados a partir da teoria escolhida, podendo essa interpretação fazer uso de quantificações e/ou se restringir as análises qualitativas.

4. Resultados

a. Concepções sobre conhecimento ecológico local construídas durante a formação inicial

Em relação aos saberes referentes ao conhecimento ecológico local apresentados pelos professores em formação inicial, foi verificada uma convergência na concepção, sendo este definido como conhecimento que um indivíduo possui da região onde reside,

baseado em experiências e vivências reais através da interação com o meio em que se está inserido. Destacando-se entre as respostas a interação entre os seres humanos e recursos bióticos e abióticos: seres vivos, fauna e flora, temperaturas e influências climáticas, comportamento das pessoas sobre o meio ambiente. Em apenas um dos casos o participante não prestou definição para o CEL, apresentando como resposta incapacidade de recordar.

Nota-se que, de forma geral, as definições apresentadas pelos professores em formação estão vinculadas a um conhecimento humano sobre os recursos e ambiente local onde se está inserido. Essas definições convergem com as ideias de SOTERO et al. (2020), uma vez que estes defendem que as sociedades humanas, enquanto lida com os recursos naturais cotidianamente, cria um corpo único de conhecimento, sendo o conhecimento local o termo utilizado para definir um conhecimento que é baseado na experiência e reproduzido em um ambiente culturalmente específico. Assim, o CEL engloba uma gama de conceituações que consideram desde as diversas interpretações para o termo ecológico, referindo-se ao ambiente biótico, abiótico e até mesmo cultural (CUNHA, DE ALMEIDA, 2000).

Denota-se, portanto, que as concepções apresentadas pelos participantes abrangem noções sobre saberes diferentes dos científicos, como exemplo o ecológico local, o que pode contribuir para a potencialização de uma futura prática pedagógica dentro de uma perspectiva intercultural, possibilitando a abordagem de diferentes saberes nos momentos de ensino-aprendizagem, fator que se apresenta como positivo na formação de docentes. MANICA GRANDO, MEGHIORATTI (2021) ressaltam a importância das compreensões a respeito da ciência e outros saberes na a formação do professor, o que pode influenciar suas formas de pensar a respeito da Natureza da Ciência e leva-los a uma compreensão crítica da ciência desencadeando ações conscientes na sociedade.

De acordo com SOTERO et al. (2020), o conhecimento local constitui-se como um potencializador pedagógico, instrucional e comunicativo para o

educador, sendo diferente do conhecimento científico, que é desenvolvido por meio de experimentação controlada e é produzido dentro de instituições formais. Assim, a inclusão desse conhecimento no processo de ensino-aprendizagem pode facilitar a compreensão de disciplinas que estão sendo desenvolvidas nas concepções de ciência, que muitas vezes estão distantes das experiências dos alunos e, portanto, podem representar um primeiro passo para abrir as portas para a alfabetização científica. Comumente classifica-se a ciência como portadora de explicações racionais, de coerência e mais capacidade de resolver determinados problemas, mas esta não é suficiente para generalizações em todos os campos da atuação humana. Há uma série de situações para as quais a ciência ainda não tem respostas definitivas, por outro lado, outros saberes, a exemplo o ecológico local, pode preenchê-las adequadamente, ainda que ditos não científicos (MAIA, CARNEIRO, 2018).

TSUZUKI, TURKE, PASOS (2019) disserta que a formação inicial dos professores e professoras de ciências e biologia, na qual a ciência é posta como produto e não processo, permite a compreensão de uma ciência formadora de verdades e fatos que não possuem vínculo com as necessidades e realidade da sociedade. Em contrapartida, a inclusão da abordagem do conhecimento ecológico local nos sistemas educacionais e, portanto, nas formações docente é apresentada como positiva, podendo mesmo ser considerado um consenso quanto à sua importância na valorização e recuperação dos saberes e experiências dos alunos (SOTERO et al., 2020).

Ao serem questionados sobre a contribuição do CEL dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de ciências e biologia, todos os participantes (21) assinalaram essa ação como significativa, demonstrando que possuem a ideia de que a presença desse conhecimento atua como um agente facilitador e potencializador da aprendizagem em sala de aula. Baseados em bibliografias específicas, SOTERO et al. (2020) elencam itens que demonstram contribuições positivas para a inclusão do CEL no processo ensino-aprendizagem. Veja o exemplo do Quadro 1.

- (1) produção de ensino contextual envolvendo a perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente;
- (2) educação socialmente justa, que privilegia as habilidades de raciocínio dos alunos e os incentiva a valorizar suas culturas;
- (3) processo de ensino-aprendizagem ativo;
- (4) expansão dos horizontes de aprendizagem, podendo aprender múltiplas formas de interpretação de problemas e fenômenos úteis em diversas situações;
- (5) conservação e perpetuação do conhecimento local;
- (6) uso do ambiente como uma ferramenta de aprendizagem formal;
- (7) uso do conhecimento local como instrumento pedagógico, instrucional e comunicativo para o educador;
- (8) reforçar a sensibilidade de professores e pesquisadores aos contextos socioculturais específicos dos alunos.

Quadro 1. Contribuições da inclusão do Conhecimento ecológico local no processo ensino-aprendizagem.

Fonte: Adaptado de SOTERO et al. (2020).

Não é recente a busca pela valorização cultural da multiplicidade de etnias durante o ensino de ciências, considerando a explicação cultural também uma verdade validada, e tendo o conhecimento científico como mais um estilo de explicação entre outros tantos. Ao longo dos anos encaminhamentos modernos na abordagem do ensino científico contempla a ideia de que populações diversas, em função dos seus hábitos culturais, também possuem concepções explicativas da natureza e que devem ser consideradas durante o ensino de ciências (MAIA, CARNEIRO, 2018).

Como justificativa para o questionamento apresentado acima, os participantes apresentam ideias de contribuição do CEL no processo de ensino-aprendizagem uma vez que remetem a atração dos alunos em momentos pedagógicos, ou seja, despertar de interesse/atenção dos alunos e promoção de significado ao conteúdo a ser trabalhado em sala, com base nas respostas:

A partir da abordagem do conhecimento prévio do aluno, o ensino torna-se mais agradável e atraente (L21).

Quanto mais aproximamos o aluno da realidade que ele está inserido e de saberes já consolidados por este, mais fácil torna-se a compreensão dele (L1).

A relação com esses conhecimentos facilita o estabelecimento de conexões e possibilita a este compreender o que está sendo ministrado de forma significativa (L5).

Contribui facilitando a assimilação dos conteúdos e fazendo com que a aprendizagem seja mais rápida e significativa (L12).

Segundo COBERN (1996), nos espaços das salas de ciências, a diversidade cultural está presente por meio de, no mínimo, duas culturas: a cultura da ciência, representada pelos professores e recursos didáticos, e a dos estudantes, trazidas dos seus meios sociais/culturais. Assim, o autor disserta que é preciso considerar os saberes que os alunos trazem ao ambiente de ensino, uma vez estes representam a primeira cultura aprendida e que podem contribuir para o processo de educação científica.

As representações culturais em ciências, as quais se referem às concepções prévias, pode ser explicada teoricamente pela teoria da aprendizagem significativa de AUSUBEL (2000), que prediz que uma nova informação é incorporada ao conhecimento já presente na estrutura cognitiva do aluno. Sendo esse conhecimento prévio uma espécie de ancoradouro onde os novos conhecimentos irão se conectar, de modo não arbitrário, para que o conhecimento a ser aprendido tenha relevância social e seja potencialmente significativo.

Assim, o CEL funcionaria como um suporte consolidado previamente e que daria significado a novos conteúdos (científicos) apresentados pelo currículo nos momentos de ensino-aprendizagem. Portanto, levar em conta as realidades em que os alunos estão inseridos e ressaltar a valorização dos conhecimentos sobre esse meio é essencial para uma aprendizagem significativa do conteúdo apresentado.

Nesse viés, MORTIMER (2000) em estudo sobre mudança conceitual, percebeu em estudantes a persistência de concepções prévias mesmo após o trabalho com os conceitos científicos, estes, ao invés de substituírem os entendimentos prévios, passavam a conviver com os mesmos, ampliando seu repertório. Desse modo, AUSUBEL (2003) disserta que o conteúdo a ser ensinado necessita ser potencialmente revelador, vinculando-se a um conhecimento já construído, e o estudante precisa estar disposto a relacionar os conteúdos de maneira

consistente e que faça sentido na sua própria vida. Também em totalidade, os participantes (21) demarcam o CEL como significativo para o ensino específico de algumas áreas da biologia (figura 1), dentre as áreas citadas por eles destacam-se: Ecologia (38,1%), Botânica (38,1%), Educação ambiental (28,8) e Zoologia (19%).

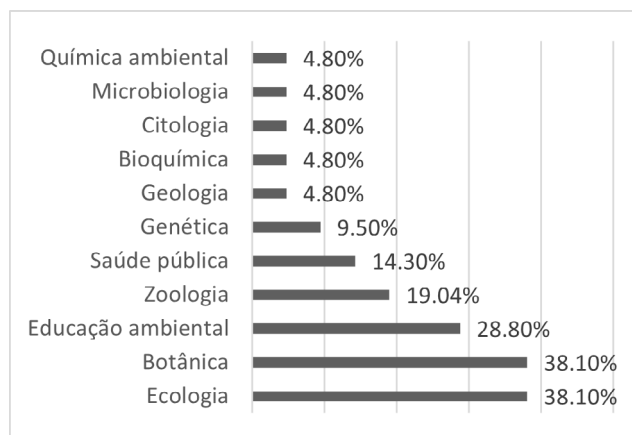


Figura 1. Áreas científicas onde o Conhecimento Ecológico Local pode contribuir para o ensino-aprendizagem de conteúdo específicos de ciências/biologia.

Fonte: Elaboração própria.

Os conteúdos relacionados as áreas biológicas destacadas (ecologia, botânica, zoologia) fazem parte do cotidiano de diversas culturas, sendo conteúdos com os quais nos relacionamos todos os dias, seja através de mídias ou até mesmo no ambiente em que estamos inseridos, mas ao serem lecionados em sala de aula, muitas vezes, apresenta-se como algo distante da realidade dos estudantes. Então cabe-nos as reflexões: Por que não assimilar os conteúdos específicos com os conhecimentos e realidades presentes em sala de aula em vez de individualiza-los? Por que nas escolas estes aparecem compartimentados e isolados?

