



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
Volumen 14-Número 1
enero-junio de 2019

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

ISSN 2665-3303
e-ISSN 2346-4712

Dirección editorial

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Coordinación revistas científicas CIDC

Fernando Piraquive

Corrección de estilo

Fernando Carretero Padilla

Diseño y diagramación

David Mauricio Valero

Impresión

Carvajal Soluciones de comunicación S.A.S.

Fotografía portada

Crédito: Diego Vizcaino



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

EQUIPO EDITORIAL

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

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

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

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

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

Dr. Antonio García Carmona
Universidad de Sevilla, España

Dr. Agustín Adúriz Bravo
Universidad de Buenos Aires, Argentina

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

Dr. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

Dra. Eugenia Etkina
Rutgers University, USA

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

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

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

COMITÉ EVALUADOR

Dra. Ariane Baffa Lourenço
Universidade de São Paulo, Brasil

Dr. Carlos Henrique Bocanegra
*Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, Brasil*

Dr. Carlos Zuluaga
Universidad del Valle, Colombia

Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli
*Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Brasil*

Dr. Erivanildo Lopes da Silva
Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Dra. Gislaine Donizeti Fagnani da Costa
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Dra. Guaracira Gouvêa de Sousa
*Universidade Federal do Estado do Rio de
Janeiro, Brasil*

Dr. Hylio Laganá Fernandes
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Dr. João Amadeus Pereira Alves
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Brasil*

Dra. Márcia Gorette Lima da Silva
*Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Brasil*

Dr. Marcos Fernandes-Sobrinho
Instituto Federal Goiano, Brasil

Dra. Marisa Rosani Abreu da Silveir
Universidade Federal do Pará, Brasil

Dr. Pedro Donizete Colombo Junior
*Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Brasil*

Robinson Conde Carmona
Universidad del Atlántico, Colombia

Dra. Taitiâny Kárita Bonzanini
Universidade de São Paulo, Brasil

Dra. Tania Renata Prochnow
Universidade Luterana do Brasil

Dra. Yolanda Ladino Ospina
Universidad de Antioquia, Colombia



Contenido

EDITORIAL

- El pensamiento crítico en la formación de profesores de ciencias naturales 5
Olga Castiblanco

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a Roberto Feltrero 7
Olga Castiblanco

ARTÍCULOS

- O inventário de estilos de aprendizagem de David Kolb e os professores de ciências e matemática: diálogo sobre o método de ensino 14
David Kolb learning style inventory and science and mathematics teachers: dialogue about teaching method
El inventario de estilos de aprendizaje de David Kolb y los profesores de ciencias y matemática: diálogo sobre el método de enseñanza
Thiago Vicente de Assunção, Robson Raabi do Nascimento
- Análise de conhecimento sobre estratégias de ensino de futuros professores de química: vivência como aluno e reflexão como professor 35
Analysis of training chemistry teacher's knowledge about teaching strategies: the experience as a student and reflection as teacher
Análisis del conocimiento sobre estrategias de enseñanza de futuros profesores de química: vivencia como alumno y reflexión como profesor
Gildo Giroto Júnior, Marcela Aparecida de Paula, Deborah Rean Carreiro Matazo
- Acidente nuclear de Goiânia nos livros didáticos de física 51
Goiânia's nuclear accident in physics textbooks
Accidente nuclear de Goiânia en los libros de texto de física
Cleci Teresinha Werner da Rosa, Júpiter Cirilio da Roza da Silva, Luiz Marcelo Darroza
- Um questionário conceitual sobre radiações: processo de elaboração e análise dos distratores 63
A conceptual questionnaire on radiations: formulation process and analysis of distractors
Un cuestionario conceptual sobre radiaciones: proceso de formulación y análisis de los distratores
André Coelho da Silva
- Atitudes de alunos em relação a seres vivos e ecossistemas 80
Student attitudes towards living beings and ecosystems
Actitudes de alumnos en relación a los seres vivos y los ecosistemas
David Figueiredo de Almeida, Yolanda Maria Barros Marcello, Anthony Basílio Dalmácio Cordeiro, Nayron Costa Alves