Diversos estudos têm afirmado a necessidade de oferecer, na formação inicial de professores, oportunidades para que os estudantes das licenciaturas consigam articular conhecimentos científicos, empíricos e pedagógicos, de modo a oferecer a estes uma consistente formação para a docência. Não basta apenas obter conhecimento acerca de um

determinado grupo de conteúdo específicos, a articulação entre os diferentes saberes deve superar os esquemas fragmentados que distanciam os docentes de seus educandos (PIMENTA, 2000).

Os participantes demarcam que envolver o CEL nos momentos de ensino-aprendizagem propicia a contextualização que, por sua vez, contribui para a apropriação do conteúdo pelo aluno:

“Quando conhecimento prévio do aluno é abordado facilita a associação, fazendo com que tenha um aprendizado de fácil memorização” (L11).

Entende-se aqui fácil memorização como *compreensão*, tendo em vista que alguns termos utilizados pelos discentes ainda estão vinculados a uma visão cientificista de formações anteriores, que assimilam aprendizado como memorização de informações. Dessa forma, segundo afirmações dos participantes, a partir da abordagem do CEL o aluno tem a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos de acordo com a ciência, relacionando estes dois campos de saberes, assim, afirmam *que*:

“os conhecimentos que estes alunos carregam na bagagem podem ajudar na compreensão de conhecimentos científicos” (L19).

Demarcando a ideia de contextualização do ensino, para que a partir do CEL do aluno haja um aprofundamento, ou seja, complementação com ideias científicas que constam nos currículos escolares.

d. Concepções sobre a contextualização do ensino de ciências e biologia na educação básica

A contextualização no ensino de ciências e biologia pode contribuir significativamente no processo de ensino-aprendizagem e, portanto, na forma como a aprendizagem se processa nos educandos. Nesse sentido, defende-se que os professores dessas áreas devem ser formados de forma a desenvolverem um modelo de ensino que relacione os conhecimentos científicos às realidades culturais/sociais presentes

em sala de aula. Uma vez que, segundo CURRIE (2006), a não valorização do conhecimento dos alunos nas salas de aula pode levar os estudantes a um sentimento de não pertencimento, devido ao distanciamento de sua realidade, o que dificultará os processos de ensino e aprendizagem.

Ao investigarmos a concepção dos os professores em formação inicial participantes sobre este aspecto foi possível verificar que todos demarcaram a necessidade da contextualização durante o processo de ensino-aprendizagem de ciências/biologia, na perspectiva de inserir, durante o momento de ensino, os conhecimentos, fatos e acontecimentos locais dos estudantes. Assim, os participantes dissertaram sobre a importância de se estabelecer relações entre o conhecimento ecológico local dos alunos e os conhecimentos científicos, contextualizando o que se sabe com o que se aprende na escola. Os participantes ainda destacam que o processo de ensino-aprendizagem deve ocorrer com base no meio em que estes alunos estão inseridos tornando a aprendizagem significativa.

Porém, embora a totalidade dos participantes demarque a contextualização do ensino-aprendizagem como necessária, nem todos apresentaram definição de entendimento para essa prática. Dos 21 professores que preencheram os formulários, 28,6% não souberam responder e/ou apresentaram definições que divergem do sentido da contextualização. No entanto, a maioria dos professores (71,4%) apresentaram noções sobre a contextualização, definindo-a como forma revolucionária de direcionamento do ensino através da relação entre o conhecimento específico e experiências relacionadas.

Contextualizar, nesse caso, denota-se como um processo de interação de novas ideias com conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva, provenientes de suas experiências, sendo uma forma de atentar e valorizar o conhecimento do cotidiano, o saber local, entre outras formas de saberes. Assim, o conhecimento é contextualizado na medida em que ocorrem interações entre diferentes saberes, atribuindo novos sentidos às informações repassadas na sala de aula.

Um ensino contextualizado em que atente para a relação de saberes contrapõe-se ao ensino conteudista, que se baseia a mera transmissão de conhecimentos, concebidos nos currículos e livros didáticos, como uma via de mão única do professor para o aluno. KATO, KAWASAKI (2011) apresentam o ensino de ciências contextualizado como sendo uma proposta para “situar e relacionar os conteúdos escolares a diferentes contextos de sua produção, apropriação e utilização”. Os autores ainda enfatizam que é preciso reconhecer a relevância deste ensino, uma vez que ao tratar unicamente os conhecimentos científicos nos momentos de aula, o currículo escolar se torna impróprio à realidade dos alunos, estando ligados a conteúdos formais ficando distantes do contexto em que vivem os estudantes e não o relacionando com o cotidiano dos mesmos.

Assim, a busca pela contextualização pode ser proporcionada a partir dos conhecimentos ecológicos locais, ou seja, nos próprios conjuntos de conhecimentos/crenças vivenciados por indivíduos de uma cultura, podendo despertar nos alunos o interesse pela ciência, promovendo a formação de cidadão cientificamente educados, e até quem sabe, despertando a vocação destes para que futuramente atuem como cientistas (COSTA, 2008).

É essencial considerar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, relacionado à suas experiências, identidade cultural e social, e os diferentes significados e valores que as ciências naturais podem ter para eles. Com base nesse pensamento, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem repensar o modelo de ensino e a organização do currículo na escola, apresentando como sugestão ensino voltado a uma perspectiva contextualizada e interdisciplinar (BRASIL, 1998).

Vinculados a esse pensamento, os participantes demarcam a contextualização como método para relacionar o conteúdo didático às realidades locais, sendo capaz de atrair e desenvolver nos educandos maior compreensão e proximidade, uma vez que associa o conteúdo aprendido com a realidade em que se está inserido facilitando a aprendizagem.

Dessa forma, pode-se destacar, segundo a concepção dos participantes, que:

“A contextualização pode estabelecer relações entre o conteúdo estudado nas disciplinas e a realidade em que os alunos estão inseridos, de forma a trazer elementos de seu dia-a-dia para facilitar a compreensão e despertar o interesse do aluno para a aprendizagem” (L15).

“A contextualização atua possibilitando que as aulas possam apresentar problemas sócio biológicos ou atividades práticas que tragam o aluno para ‘mais perto’ da ciência e biologia, estando relacionadas com o dia-a-dia” (L6).

“Sendo esta uma forma de aproximar o conhecimento científico (aprendido em sala) com o conhecimento que vem com o aluno, ou seja, o não formal” (L17).

De acordo com MAIA, CARNEIRO (2018), ignorar outras formas de conhecimento que diverge do científico não é o papel das ciências naturais, muito pelo contrário, ensinar ciências naturais com seus encaminhamentos pedagógicos adequados, com vista à formação do indivíduo para opinar frente aos grandes desafios que se impõe à sociedade, é empondera-lo com o conhecimento necessário para atuar em benefício da sociedade como um todo, objetivando a melhoria da qualidade de vida. Essa é uma tarefa de grande importância e que deve ser desenvolvida durante a formação docente, uma vez que esta possui forte influência na maneira como o professor vai ser orientado para o magistério, ou seja, a depender de sua formação, os professores estarão aptos a contemplar diferentes conhecimentos e relaciona-los a fim de construir um conhecimento contextual ou pode distanciar-se das diferentes culturas, tendo seu foco em currículos fechados, pautado em disciplinas e, muitas vezes, desenvolvendo um papel de mero reprodutor do saber dominante, sendo este o científico (TSUZUKI, TURKE, PASSOS, 2019).

Segundo NASCIBEM, VIVEIRO (2015), contextualizar diferentes conhecimentos nos momentos pedagógicos não se trata de reduzir o status do

conhecimento científico, mas elevar o de outras formas de conhecimento, fazendo relações entre saberes. Assim, instituições de ensino devem levar em conta os aspectos culturais locais, a fim de aproximar-se de comunidades e culturas, articulando saberes locais e científicos no ensino de ciências e biologia.

Portanto, defende-se no presente estudo que estes conhecimentos devem ser complementares, para isso, faz-se necessário desconstruir o mito da superioridade do modelo cientificista, na qual o conhecimento científico é sempre o mais indicado para resolver um problema. Segundo PRUDÊNCIO, GUIMARÃES (2017), é função do professor realizar e evidenciar uma conexão entre o conteúdo curricular e a sociedade, desenvolvendo a criticidade, e isso acontece a partir da contextualização e noção de pertencimento por meio dos alunos, ou seja, os conteúdos precisam fazer sentido para que reflexões ocorram. Para que haja um ensino dialógico de ciências em que se permita a troca de conhecimentos, faz-se necessário uma formação de professores que associem os conhecimentos científicos com as vivências dos educandos, a fim de promover uma ciência contextual, que não estabeleça uma posição de superioridade e/ou dominação sobre os conhecimentos culturais (TSUZUKI, TURKE, PASSOS, 2019). Para BAPTISTA, EL-HANI (2009), o ato de contextualizar os conhecimentos locais nos momentos pedagógicos, além de ampliar as concepções de realidade dos aprendizes, pode servir como instrumento de valorização de culturas, permitindo um diálogo entre os diversos saberes. Segundo os autores, essa dinâmica deve começar a partir da tomada de consciência do professor em não exigir do estudante que ele abandone as suas concepções de mundo e eleja a ciência como único viés de conhecimento eminentemente válido.

A falta de relação com os saberes locais e realidade em que se está inserido pode apresentar-se como um entrave no processo de aprendizagem, tornando as aulas pouco significativas. Esse fator é perceptível ao analisarmos os recursos didáticos, em especial os livros e apostilas, que apresentam conteúdos e

ideias científicas, muitas vezes, ‘engessadas’ e limitadas apenas a esses conhecimentos. Assim, segundo BARBOSA, RAMOS (2020), a falta de materiais didáticos e paradidáticos contextualizados com o meio em que vivem os alunos também criam lacunas e fragmentação do conhecimento dos estudantes. Uma estratégia para superar esse entrave seria a criação/seleção de recursos que possibilitassem a inserção de outras formas de conhecimentos durante o processo de ensino-aprendizagem.