Contenido

A tradição de pesquisa segundo Laudan em educação em espaços não formais num evento de ensino de ciencias The Laudan research tradition in non-formal education spaces, in a science teaching event La tradición de investigación para la educación en espacios no formales según Laudan, en un evento de enseñanza de las ciencias <i>Saulo Cezar Seiffert Santos, Márcia Borin da Cunha</i>	88
Funções quadráticas e tecnologias móveis: ações cooperativas em um experimento no ensino médio Quadratic functions and mobile technologies: cooperative actions in an experiment to teaching in high school Funciones cuadráticas y tecnologías móviles: acciones cooperativas en un experimento para la enseñanza en educación media <i>Rodrigo Sychocki da Silva, Shéridan dos Reis Pinto</i>	108
Análise didática de uma atividade lúdica sobre a "instabilidade nuclear" Didactic analysis of a ludical activity about "nuclear instability" Análisis didáctico de una actividad lúdica sobre la "inestabilidad nuclear" <i>Carlos Alexandre Batista, Maxwell Siqueira</i>	126
Documentación del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido, de un profesor de química ejemplar durante la implementación de un objeto de aprendizaje Documentation of the pedagogical and technological content knowledge of an exemplary chemistry teacher during the implementation of a learning object Documentação do conhecimento tecnologico e pedagogico de conteúdo de um professor de química ejemplar durante a implementação de um objeto de aprendizagem <i>Boris Fernando Candela Rodríguez</i>	143
RESEÑA	
Argumentación, comunicación y falacias: una perspectiva pragma-dialéctica <i>Wilmar Francisco Ramos</i>	162
MEMORIAS	
XXI Semana de la enseñanza de la física	165



EDITORIAL

El pensamiento crítico en la formación de profesores de ciencias naturales

Olga Castiblanco*

Al parecer, en nuestra sociedad estamos requiriendo cada vez con mayor fuerza de profesionales de la enseñanza que tengan sentido crítico y reflexivo sobre sí mismos, como sujetos individuales y también como sujetos de una sociedad. Pero se requiere que además puedan transmitir este sentido a sus estudiantes y en general a su entorno para que un día seamos sociedades críticas y reflexivas. Muchos eventos de índole política y también académica en el mundo indican que las sociedades no construyen criterios sólidos para la toma de decisiones y por ello acaban siendo víctimas de las mismas decisiones que toman con base en intereses particulares, miedos, creencias poco fundamentadas, forcejeos de poder, modas, sin tener consciencia de los efectos de sus decisiones como sociedad y, por supuesto, como individuos, en lo social y en lo académico.

Como formadora de profesores de ciencias, quisiera llamar la atención sobre la gran responsabilidad que tenemos en las universidades para contribuir a la solución de este problema. Es necesario aumentar los esfuerzos para diseñar y ejecutar estrategias que permitan formar profesores cada vez más identificados con su profesión, conscientes de su rol en la sociedad como motores de transformación social, sobrepasando la formación de profesores que transmiten contenidos irreflexivamente. Sin embargo, sabemos que no es nada fácil educar profesores para la crítica reflexiva, en particular desde las ciencias naturales, en donde suele trabajarse en un sentido muy diferente, que apunta más hacia el adoctrinamiento en la ciencia y poco relacionado con el comportamiento social de los grupos humanos.

Tener pensamiento crítico y reflexivo es tener la capacidad de razonar con el fin de tomar decisiones sobre qué hacer, en qué creer, cuándo dudar, cómo resolver dudas, cómo proponer nuevas ideas, en general, cómo comprender el propio lugar en relación al de los otros. Todas las anteriores características son poco desarrolladas en las aulas de clase universitaria, por un lado por las metodologías de enseñanza ya instaladas por tradición, hace muchas décadas cuando no era siquiera posible considerar el desarrollo del pensamiento crítico, y por otro, porque no basta con que los profesores quieran hacerlo, ya que se requiere cierto nivel de comprensión de lo que significa para poderlo llevar a la práctica diaria, porque no es posible enseñar a ser crítico y reflexivo sin serlo, como tampoco es posible desarrollar procesos de enseñanza del pensamiento crítico sin una intencionalidad y metodología diseñadas especialmente, lo cual se logra a partir de la investigación en la propia acción docente.

A manera de reflexión sobre algunas cosas que deberían cambiar en las aulas para que ello ocurra, formulo las siguientes preguntas con el fin de imaginarnos la respuesta en nuestras aulas de clase: ¿Los profesores de ciencias naturales enseñamos a cuestionar las verdades absolutas?; ¿a construir argumentaciones propias?; ¿a poner en discusión nuestros propios puntos de vista?; ¿a analizar las relaciones de poder en la construcción y difusión de la ciencia?; ¿a dudar?; ¿a ver la ciencia desde nuevas perspectivas?; ¿a debatir?

* Licenciada en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia); magíster en Docencia de la Física, de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia); doctora en Educación para la Ciencia de la UNESP (Brasil). Actualmente es docente e investigadora de la UDFJC en Didáctica de la Física. Correo electrónico: olcastiblanco@udistrital.edu.co

Si las respuestas son afirmativas, estamos desarrollando pensamiento crítico y reflexivo; si no, es necesario profundizar en lo que ello significa y el impacto que deberá tener en los individuos (incluyendo al profesor), y en las sociedades.

Al respecto de las modificaciones necesarias en la educación, para lograr sociedades cada vez más conscientes, autores como Freire (2004) indican que la educación debe desarrollar una visión emancipadora de la realidad y para ello hay que formar el pensamiento de los profesores para la emancipación social e intelectual. Por su parte, Giroux (1988) evidencia que el profesor es un sujeto intelectual que debe basar su desarrollo profesional en la reflexión sobre su acción docente, para enseñar la crítica comprometida con un mundo libre de opresiones. Para, Fischman y Sales (2010), el ejercicio de enseñanza debe estar enmarcado en las realidades pedagógico-sociales con plena conciencia de su poder de transformación.

Nótese que todos estos estudiosos de la educación vislumbran una mejor sociedad, emancipada, libre de opresiones, contextualizada y consciente de su actuar, cuando logremos transformaciones de fondo en los procesos educativos, y por supuesto, también en la política educativa, dándole mayor sentido y significado al quehacer en las aulas de clase.

Tal como lo proponen Facione (1992); Skovsmose, Valero (2007); Ennis (2011), es necesario que los estudiantes desarrollen capacidades para leer el mundo, para organizar criterios de comunicación con los otros, para construir interpretaciones, explicaciones y argumentaciones con el fin de tomar conciencia de sus propios procesos de pensamiento, capacidades para la autorregulación y la metacognición. Todas ellas son capacidades que aún debemos aprender a desarrollar en los futuros profesores.

Referencias bibliográficas

- CALVACHE, J. El papel del educador en el pensamiento de Paulo Freire. **Revista Hechos y Proyecciones del Lenguaje**, Pasto, Colombia, n. 12-13, pp. 17-26. 1997.
- CASTIBLANCO, O.; VIZCAÍNO, D. Pensamiento crítico y reflexivo desde la enseñanza de la física. **Revista Colombiana de Física**, Bogotá, Colombia, v. 38, n. 2, pp. 674-677. 2006.
- ENNIS, R. Critical Thinking: Reflection and Perspective, Part I. **Inquiry**, Huntsville, Texas, v. 26, n. 1, pp. 4-18. 2011.
- FACIONE, P. **Critical thinking: what it is and why it counts**. Insight Assesment. Measured Reasons, CA: Estados Unidos. 1992.
- FISCHMAN, G.; SALES, S. Formação de professores e pedagogias críticas. É possível ir além das narrativas redentoras? **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 15, n. 43, p.7-20. 2010.
- FREIRE, P. **La pedagogía de la autonomía**. Ed. Paz e Terra. Sao Paulo: Brasil. 2004.
- GIROUX, H.A. **Teachers as intellectuals**. Greenwood Publishing Group. Connecticut: Estados Unidos. 1988.
- LEÓN, F. About the reflective thought also known as the critical thinking. **Propósitos y Representaciones**, Lima, Perú, v. 2, n. 1, pp. 161-214. 2014.
- NARDI, R.; CASTIBLANCO A., O. **Didática da física**. UNESP - Cultura Académica. São Pablo: Brasil. 2014.
- SAIZ, C.; FERNÁNDEZ, S. Pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas cotidianos. **Revista de Docencia Universitaria**, Salamanca, España, v. 10, n. 3, pp. 325-346. 2012.
- SKOVMOSE, O.; VALERO, P. Educación matemática y justicia social: hacerle frente a las paradojas de la sociedad de la información. In JIMÉNEZ, J.; DÍEZ, J.; CIVIL, M. (eds.). **Educación matemática y exclusión**. Graó. Barcelona: España. 2007. pp. 45-62.