Ao serem questionados sobre a possibilidade de contextualizar o conteúdo curricular presente nos materiais didáticos à realidade dos alunos, 28,6% dos participantes demonstraram baixa possibilidade, uma vez que relataram que os livros acabam abordando o conhecimento de forma muito técnica-científica, o que viria a dificultar a contextualização. Assim, os participantes demarcaram dificuldades em contextualizar o conteúdo:

Não há possibilidades de ‘pegar’ o livro e trabalhar dessa forma com os alunos. Nós professores devemos ter ‘jogo de cintura’ e procurar que o aluno absorva os conteúdos presentes nesses materiais (L15).

Os conteúdos presentes nos livros didáticos não atendem a realidade do ambiente onde os alunos vivem, dificultando trabalhar dessa forma (L12).

Com base nas respostas prestadas a esse questionamento, percebemos uma crítica a esses materiais disponibilizados:

Mesmo que não seja unanime, os conteúdos dos livros didáticos não atendem a contextualização com ambiente onde os alunos vivem (L12).

Faz-se necessário uma maior representatividade da realidade brasileira e local nos livros didáticos (L12).

BARBOSA, RAMOS (2020) ao analisarem os materiais didáticos disponibilizados à estudantes pertencentes a uma realidade local da caatinga, demarcaram carência de conteúdos que abordam este bioma no ensino de ciências, sendo necessário o professor recorrer a outros materiais para suprir

a falta do conteúdo nos livros didáticos. Segundo os autores a déficit da representação das realidades locais nos materiais didáticos e paradidáticos dificultam a contextualização, causando assim uma fragmentação do conhecimento dos estudantes. Em contrapartida, 71,4% dos participantes demarcam a possibilidade e importância da contextualização do material didático. Segundo estes, essa interligação entre diferentes saberes torna o ensino-aprendizagem mais significativo, assim, apresentam a contextualização como algo possível:

“Por mais que os livros não tratem a realidade local e a necessidade de cada escola e comunidade, é possível sim fazer essa ligação” (L16).

“Diversas experiências vivenciadas pelos alunos no seu cotidiano, propiciam um melhor entendimento em relação a conteúdos presentes em livros didáticos, cabendo ao professor estimular que os alunos apresentem suas vivências em sala tornando a aprendizagem significativa” (L3).

Os participantes apresentam como possibilidade de contextualização adicionar, a partir de conteúdos dos livros, pesquisas a serem desenvolvidas pelos educandos em sua região, associando vegetações locais, saneamento básico e outros temas pertinentes a disciplina, ou mesmo, comparações de algumas espécies apresentadas no material didático com espécies presentes na região onde os educandos vivem. Demarcando, possibilidades de estratégias didáticas contextuais que podem ser adicionadas nos momentos pedagógicos, aproximando os diferentes saberes presentes em sala de aula durante a prática docente.

Constatou-se que 42,9% dos professores participantes atuavam como docentes da educação básica no período em que foi feita a coleta de dados, estes ao serem questionados sobre a contextualização de suas aulas demonstraram de forma geral que exercem esse modelo didático:

“Meus alunos são de uma zona rural, posso abranger muitas temáticas a partir de seus conhecimentos” (L6).

De acordo com os relatos destes professores, o conteúdo curricular é contextualizado em suas aulas uma vez que estes, durante os momentos de ensino, retratam a vegetação e fauna local, o nome popular que tratam as espécies, os conhecimentos e crenças trazidos pelos alunos à sala de aula. Assim, segundo estes docentes atuantes:

“A contextualização é contemplada a partir da busca por conhecer a realidade local da turma e questões biológicas, culturais e geográficas, a fim de incitar exemplos reais e buscando despertar o diálogo para que os alunos possam compreender o conteúdo como um ‘espelho’ da vida deles, e assim entender que não precisamente os acontecimentos biológicos estão distantes da realidade deles” (L2).

Ao se analisar o relato de um dos professores atuantes, é perceptível a atenção contextual e busca pela valorização para os saberes locais de determinada realidade durante os momentos didáticos, onde a partir dessa possibilidade a contextualização do ensino pode ser colocada em prática.

Segundo ISLAS, BEHLING, SCHNORR (2018), o professor que segue o modelo de contextualização deve eleger a diversidade cultural como fonte de riqueza para a sua ação didática na sala de aula, tornando-a condição de relação entre diferentes conhecimentos. Portanto, um olhar mais cuidadoso para a vida dos alunos e para a comunidade no entorno da escola, junto à uma pesquisa dedicada a encontrar subsídios para o ensino, podem trazer grandes benefícios para o ensino de ciências.

A partir desses relatos e concepções, percebe-se uma compreensão e aplicação prática de uma didática contextualizada por aqueles que exercem a docência, uma vez que estes demarcam fazer um paralelo entre o conhecimento que o aluno leva para a sala de aula com o conteúdo que irá ser trabalhado pelo o professor durante suas aulas:

“O aluno vai assimilar o conteúdo de forma clara e objetiva, e poder levar o conhecimento adquirido em sala para fora da escola” (L7).

Assim, demarca-se como significativas as concepções e práticas destes acerca da contextualização, uma vez que segundo SIQUEIRA (2011), os estudantes tendo seus saberes valorizados, aprendem e aprendem melhor os conceitos científicos das ciências, considerando no mesmo nível de apreciação os saberes culturais e locais e os científicos.

5. Considerações finais

As concepções registradas neste trabalho permitiram identificar o que os professores de ciências e biologia em formação inicial construíram em sua trajetória formativa em relação a valorização do conhecimento ecológico local e contextualização do ensino em aulas de ciências e biologia. Estas indicam que os licenciandos, em sua maioria, possuem concepções relevantes sobre os CEL e sua importância para a construção de conhecimentos. Deste modo, suas concepções indicam a relação direta e necessária dos conhecimentos e realidades trazidas pelos alunos à sala de aula para a partir destes serem construídos conhecimentos científicos, foco das disciplinas escolares.

Entretanto, também foram encontradas concepções divergentes ou que não se enquadravam nas definições esperadas para o reconhecimento dos saberes ecológicos locais e sua contextualização, o que pode demonstrar possível vínculo a modelos pedagógicos que se distanciam dessa proposta, restringindo o conhecimento ao científico, como tradicionalmente vem sendo implantado na área do conhecimento, o que pode levá-los a exercer a docência vinculada ao cientificismo e outros entraves abordados ao longo do texto.

É notória a responsabilidade social das universidades na formação docente, neste sentido, cabe-nos, nas considerações finais, refletir sobre as contribuições das universidades na atuação profissional dos professores, pois as concepções construídas nestes espaços formativos têm relação direta com a prática docente exercida.

Portanto, demarca-se que o investimento em uma formação inicial de professores que compreendam

aspectos culturais e sociais são essenciais para uma prática docente significativa e de qualidade. Assim, sugere-se que estes saberes culturais sejam usados como meio de aprendizagem e que, desta forma, o ensino de ciências e biologia sigam o modelo de contextualização nos ambientes escolares. Tais aspectos tornam-se ainda mais necessárias quando pensamos que na universidade são formados professores que atuarão na educação básica e, portanto, terão papel preponderante na formação dos novos cidadãos brasileiros.

As considerações expostas podem contribuir para a formação docente sensível a diversidade cultural e que contemple o conhecimento ecológico local nos momentos didáticos e os relacionem no ensino de ciências e biologia. Obviamente atingir as metas aqui trazidas, demanda tempo e esforço por parte de todos que fazem a universidade, entretanto, iniciar ou reiniciar o investimento em prol da potencialização da formação docente, implica em buscar dar mais significado ao ensino-aprendizagem e atuar na formação de cidadãos críticos para atuarem na sociedade em que estão inseridos.

6. Referências

- AUSUBEL, D. P. Assimilation theory in meaningful learning and retention processes. In: **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Springer. 2000. pp.101-145.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Kluwer Academic Publishers. Lisboa: Portugal. 2003.
- BAPTISTA, G. C. S. A Contribuição da Etnobiologia para o ensino e a aprendizagem de ciências: estudo de caso em uma escola pública de estado da Bahia. 250 p. Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências Universidade Federal da Bahia. Mestrado. Bahia, BA. 2007.
- BAPTISTA, G. C. S. Do cientificismo ao diálogo intercultural na formação do professor e ensino de ciências. **Interações**, Santarém, v. 10, n. 31. 2014. <https://doi.org/10.25755/int.6369>

- BAPTISTA, G. C. S. **Contribuições da etnobiologia para o ensino e a aprendizagem de ciências**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME. Curitiba: Brasil. 2015.
- BAPTISTA, G. C. S.; EL-HANI, C. N. (). The contribution of ethnobiology to the construction of a dialogue between ways of knowing: a case study in a Brazilian public high school. **Science & Education**, New York, v. 18, pp. 503-520. 2009. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9173-3>
- BARBOSA, G. S.; RAMOS, M. A. Conhecimento ecológico local e percepção ambiental de estudantes sobre o bioma caatinga e sua relação com o conhecimento científico. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 15, n. 1, pp. 165-182. 2020.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. São Paulo: Brasil. 2011.
- BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. **Ecological Applications**, Washington, v. 10, n. 5, pp. 1251-1262. 2000. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)
- BLANQUICET MACEA, R. G.; RAMÍREZ NARVÁEZ, F. A.; RAMÍREZ AGUDELO, N. Concepciones de ciencia y su enseñanza en docentes rurales no licenciados en el área bajo el modelo escuela nueva. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 17, n. 1, pp. 105-121. 2022. <https://doi.org/10.14483/23464712.17390>
- BRASIL. (Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. MEC/SEF. Brasília: Brasil. 1998.
- CASTRO, E. Território, biodiversidade e saberes de populações tradicionais. In: Diegues, C. **Novos rumos para a proteção da natureza**. Hucitec, NUPAUB-USP. São Paulo: Brasil. 2000. pp. 165-182.
- COBERN, W. W. (). Constructivism and non-western science education research. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 18, n. 3, pp. 295-310. 1996. <https://doi.org/10.1080/0950069960180303>
- COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. **Science Education**, Hoboken, v. 85, n. 1, pp. 50-67. 2001. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200101\)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200101)85:1<50::AID-SCE5>3.0.CO;2-G)
- COSTA, R. G. A. Os saberes populares da etnociência no ensino das ciências naturais: uma proposta didática para aprendizagem significativa. **Revista Didática Sistêmica**, Rio Grande, v. 8, pp. 162-172. 2008. <https://periodicos.furg.br/redsis/article/view/1303>
- CUNHA, M. C. D.; DE ALMEIDA, M. W. (). Indigenous people, traditional people, and conservation in the Amazon. **Daedalus**, Cambridge, v. 129, n. 2, pp. 315-338. 2000. <http://www.jstor.org/stable/20027639>
- CURRIE, H. ‘Minorities’, ‘margins’, ‘misfits’ and ‘mainstreams’. **Teaching and Teacher Education**, Oxford, v. 22, pp. 835-837, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.04.034>
- DELGADO, J. D. S. G.; DOS SANTOS, C. F.; MACHADO, V. D. M. Aproximações entre a teoria antropológica do didático e uma formação docente para o ensino por investigação. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 16, n. 3, pp. 579-594. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.16963>
- GÓMEZ, A. P. O. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In Nóvoa, A. (Org.). **Os professores e sua formação [Teachers and Their Education]**. Dom Quixote. Lisboa: Portugal. 1992. pp. 93-114.
- GUERRA, E. L. D. A. **Manual de pesquisa qualitativa**. Grupo Ânima Educação. Belo Horizonte: Brasil. 2014.
- ISLAS, C. A.; BEHLING, G. M.; SCHNORR, S. M. Conhecimento ecológico local e educar pela pesquisa: bases para um ensino de ciências contextualizado. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, v. 25, n. 2, pp. 506-525. 2018. <https://doi.org/10.14393/ER-v25n2a2018-13>
- KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 01, pp. 35-50. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100003>
- LOPES, A. R. C. Pluralismo cultural em políticas de currículo nacional. In: MOREIRA, A. F. (Org.). **Currículo: Políticas e práticas**. Papirus. Campinas: Brasil. 1999. pp. 59-80.
- MAIA, H. J. S.; CARNEIRO, M. H. S. Ensino de Ciências na perspectiva multicultural: refletindo a educação científica dentro da Teoria Pós-Colonial. **Educere et Educare**, Cascavel, 13, n. 30, p. 10-17648. 2018. <https://doi.org/10.17648/educare.v13i30.18859>

- MANICA GRANDO, L.; MEGHIORATTI, F. A. Formação acadêmica e as compreensões de natureza da ciência e de investigação científica de alunos de cursos de licenciatura. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 16, n. 1, pp. 46-67. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.15425>
- MEDEIROS, M. F. T.; VALLE, L. S. (). Educação Científica e as Relações entre História, Etnias e Natureza. **Ethnoscintia: Revista Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia**, Brasil, v. 3, n. 2. 2018. <http://dx.doi.org/10.18542/ethnoscintia.v3i2.10237>
- MINAYO, M. Técnicas de análise do material qualitativo. In: **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. Hucitec. São Paulo: Brasil. 2008. pp. 303-360.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. UFMG. Belo Horizonte: Brasil. 2000.
- MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Meaning Making In Secondary Science Classrooms**. McGraw-Hill Education. Londres: UK. 2003.
- NASCIBEM, F. G.; VIVEIRO, A. A. Para além do conhecimento científico: a importância dos saberes populares para o ensino de ciências. **Interacções**, Santarém, v. 11, n. 39. 2015. <https://doi.org/10.25755/int.8738>
- PIMENTA, S. G. **Formação de professores: saberes e identidade da docência. Saberes pedagógicos e atividade docente**. 2 ed. Cortez, São Paulo: Brasil. 2000. pp. 15-34.
- 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, SC. 2017.
- SANTOS, M. E. V. M. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares: o que temos? O que queremos? Livros Horizonte**. Lisboa: Portugal. 2001.
- SILVA, M. F. D.; AZEVEDO, M. M. Pensando as escolas dos povos indígenas no Brasil: o movimento dos professores indígenas do Amazonas, Roraima e Acre. In: **A temática indígena na escola: novos subsídios para professores de 1º e 2º graus**. MEC/MARI/UNESCO, Brasília: Brasil. 1995. pp. 149-166.
- SILVA, J. A.; RAMOS, M. A. (). A contextualização de conhecimentos prévios/tradicionais de alunos quilombolas: o que dizem os professores de ciências? **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, 15(1), 152-170. 2020. <http://doi.org/10.14483/23464712.14319>
- SIQUEIRA, A. B. Aproximações da etnobiologia com a educação básica. **Cadernos ANPAE**, v. 11, pp. 1-10. 2011.
- SIQUEIRA, A. B.; PEREIRA, S. M. Abordagem etnobotânica no ensino de Biologia. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 31, n. 2, pp. 247-260. 2014. <https://doi.org/10.14295/remea.v31i2.4711>
- SOTERO, M. C.; ALVES, Â. G. C.; ARANDAS, J. K. G.; MEDEIROS, M. F. T. Local and scientific knowledge in the school context: Characterization and content of published works. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, Berlín, v. 16, n. 1, pp. 1-28. 2020. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00373-5>
- TOLEDO, V. M. Saberes indígenas y modernización en América Latina: historia de una ignominia tropical. **Etnoecológica**, México, v. 3, n. 4-5, pp. 135-47. 1996.
- TSUZUKI, F.; TURKE, N. H.; PASSOS, M. M. Conhecimentos populares e científicos: concepções de licenciandos de Biologia acerca do ensino de Ciências para estudantes indígenas. In: **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Anais...Natal (RN), Brasil, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0264-1.pdf>. Acesso em 05 out. 2022.





¿LA TIERRA ES PLANA O REDONDA? UNA EXPERIENCIA CON ALUMNOS DE EDUCACIÓN BÁSICA

IS THE EARTH FLAT OR ROUND? AN EXPERIENCE WITH ELEMENTARY EDUCATION STUDENTS

A TERRA É PLANA OU REDONDA? UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DE EDUCAÇÃO BÁSICA

Felipe Martínez Rizo^{✉*}

Cómo citar este artículo: Martínez Rizo F. (2023).). ¿La Tierra es plana o redonda?. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 375-384. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18776>

Resumen

El texto presenta una experiencia sobre la enseñanza de nociones elementales de Ciencias Naturales a estudiantes de Educación Primaria y Secundaria, que buscó no reducirse a presentar conceptos que los alumnos deben memorizar sin entender; así, se trató de seguir lo que dice la didáctica actual para que los jóvenes reflexionen sobre información que obtienen por sí mismos –o que se les proporciona–, detecten los límites de sus ideas previas y lleguen a construir otras congruentes con lo que dicen las Ciencias. Se maneja un tema del ámbito de las ciencias de la Tierra y el Espacio, poco atendido por el currículo mexicano, pero que es parte de la cultura científica que todo ciudadano del siglo XXI debería tener.

Palabras clave: Método de enseñanza; Didáctica; Ciencias de la Tierra; Astronomía.

Abstract

The text presents an experience on the teaching of elementary notions of Natural Sciences to primary and secondary education students, looking not only to present concepts that students must memorize without understanding, and following what didactics says, so that young people reflect on information that they obtain by themselves, or that is provided to them, detect the limits of their previous ideas and come to construct others congruent with what the sciences say. It deals with a topic from the field of Earth and Space sciences, little attended in the Mexican curriculum, but which is part of the scientific culture that every citizen of the 21st century should have.

Keywords: Teaching method; Didactics; Earth sciences; Astronomy.

Recibido: noviembre de 2021; aprobado: junio de 2023

* Licenciado en Ciencias Sociales, investigador jubilado, Universidad Autónoma Aguascalientes, México. felipemartinez.rizo@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7519-4247>.

Resumo

O texto apresenta uma experiência de ensino de noções elementares de Ciências Naturais a alunos do ensino fundamental e médio, que buscou não se reduzir a apresentar conceitos que os alunos devem memorizar sem compreender, procurando seguir o que diz a didática atual para que os jovens. refletem sobre as informações que obtêm por si mesmas, ou que lhes são fornecidas, detectam os limites de suas ideias anteriores e passam a construir outras congruentes com o que dizem as ciências. Trata-se de um tema da área das ciências da Terra e do Espaço, pouco abordado no currículo mexicano, mas que faz parte da cultura científica que todo cidadão do século XXI deve ter.

Palavras chave: Método de ensino; Didática; Ciências da Terra; Astronomia.

1. Introducción

El punto de partida de la experiencia fue la convicción de que la enseñanza de Ciencias Naturales (CN) debe ser parte del currículo de educación básica porque la cultura científica es importante para que el ciudadano participe en forma inteligente e informada en una sociedad marcada por la ciencia y la técnica. Sin embargo, el cómo se manejan las clases de CN refleja que no se suele tener en cuenta que la visión del mundo que dan las CN es muy distinta de la visión derivada del sentido común, y que no es fácil superar esta para llegar a aquella. Muchas ideas científicas son contraintuitivas, y ningún niño las podrá descubrir por sí mismo, ni las entenderá con exposiciones del docente o la lectura del libro de texto, como sucede en la escuela cuando se promueven solamente aprendizajes de baja complejidad, con dictados, copia de párrafos del texto, preguntas simples seguidas por respuestas breves y corrección inmediata, o supuestos experimentos que se reducen a seguir al pie de la letra instrucciones tipo receta de cocina.

Muchas personas actúan como si aceptaran ideas superadas (por ejemplo, que el Sol gira alrededor de la Tierra), aunque se digan convencidos de lo contrario, tanto quienes solo tienen educación básica como entre universitarios. Esto incluye a docentes de Primaria, con licenciatura y formación para enseñar CN; la investigación constata que muchos conocen información correcta de temas de ciencias, pero no pueden justificar por qué la creen sólida, lo que evidencia el abismo que separa lo que se aprende en la escuela y las arraigadas creencias vigentes en la mente de muchos, incluso después de cursar educación superior. Como se muestra adelante, las ideas de los docentes frecuentemente muestran inconsistencias, combinan nociones correctas posiblemente basadas en lo que aprendieron en la escuela, con otras muy equivocadas, incluso sobre cuestiones elementales. Así lo muestran también los resultados de un estudio en una localidad del estado brasileño de Rio Grande do Sul, en el que se exploraron concepciones de 34 docentes

de primeros grados de la Educación Básica, con un instrumento que incluyó preguntas cerradas, abiertas y de ejecución (realizar dibujos), además de indagar si en la formación recibida por los docentes se habían abordado temas de astronomía (DARROZ, DA ROSA, DE GRANDIS, 2016).

La experiencia presentada ofrece a maestras y maestros de Educación Básica ideas para trabajar un tema básico en clase de CN, de manera congruente con las ideas actuales. El propósito fue poner a prueba una forma de enseñar distinta a la habitual en un ámbito de las CN poco atendido en las primarias mexicanas, el de las ciencias de la Tierra y el Espacio. Se buscó llevar a alumnos del último grado de primaria, al que asisten alumnos de 11-12 años, o de la secundaria básica, a una comprensión razonada de la idea astronómica más elemental: que el planeta en que vivimos es una gigantesca esfera.

2. Marco de referencia de la experiencia

a. Tendencias de la didáctica de las ciencias

Las tendencias actuales en el campo de la didáctica de las CN apuntan a que las clases no deben iniciar con ideas abstractas, con definiciones a memorizar que no se pueden comprender, si antes no se captan otras más simples. La enseñanza no debe partir de lo que diga el maestro o el libro; hay que reconocer al estudiante como actor principal de la construcción de su aprendizaje, y para ello es necesario que el docente entienda las ideas previas de los alumnos y sepa cómo apoyarlos para que, a partir de ellas, configuren otras congruentes con la visión que brinda hoy la ciencia (cfr. GELLON *et al.*, 2018; MATTHEWS, 2017; TREAGUST, CHI-YAN, 2014; WINDSCHITL *et al.*, 2012).

Es importante el señalamiento de que hay que comenzar por cuestiones básicas, más sencillas, antes de pasar a las más complejas, teniendo en cuenta el grado de madurez de los estudiantes y lo que enseña la historia de la ciencia sobre cómo se ha desarrollado. En esta dirección, GIORDANO (2021) presenta una progresión de aprendizaje sobre ideas básicas entre

Física y Astronomía, congruente con la idea seminal de organizar el currículo progresivamente, o en espiral (BRUNER, 1977 [1960]); hecho que implica que las ideas clave se vean una y otra vez a lo largo de los grados, cada vez con mayor profundidad, conforme la madurez de los estudiantes.

Después de revisar lo que aportan la epistemología y la psicología a la comprensión de cómo se adquieren los conocimientos del ámbito de las ciencias naturales, DEL VAL (2013) afirma lo siguiente: A partir de todo lo anterior se puede formular una propuesta diferente de la enseñanza de la ciencia que tenga en cuenta los distintos aspectos que hemos ido poniendo de manifiesto.

- Debe partir de las ideas espontáneas del niño y tener en cuenta tanto su desarrollo intelectual general como la articulación de las nociones científicas que se estén tratando de enseñar.
- Es necesario realizar una enseñanza experimental en la que el niño actúe, pero en la que se planteen también problemas teóricos.
- Se debe utilizar la historia de la ciencia y la técnica como guía para el trabajo escolar. (DEL VAL, 2013 p. 146)

CAMINO (2021) observa que, si bien la investigación sobre la enseñanza de la Astronomía tiene ya unas cuatro décadas de desarrollo, aún falta mucho por avanzar, y sintetiza una amplia literatura con base en la cual intenta enfrentar “el desafío de una didáctica específica nueva”, y para ello propone diseñar actividades que sean vivencialmente significativas para los estudiantes. Reflexiona sobre lo que los docentes deben saber y hacer para estar en condiciones de dar el necesario nuevo enfoque a la enseñanza que ofrecen, e ilustra su propuesta con dos “actividades ejemplares”, una “sobre el estado de iluminación de una esfera lisa y de la Luna”, y otra “a partir de las sombras de las nubes” (pp. 18, 22 y 25-35).

Sin la profundidad de trabajos como los mencionados, el trabajo con docentes mexicanos de Educación Básica ha permitido apreciar tanto las

limitaciones de la enseñanza de ciencias, como el peso que tiene al respecto la limitada comprensión que los mismos docentes tienen de nociones muy elementales. Se advierte también que los planes y programas de estudio, y los libros de texto, dan poca importancia a temas de Astronomía, y que los pocos considerados son presentados en formas que no ayudan a corregir las deficiencias que los docentes traen desde su formación en las Escuelas Normales. En las primarias mexicanas (SEP, 2011), los aprendizajes esperados de Ciencias se agrupan en los ejes *sistemas del cuerpo humano, salud y enfermedad, seres vivos, ecosistemas y evolución*, así como *materia y energía*; este último incluye algunos temas sobre la Tierra y el Espacio, que en el currículo no constituyen un eje especial, a diferencia de lo que recomiendan marcos internacionales, como el de los *next generation science standards* (NRC, 2012) y el de las pruebas PISA (OCDE, 2016).

Entre los pocos temas de este campo que incluyen los programas y los libros de texto se da importancia a que los niños sepan que la Tierra gira alrededor del Sol, sin advertir lo difícil que es superar la idea, al parecer obvia, de que es el Sol el que da vueltas cada día, como creyeron los astrónomos de la antigüedad y otros, hasta mucho después de que Copérnico propusiera el modelo heliocéntrico.

b. Antecedentes de las ideas sobre la Tierra

No es raro que la escuela no consiga que los alumnos comprendan por qué es mejor el modelo copernicano, lo que también ocurre con muchos docentes. No se advierte que los estudiantes tampoco suelen comprender una noción más sencilla, aceptada 2000 años antes de que Copérnico propusiera el modelo heliocéntrico: la de que la Tierra es una esfera, aunque se la perciba como plana. La enseñanza de nociones astronómicas elementales limitada a dar información a los niños, sin actividades que los ayuden a superar ideas precientíficas previas, y a veces por docentes que no dominan el tema, no ayuda a que el alumnado dé el paso de sus ideas previas a las científicas.

La enseñanza de enfoque tradicional arroja como resultado que los chicos recuerden nombres y datos con los que pueden responder las preguntas de un examen, que pronto olviden muchos de esos nombres o los confundan, y que acepten fácilmente afirmaciones pseudocientíficas de horóscopos, extraterrestres u ovnis, o incluso terraplanistas. Todavía hoy se escucha que en la época del viaje de Colón a América todo mundo creía que la Tierra era plana, que Colón era el único en creer lo contrario, y que convenció a la reina Isabel de apoyar su viaje pese a la oposición de los teólogos de Salamanca. En realidad, ya en el siglo VI a. C., Pitágoras propuso que la Tierra era esférica, y así lo creían Aristóteles, Aristarco, Hiparco y Ptolomeo. En la Edad Media, los principales estudiosos, de Beda el Venerable a Tomás de Aquino, pasando por Roger Bacon y Alberto Magno, Buridán y Nicolás de Oresme aceptaban que la Tierra era esférica. La idea de una Tierra plana fue defendida solo por autores de poca importancia, como Lactancio (ca. 300 d. C.) con base en la lectura literal de la Biblia, y Cosmas (ca. 550 d. C.) que, en su *Topografía cristiana* mezcló datos de viajes y leyendas sobre monstruos y extraños seres de las antípodas, la parte inferior de una Tierra plana (GOULD, 1995: 38-50).

Lo que los eruditos de Salamanca cuestionaban era el cálculo del tamaño de la Tierra, que subestimaba la distancia real por mar de Europa a China. Los críticos de Colón tenían razón al decir que era mayor la circunferencia: si el gran navegante no hubiera encontrado América, su viaje habría acabado mal. Los viajes de Colón, y el de Magallanes y Elcano alrededor del mundo, no revelaron al mundo la esfericidad de la Tierra, pero sí que en las antípodas vivía gente en todo similar a la del hemisferio norte, y que las naves y sus tripulantes no advertían nada especial por estar al otro lado del mundo, contra las fantasías de Cosmas. Parece increíble que todavía hoy unos cuantos defiendan que la tierra es plana (*Earth Flat Society*, terraplanistas), después de viajes alrededor del mundo, satélites artificiales y demás avances, pero no por eso deja de ser verdad que todos seguimos percibiendo la Tierra como plana.

Con excepción de esos excéntricos, casi todos aceptamos que la Tierra es una gran bola, pero muchos lo hacen solo porque así lo oyeron de los docentes; los que no fueron a la escuela, como todos en las culturas de la Antigüedad, siguen aceptando lo que dice el sentido común, con diversas versiones de una Tierra plana, rodeada por el mar, y alrededor de la cual gira el Sol.

Algunas investigaciones han estudiado las ideas sobre la forma de la Tierra, en niñas y niños, y han observado que estas cambian con la edad y la escolaridad: los más pequeños creen que la Tierra es plana; luego piensan que la Tierra es una esfera y que los humanos vivimos en la parte plana del centro, entre las dos mitades (hemisferios); finalmente llegan a la visión científica, pero algunos siguen con ideas precientíficas al fin de la Primaria, y hay también adultos que no alcanzan la concepción científica.

En cuanto a docentes, un estudio español mostró que una proporción no despreciable (en el orden de 15 %) manifestó ideas no científicas sobre la forma de la Tierra: unos dijeron que “es esférica, pero vivimos en el centro en una zona plana”; otros que hay dos Tierras, “esférica del espacio y plana donde vivimos”; que la Tierra es “esférica con partes planas que es donde vivimos”; o que es “redonda alrededor y plana por encima” (VEGA NAVARRO, 2001 p. 32). Un trabajo con docentes en el norte de México concluyó que la mitad de los que fueron entrevistados expresó ideas sobre la forma de la Tierra que no corresponden con la visión científica (FERNÁNDEZ NISTAL, PEÑA BOONE, 2008 pp. 20-21).

3. Desarrollo de la experiencia

a. Punto de partida: las ideas de los alumnos

Si se pregunta a niños de Primaria si la Tierra es plana o redonda, casi todos dirán que es redonda, pero si se explora qué piensan se verá muchas veces que sus ideas no son claras. Para explorar las ideas previas de los alumnos sobre la forma de la Tierra hay que

pedirles hacer un dibujo y un modelo de plastilina en que la representen. Luego, debe indagarse por sus ideas sobre la forma del planeta, si se inclinan por una explicación como las halladas en estudios previos: la Tierra es circular y plana, como un plato; es redonda como pelota, pero tiene partes planas, en donde vive la gente, o si tienen la idea correcta de que la Tierra es redonda como pelota, pero como es muy grande solo vemos una parte muy pequeña que parece plana. Por lo general, podrá constatarse que no pocos niños tienen una idea equivocada, cercana a la que parece obvia y que corresponde a la percepción inmediata. Para encaminar a los estudiantes en dirección de la explicación correcta, se propone una secuencia de tres pasos.

b. Primer paso. ¿Cómo sabían los antiguos que la Tierra era una gran esfera?

Gracias a las ilustraciones de los libros de texto, o a las imágenes de la televisión e internet, muchos estudiantes están familiarizados con fotografías de la Tierra tomadas desde el espacio, en las que es evidente su forma esférica. Por ello se entiende que acepten con facilidad la idea, pese a que contradiga la impresión que todos tenemos. El primer paso busca que los estudiantes se pregunten en qué se basaban los sabios griegos y otros de la Antigüedad para sostener, contra la percepción inmediata, y sin tener fotografías tomadas desde el espacio, que la Tierra era esférica y no plana.

El argumento más conocido se refiere a cómo se pierde de vista un barco que se aleja de la costa: primero deja de verse la parte inferior, el casco que está justo sobre el agua, y después la parte superior, mástiles de los veleros o chimeneas de los buques de vapor. Esta experiencia no la tienen chicos que viven lejos del mar, pero tiene sentido, y resulta familiar a los marinos que aprecian la curvatura del horizonte al ver otras naves o montañas de la costa al acercarse o alejarse. Otros argumentos tienen que ver con la sombra de la Tierra al ocultar a la Luna en un eclipse, y con la distinta altura a la que se ven en el cielo las constelaciones, al viajar

al norte o al sur. Tampoco es fácil que los alumnos hagan este tipo de observaciones, y los docentes no deberán limitarse a exponerlas, sino que deberán utilizar apoyos visuales para sustituir las experiencias personales, y hacer que los chicos discutan para alcanzar buena comprensión.

Para el siguiente paso, informar a los chicos que los astrónomos griegos no solo sabían que la Tierra era esférica, sino que uno consiguió estimar el tamaño de la circunferencia terrestre. Entender esto, y poder replicarlo, complementará la comprensión anterior.

c. Segundo paso. ¿Cómo midió Eratóstenes la circunferencia terrestre?

Los griegos no solo sabían que la Tierra era esférica; Eratóstenes, en la Biblioteca de Alejandría, pudo estimar su tamaño con notable precisión a fines del siglo III a. C. (Figura 1).

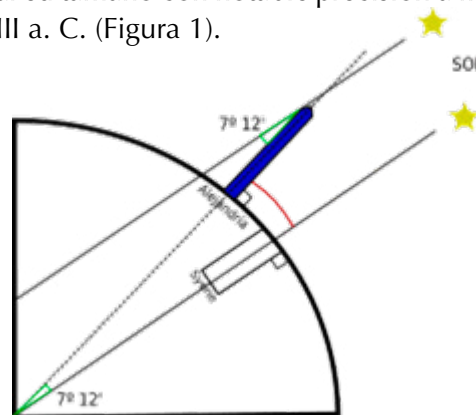


Figura 1. Representación esquemática del razonamiento de Eratóstenes. Fuente: <http://mimosa.pntic.mec.es/jgomez53/matema/practica/eratostenes.htm>

En Siena, ciudad al sur de Alejandría, en el día más largo del año, el solsticio de verano, el sol estaba justo en el cenit, lo que se sabía porque ese día los rayos solares iluminaban el fondo de un pozo. En el siguiente solsticio, Eratóstenes vio la sombra que proyectaba una columna en Alejandría; hacia mediodía, cuando las sombras son más cortas, la longitud de la sombra era 1/8 del tamaño de la columna. Eso quería decir que el Sol no estaba en el cenit como en Siena, sino más bajo.

La columna y su sombra son los catetos de un triángulo rectángulo. La columna es el cateto mayor (b); la sombra, el cateto menor (c). La trigonometría enseña que la tangente del ángulo que se forma en la punta superior de la columna será el cociente que resulte de dividir el cateto menor entre el mayor (c/b), y con la tangente se encuentra el ángulo correspondiente.

En Alejandría, el ángulo del Sol respecto a la perpendicular, como sería si estuviera en el cenit, se puede estimar calculando primero la tangente del ángulo, sabiendo que el cateto menor es $1/8$ del mayor; por ejemplo, cateto mayor $b = 100$ cm; cateto menor $c = 12,5$ cm. La tangente c/b será $12,5/100 = 0,125$. Esa tangente es de un ángulo de $7,2^\circ$ ($7^\circ 12'$), $1/50$ de círculo ($360^\circ/7,2^\circ = 50$). Eratóstenes concluyó que la distancia Siena-Alejandría era $1/50$ de la circunferencia de la Tierra. Entre Siena y Alejandría había unos 5000 estadios, por lo que la circunferencia terrestre sería 50 veces mayor, 250 000 estadios. Si un estadio equivale a 160 m, 5000 serían 800 km, y la circunferencia terrestre 50 veces más, ~ 40 000 kilómetros, muy cerca de la cifra que hoy se considera correcta de 40 030 km (ORDÓÑEZ, NAVARRO, SÁNCHEZ RON, 2007 pp. 155-156).

Con la información de que puede disponer hoy cualquier docente, y sin necesidad de equipamiento especial, un estudiante que viva al norte del Trópico de Cáncer puede estimar el tamaño de la circunferencia de la Tierra aplicando el método de Eratóstenes. Solo necesita un mapa para medir la distancia del lugar en que él o ella se encuentra respecto al Trópico, y saber que en el trópico de Cáncer el Sol está en posición vertical respecto al suelo (en el cenit) el día del solsticio del verano del hemisferio norte, por lo general el 21 de junio. La medición que se presenta la hizo una alumna de secundaria en Los Ángeles (California), el 21 de junio de 2020. Ese año el solsticio fue el día 20, pero la altura del Sol es prácticamente la misma un día después; previamente la joven encontró en un mapa, aplicando la escala indicada, que Los Ángeles está 1200 km al norte del trópico (Figura 2).



Figura 2. Alumna midiendo la circunferencia de la Tierra.

Para hacer la medición deberán darse los pasos siguientes el día del solsticio de verano:

- En un espacio abierto que reciba los rayos del sol al mediodía, clavar verticalmente una vara que sobresalga del suelo 100 cm.
- El día del solsticio observar la sombra de la vara y medir su tamaño cuando sea más pequeña, alrededor de mediodía; para esta demostración particular, la sombra midió 20 cm.
- La vara y su sombra son los catetos de un triángulo rectángulo; el mayor (la vara, b) mide 100 cm; el menor (la sombra, c), 20 cm. Por trigonometría, la tangente del ángulo que se forma en la punta superior de la vara (A) será el cociente que resulte de dividir $20/100$, o sea 0,2; el ángulo que corresponde a esa tangente es de 11° . Sin trigonometría se puede dibujar un triángulo rectángulo con medidas proporcionales a las de la vara y su sombra (Figura 3).

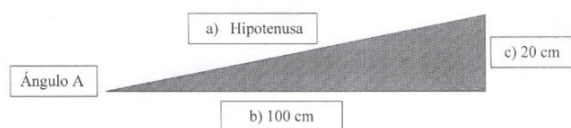


Figura 3. Triángulo con medidas proporcionales.

Fuente: elaboración propia.

- Como lo muestra la Figura 3 (donde, para propósitos del ejercicio, se rota el triángulo hacia la izquierda, de manera que el cateto que corresponde a la vara queda en posición horizontal), el ángulo A se puede medir con un transportador, y se obtendrá como resultado que es de unos 11° .
- Una circunferencia tiene 360° ; la proporción de ese total que representa un ángulo de 11° (cuántas veces cabe 11 en 360) es $360/11 = 32,72$.
- Por lo tanto, la circunferencia de la Tierra debe ser igual a la distancia de Los Ángeles al trópico de Cáncer (1200 km) multiplicada por 32,72, lo que arroja la cantidad de 39 264 km.

¡Se ha podido medir la circunferencia terrestre en el patio de cualquier escuela, con una aproximación tan buena como la de Eratóstenes!

Variante: medición al sur del Trópico de Cáncer

Con la misma lógica, al sur del trópico, el tamaño de la circunferencia terrestre se puede estimar en relación con el Ecuador, donde el Sol está en el cenit dos veces al año, en los equinoccios de primavera (21 de marzo) y otoño (21 de octubre). En la ciudad de Aguascalientes (México), que está un poco al sur del Trópico, a unos 2450 km del Ecuador, una alumna de 6° grado de Primaria encontró el 21 de marzo de 2021 una sombra de 40,2 cm con lo que se obtiene una tangente de 0,402 y un ángulo de $21,9^\circ$; tras medir el ángulo con transportador en un triángulo a escala se obtiene también un ángulo de $\sim 22^\circ$. La proporción de un ángulo de 22° en los 360° de la circunferencia es $360/22 = 16,36$. Por tanto, la circunferencia de la Tierra debe ser igual a la distancia de Aguascalientes al Ecuador (2450 km) multiplicada por 16,36, lo que arroja la cantidad de 40 082 km.

d. Tercer paso. ¿Por qué vemos la tierra como si fuera plana?

Replicar la medición que hace más de 2000 años hizo Eratóstenes es una experiencia que puede resultar emocionante para los estudiantes; tras ella puede darse un paso más, con el cual el docente lleve a los alumnos a una reflexión a partir de la cual comprendan por qué todos ven la Tierra como si fuera plana, aunque en realidad sea una esfera.

- Para entender por qué la Tierra parece plana, los alumnos necesitan conocer:
 - La fórmula de la circunferencia: diámetro (o 2 veces el radio) por π , 3,14159...
 - Los múltiplos y submúltiplos del metro.
 - Qué quieren decir los prefijos deca-, hecto-, kilo-, y deci-, centi-, mili-, micro-.
 - Qué quiere decir que algo está a cierta escala, como 1:100 o 1:100 000.
- Deben saber también cuánto mide la Tierra, una montaña y una persona:
 - Diámetro terrestre: 12 742 km, 12 472 000 m. Radio: 6371 km, 6 371 000 m.
 - Circunferencia: 40 030,14 km, 40 030 140 m. Cuadrante: 10 007 535 m.
 - Diezmillonésima parte de cuadrante: 1,0007535 m (vieja definición de metro).
 - Altura de montaña media no sobre el nivel del mar, sino de la base: 1000 m.
 - Estatura de una persona normal: 1,75 m.

Una vez confirmado que los alumnos manejan la información anterior, pedirles que calculen de qué tamaño serían la Tierra, la montaña y la persona en una escala 1:1 000 000, o sea que una medida real es representada en el modelo por otra un millón de veces menor. El docente apoyará a los estudiantes para que hagan correctamente los cálculos, con los que concluirán que, en un modelo a escala 1:1 000 000,

- La Tierra es una esfera cuya circunferencia tiene $40,03 \text{ m}$ y cuyo diámetro mide $12\,742 \text{ m}$ ($40,03/\pi$).
- La montaña es una arruga muy pequeña en la superficie de la esfera, apenas perceptible, de $0,001 \text{ m} = 1 \text{ mm}$.
- Una persona normal es una minúscula figura de $0,00000175 \text{ m} = 0,00175 \text{ mm} = 1,75 \text{ micras}$ (milésimas de milímetro, millonésimas de metro)
- Los movimientos de las estrellas y unos planetas (Venus, Júpiter, Saturno), también en parte directamente y en parte con datos obtenidos en línea.
- Explicaciones erróneas de las estaciones del año, favorecidas por dibujos de la órbita de la Tierra exageradamente elíptica, frente a estimaciones de la distancia Tierra-Sol en distintos meses del año que se pueden estimar con base en fotografías solares que muestran que la órbita es ligeramente elíptica y las estaciones se explican por la inclinación del eje de rotación.

A partir de esto, se puede motivar a los alumnos a que reflexionen sobre cómo percibiría un minúsculo hombrecillo de menos de dos micras la gran esfera de $12,7 \text{ m}$ de diámetro y una montaña que, con solo 1 mm , sería más de 500 veces mayor a él. Los alumnos podrán reconocer así que la Tierra parece plana porque las personas son muy pequeñas en relación con una esfera tan enorme. Se podrá, además, hacer una primera aproximación a la noción de *gravedad*, la atracción de todos los cuerpos hacia el centro de la Tierra, con el ejemplo de una hormiguita situada en una gran pelota, sobre la que puede caminar tanto si está en la parte superior como en la inferior.

4. Conclusión

Las mediciones de la circunferencia terrestre al norte y sur del trópico de Cáncer se hicieron los días de solsticio y equinoccio; antes y después se trabajaron los pasos primero y tercero del proceso. Las experiencias fueron compartidas con decenas de docentes de primaria y secundaria en un diplomado sobre enseñanza de Ciencias Naturales (CN); los estudiantes entendieron bien una idea elemental, a partir de la cual podrán captar otras más complejas, considerando sucesivamente:

- Los movimientos del Sol a lo largo del año (días más largos y cortos, distinta altura respecto al horizonte) y los de la Luna (ciclo de fases), en parte con observaciones directas, en parte con datos que se pueden obtener en línea.

Solamente después de lo anterior, los alumnos podrán llegar a una reflexión que les permita entender que el modelo heliocéntrico del sistema solar es superior al geocéntrico. El tiempo que llevó a los astrónomos aceptar esta idea revela su complejidad. La superioridad del modelo de Copérnico radica en que da cuenta mejor que el de Ptolomeo de las observaciones, en especial de los movimientos de los planetas, al parecer irregulares. La experiencia con decenas de docentes de Educación Básica hizo ver que no tenían clara esa idea clave, y que sus alumnos solo memorizaban que la Tierra gira alrededor del Sol sin entender en qué se basa esta idea. Si los estudiantes no tienen claro siquiera el sustento de la opinión de que la Tierra es una esfera, difícilmente entenderán que nuestro planeta no está inmóvil en el centro del universo, sino que gira a gran velocidad alrededor del Sol, contra lo que parecen decirnos nuestros ojos.

Otras experiencias han mostrado que alumnos de Secundaria pueden replicar las estimaciones de la fuerza de gravedad en la superficie de la Tierra que hicieron discípulos de Galileo; comprender el razonamiento que llevó a Newton a concluir que la misma fuerza explica la caída de una manzana y el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra; y apreciar la fecundidad de las teorías de Newton con las que se pudo predecir la existencia del planeta Neptuno y permitir su observación.

Algunos proponen enseñar CN de manera que los niños encuentren divertido aprender, lo que intentan conseguir con ilustraciones de personajes graciosos

como los de dibujos animados, o con presuntos experimentos que dan resultados que sorprenden, sin que queden claras las nociones a desarrollar, o las preconcepciones a superar. Esas prácticas devalúan la enseñanza indagatoria, aunque los niños se diviertan. Experiencias como la que aquí se presenta buscan evitar el error de identificar lo agradable y lo jocoso: aprender ciencias debe ser fascinante en sentido profundo; eso lo podrá conseguir un niño si, guiado por un buen maestro, consigue replicar lo que hicieron Eratóstenes, Arquímedes, Galileo, Newton y otros pioneros.

5. Referencias

- BRUNER, J. S. **The process of education**. Harvard University Press. Cambridge, MA: Estados Unidos, 1977 (1960).
- CAMINO, N. Diseño de actividades para una didáctica de la astronomía vivencialmente significativa. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 16, n. 1, pp. 15-37. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.16609>.
- DARROZ, L. M.; DA ROSA C. T. W.; DE GRANDIS, C. D. Concepciones de un grupo de profesores de años iniciales acerca de los conceptos básicos de la astronomía. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Ciencias**, Bogotá, v. 11, n. 2, pp. 240-255. 2016. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a6>.
- DEL VAL, J. **El aprendizaje y la enseñanza de las ciencias experimentales y sociales**. Siglo XXI Editores. Ciudad de México: México, 2013.
- FERNÁNDEZ NISTAL, M. T.; PEÑA BOONE, S. H. Concepciones de maestros de primaria sobre el planeta Tierra y gravedad. Implicaciones en la enseñanza de la ciencia. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, Ensenada, México, v. 10, n. 2. 2008. <http://redie.uabc.mx/vol10no2/contenido-fernandeznistal.html>.
- GELLON, G.; ROSENVASSER FEHER E.; FURMAN, M.; GOLOMBEK, D. **La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla**. Siglo XXI. Buenos Aires: Argentina, 2018.
- GIORDANO, E. Una progresión de aprendizaje sobre ideas básicas entre Física y Astronomía. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 16, n. 2, pp. 272-293. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.17107>.
- GOULD, S. J. The late birth of a flat Earth. In: **Dinosaur in a haystack. Reflections in natural history**. Harmony Books. Nueva York: Estados Unidos, 1995, pp. 38-50.
- MATTHEWS, M. R. **La enseñanza de la ciencia. Un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia**. Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México: México, 2017.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **A framework for K-12 science education practices, crosscutting concepts and core ideas**. National Academies Press. Washington, Estados Unidos, 2012.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE). **PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy**. París: Francia, 2016.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA. **Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica Primaria Tercer Grado**. SEP. Ciudad de México: México, 2011.
- ORDÓÑEZ, J.; NAVARRO, V.; SÁNCHEZ RON, J. M. **Historia de la ciencia**. Espasa Gran Austral. Madrid: España, 2007.
- TREAGUST, D. F.; CHI-YAN T. (2014). General instructional methods and strategies. In: LEDERMAN, N. G. y ABELL, S. K. (eds.). **Handbook of research on science education**. Routledge. Nueva York: Estados Unidos, 2014, Vol. II, pp. 303-320.
- VEGA NAVARRO, A. Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 1, pp. 31-44. 2001. <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n1/02124521v19n1p31.pdf>.
- WINDSCHITL, M.; THOMPSON, J.; BRAATEN, M.; STROUPE, D. Proposing a core set of instructional practices and tools for teachers of science. **Science Education**, Hoboken, Nueva Jersey, v. 96, n. 5, pp. 878-903. 2012. <https://doi.org/10.1002/sce.21027>.





ENTREVISTA A: JOHN JAIRO BRICEÑO MARTINEZ*

Por: Roiman Amed Badillo Bejarano^{©**}



Foto: Archivo personal de John Jairo Briceño

John Jairo Briceño Martínez (JJBm): Villavicense, es graduado de la licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), es Magister en Educación del Instituto Pedagógico y Caribeño y obtuvo Doctorado en Investigación Educativa (cum laude) por la Universidad de Granada de España.

Roiman Amed Badillo Bejarano (RABB): Licenciado en Física de la Universidad Pedagógica Nacional y Magister en Educación con Énfasis en Ciencias de la Naturaleza y Tecnología de la Universidad Distrital francisco José de caldas.

(RABB): ¿Cuál es su trayectoria académica y el problema de estudio al cual se dedica actualmente?

JJBm: Soy el Decano Nacional de la Facultad de Educación de la Universidad Antonio Nariño. Me desempeñé unos años como asesor de la dirección nacional del programa Computadores para Educar

del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), donde tuve la oportunidad de diseñar dos estrategias de formación de docentes en educación y tecnología, con las que se formaron más de 200 mil profesores en todo el país. Los resultados de esas estrategias mostraron por medio de una evaluación de impacto que los estudiantes de los docentes formados habían obtenido mejores resultados en las denominadas pruebas estandarizadas de estado “saber”. Lo anterior, me ha llevado a profundizar en un problema de estudio sobre ¿cómo cambian las prácticas de enseñanza los docentes?

En el Doctorado en Tendencias de la Investigación Educativa que finalicé en el 2013 en la Universidad de Granada en España, pude concretar, mis pretensiones investigativas y me sumergí concretamente en el profesorado universitario. En ese momento de mi vida diseñé y evalué en mi tesis doctoral un

* Doctor en Investigación Educativa (cum laude) Universidad de Granada España decano.educacion@uan.edu.co, <https://scholar.google.com/citations?user=K-lav08AAAAJ&hl=es>

** Magister en Educación con énfasis en ciencias de la Naturaleza y Tecnología, roimanbadillo@gmail.com

proceso de supervisión permanente para que los profesores aprendieran a argumentar en sus clases y, además, consiguieran que sus estudiantes también argumentaran. En ese entonces, no había tantas publicaciones –hasta donde se había hecho la revisión sistemática a esa fecha– que evaluaran el efecto de una estrategia de Desarrollo Profesional Docente en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, ahora han aumentado un poco más. Las conclusiones principales de esa investigación se centran en dos puntos importantes: 1) los profesores no cambian de la misma manera y, 2) esos progresos están relacionados con las etapas del aprendizaje argumentativo asociados al Desarrollo Profesional Docente.

Los profesores que se ubican en una primera etapa requieren fortalecer sus conocimientos sobre la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y la argumentación y, sobre todo, se necesita formación acerca de cómo enfrentar una práctica de enseñanza donde el estudiante pueda interactuar con más preguntas y mayor calidad en sus intervenciones, en algunos casos, las clases de esos profesores están centradas únicamente en la exposición del profesor. En una segunda etapa, el profesor tiene más conocimientos sobre cómo implementar una clase más participativa, sin embargo, se necesitan más destrezas para mejorar las participaciones de los estudiantes y que estas sean más reflexivas y argumentadas. La última etapa (tercera), el profesor tiene conocimientos y sabe interactuar con los estudiantes en las clases, no obstante, sus esfuerzos están influenciados por sus motivaciones y sobre los estímulos que recibe para mantener las clases argumentativas e innovadoras, lo que puede llevar al profesor a agotarse por la dificultad de mantener modelos de enseñanza donde el estudiante es el protagonista.

Con lo anterior encontrado, se llega a plantear como cuestionamiento ¿por qué las universidades desean que todos los profesores se formen en lo mismo si estos están en etapas diferentes de desarrollo profesional? Las estrategias formativas, por tanto, deberían ser diferenciadas y responder a las necesidades de

cada etapa en la que esté un profesor universitario. En la actualidad sigo investigando en esos interrogantes planteados, solo que ahora en compañía de mis tesis doctorales con los que esperamos seguir aportando sobre esos cambios de los profesores en las prácticas.

RABB: ¿Cómo considera que debe ser orientada y/o pensada la formación de futuros maestros para la enseñanza de las ciencias?

JBM: Cada vez más, es más común, encontrar en los congresos en Didáctica de las Ciencias, la reflexión acerca de la importancia del rol protagónico de los estudiantes y, por ello, la formación de futuros licenciados en ciencias, debe pasar de una enseñanza centrada únicamente en el profesor a una en la que se centre en los estudiantes y sus aprendizajes. Esto implica, -siendo resumido-, que el profesor diseñe sus clases para que el estudiante sea un actor activo y consciente sobre lo que debe aprender. No basta entonces, que el profesor se extienda horas hablando en clase, o solo preguntando que han aprendido, se debe alcanzar una participación argumentativa de los estudiantes en donde sus explicaciones se fundamenten en el uso de pruebas o datos que justifiquen cómo han podido resolver un problema. Otro aspecto fundamental para incorporar en la enseñanza de las ciencias, es que se debe formar para que los estudiantes logren volverse autónomos para aprender incluso por fuera de lo que el profesor orienta en el aula. En la actualidad, el acceso a la información es cada vez menos complicado, al menos en Colombia, hace unos 5 años, no se pagaba por el acceso bases de datos como Scopus y Web of Science, entre otras, pero ahora, un estudiante cuenta con la posibilidad de acceder a artículos publicados recientemente en revistas de prestigio, por lo que vale la pena preguntarse ¿el estudiante sabe acceder a esa información y, sobre todo, le encuentra utilidad en su formación? Definitivamente, enseñar para la autonomía y para el aprovechamiento del acceso a la información por medio de las tecnologías, sigue aun siendo todo un desafío.

RABB: ¿Cuáles serían las estrategias que usted recomendaría para que los docentes en ejercicio o que están en formación no desliguen de su práctica pedagógica la investigación al interior del aula?

JJM: Hay que mencionar claramente que hacer investigación no implica siempre mejores salarios. En las universidades al profesor universitario y más con grado de doctor se le exige publicar, y se habla más frecuentemente sobre lo que implica hacerlo en revistas indexadas en bases internacionales como SCOPUS, sin embargo, esta exigencia no siempre viene anclada al menos en algunos sectores de carácter privado, del tiempo suficiente para lograrlo y mejores salarios. Pese a ello, hay que reconocer la iniciativa de varias universidades para que se otorguen el tiempo a los profesores para que lo realicen, y cuando eso ocurre, es indispensable, por un lado, que los de mayor experiencia acompañen a los más noveles a hacerlo, y por otro, se debe seguir fortaleciendo los encuentros entre pares para que se comparta los beneficios de hacer investigación y, sobre cómo se debe escribir académicamente para que se publique en las mejores revistas.

Hace poco escuchaba a un grupo de colegas mencionar, que hay un afán por publicar y que, por ello, no necesariamente los profesores de básica y media debían estar obligados a hacerlo, aspecto que no comparto del todo, si bien, su ejercicio profesional y mecanismos de ascenso no están relacionados con escribir artículos, si lo está en participar en redes o al menos contar de manera organizada sus experiencias en el aula (así es la prueba de ascenso para mejorar su salario), y para que esto sea posible, se requiere seguir motivando al docente para que innove en clase y aprenda a comunicarlo, eso implica por supuesto, que aprenda a ponerle un título a su innovación, identificar un problema, formular unos objetivos y diseñar una metodología que respalde los resultados y conclusiones a los que se llega, en consecuencia, si bien puede que no se esté motivando a los docentes para que investiguen si se viene convirtiendo cada vez más en una exigencia, por lo

que las universidades tienen que seguir pensando en ofertas postgraduales para que los profesores de básica y media puedan acceder a formaciones que les sirvan y les ayuden a mejorar aprendizajes de sus estudiantes y, en consecuencia, quizás mejorar sus condiciones laborales y de ascenso.

RABB: ¿Qué retos nos deja la pandemia a causa del COVID-19 en la educación?

JJM: Tuve la oportunidad de publicar un artículo en el año 2021 (volumen 33,2) en la Revista de Educación Superior y Sociedad (ESS) editada por el Instituto Internacional de la UNESCO, donde comparaba los resultados entre profesores universitarios presenciales con los que ya venían impartiendo docencia virtual, frente a lo que implicó enseñar en un escenario remoto durante el primer confinamiento provocada por el COVID-19, encontrándose, en ambos grupos (presenciales y virtuales), que sus estudiantes tenían dificultades para sacarle provecho a las plataformas de aprendizaje (o también llamados LMS: Learning Management System), es decir, no son tan nativos digitales como hace unos años se hablaba, en ese sentido, se necesita seguir acompañando y formando a los estudiantes en el potencial de estas plataformas de aprendizaje. Por otro lado, se resaltó en la búsqueda bibliográfica que acompaña esa publicación, que se confunde bastante lo que significa impartir clases remotas y virtuales, al menos en la última, se debe tener contenido educativo digital diseñado articulado a un modelo de enseñanza instruccional, en cambio, en el remoto, usar plataformas como Zoom o Meet, solo se estaba replicando el modelo expositivo y tradicional de muchos profesores, donde el docente habla y el estudiante escucha, por lo que los retos ante el mundo de hoy, siguen siendo algo parecidos a los de antes del covid-19, se debe seguir trabajando porque los profesores se centren más en el estudiante y consigan mejores resultados de aprendizaje, por lo que se debe seguir formando al profesor y acompañándolo para que realice innovaciones en el aula y las evalúe en función de

los aprendizajes de los estudiantes. Como último, y no menos importante, en la investigación que mencioné, se concluye que las ciudades capitales no tienen tantos problemas de conectividad pero que, en zonas rurales o alejadas del casco urbano, los estudiantes tienen dificultad por tener acceso al internet, por tanto, un desafío en la educación, pasa por el tema también de infraestructura tecnológica y conectividad.

RABB: ¿De qué manera las TIC pueden impactar en la calidad educativa?

JBM: Hablando de un libro reciente (2020), en el que fui compilador: *los desafíos actuales de la educación superior, análisis y perspectivas frente a un mundo cambiante*, se concluye que, los cambios acelerados de la tecnología no están siendo incorporados en la educación a la misma velocidad en la que se generan, y es que resulta difícil que todo lo que se está hablando sobre la automatización, la robótica, la web 4.0, las tecnologías 6G, entre muchas otras, logren llegar a la enseñanza tan rápido. En la década pasada se explicaba la importancia de que los profesores usarán el internet, diseñaran contenido educativo digital y propusieran actividades motivantes en el aula, usando para ello una Tablet o un computador, pero ahora, esas discusiones parecen han dado un salto vertiginoso, que se puede apreciar en los congresos de tecnología y educación, donde se muestran en las salas de exposición ejemplos de la aplicación de la inteligencia artificial, la evolución de la analítica de datos, el Big Data, la realidad virtual y aumentada entre otros, que pueden llegar a agobiar bastante las prácticas de enseñanza, ¿estamos preparados para los cambios tecnológicos actuales? En algunos países sí, no es extraño ver promocionados cursos en línea que enseñan a programar en varios lenguajes, a aprender varios idiomas, a entrenarse por medio de simuladores entre muchas cosas más, que demuestra que unos

lugares y universidades están más preparados que otros. Por tanto, entender estas nuevas realidades va a llevar a las instituciones a pensar cómo hacerles frente a estos desafíos, y los que no lo consigan quedarán rezagados y por supuesto afectando su calidad y capacidad de respuesta a las necesidades del mundo de hoy.

Revista Góndola: El equipo editorial de la Revista Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, agradece a la Doctor John Jairo Briceño Martínez por el tiempo dedicado a esta entrevista. Para que nuestros lectores inquietos conozcan un poco más a profundidad el trabajo del doctor John Jairo Briceño Martínez, presentamos algunas de sus publicaciones, datos tomados de las páginas <https://www.researchgate.net/profile/John-Briceno-Martinez>; <https://scholar.google.com/citations?user=K-lav08AAAAJ&hl=es>

PUBLICACIONES

- Percepciones de docentes universitarios frente al cambio de modalidad presencial a remota por la COVID-19: comparación entre profesores presenciales y virtuales JJ Briceño-Martínez, MPC Saavedra - Revista Educación Superior Y Sociedad (ESS), 2021
- Caracterización del diálogo guía-estudiante en un Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología de Bogotá (Colombia) JJB Martínez, MT Sequera - Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 2011
- Estrategia de formación de docentes y referentes pedagógicos en TIC de computadores para Educar, J BRICEÑO, M GONZÁLEZ, A Mosquera, 2012
- Concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios de ciencias, JJ Briceño Martínez, A Benarroch Benarroch - Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, 2013.
- El portafolio: una estrategia para la enseñanza de las ciencias. Experiencia llevada a cabo en una universidad colombiana, JJ Briceño Martínez, MC Gamboa Mora - 2011