ENTREVISTA A ROBERTO FELTRERO

Por Olga Castiblanco



Foto: Roberto Feltrero

Roberto Feltrero: ingeniero y filósofo de la Universidad de Salamanca (España) y doctor en Ciencias Cognitivas por la UNED (España). Actualmente es profesor en el ISFODOSU en un programa de Profesores de Alta Cualificación para la República Dominicana y colaborador docente en la UNED.

Olga Castiblanco: licenciada en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC) (Colombia); magíster en Docencia de la Física, de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia); doctora en Educación para la Ciencia de la UNESP (Brasil). Actualmente es docente e investigadora de la UDFJC en Didáctica de la Física.

Olga Castiblanco (OC): Profesor Feltrero, nos gustaría que nos contara, de manera muy breve, cuál es su formación y el problema de estudio al que se dedica en este momento.

Roberto Feltrero (RF): Bueno, por desgracia, si le cuento mi formación no puedo ser breve, porque primero soy ingeniero, también licenciado en Filosofía y tengo un doctorado en Ciencias Cognitivas. Pero todos estos temas que he trabajado en realidad acaban adquiriendo una línea común cuando pensamos en la apropiación social de la ciencia y la tecnología. Me interesa la ciencia y la tecnología como ingeniero, la resolución creativa e innovadora de problemas, que es la base de un ingeniero. Como filósofo, me interesa la comprensión global de cómo afecta la ciencia y la tecnología a toda la sociedad en su conjunto; me interesan la educación y la divulgación científica, y en general, todos los problemas que conectan ciencia, tecnología, conocimiento y sociedad. Y como científico cognitivo, en particular, estudio cómo las tecnologías han transformado nuestra manera de comprender y resolver problemas. El entorno tecnológico en el que nos desenvolvemos constituye un espacio de

nuevas herramientas, y también problemas, que son cognitivos y que, por tanto, transforman nuestras rutinas, habilidades y capacidades cognitivas de resolver problemas. El concepto de *apropiación* es algo que resume todas estas líneas porque, por un lado, la *apropiación cognitiva* de un recurso tecnológico consiste en tener la capacidad de comprender sus funciones hasta el punto de saber cómo usarlas para resolver problemas. Si hablamos de una *apropiación fuerte*, esa capacidad nos puede habilitar también para modificar las funciones de ese artefacto tecnológico, si es necesario. Al fin y al cabo, es lo mismo que hacemos con nuestra herramienta principal para desenvolvernó en el mundo, el lenguaje. Lo aprendemos, lo utilizamos y lo incorporamos de manera tan íntima en nuestro modo de resolver problemas que, finalmente, somos capaces de transformarlo e incluso reinventarlo para que sirva a nuestros propósitos.

En este sentido, el diseño de los artefactos y tecnologías tiene una dimensión ética, pues debe permitir que las personas se formen en tecnología para que los puedan usar para resolver problemas, no que sean un problema añadido por sus limitaciones o imposiciones. La innovación, en general, y la innovación social, en particular, dependen de que las tecnologías ofrezcan esas posibilidades. Y ahí viene la filosofía, porque pensamos que la tecnología debe ser sobre todo un conjunto de herramientas abiertas que permitan la apropiación y la adaptación en el contexto de cada individuo o grupo social. Luego, tenemos toda la parte de la ingeniería, pues un entorno tecnológico así construido es el que permite el aprendizaje y la innovación para la resolución de problemas, incluidos los problemas sociales. La perspectiva del ingeniero es aprender, formarse y apropiarse de estas herramientas para resolver problemas y, de algún modo, en el mundo tecnológico que nos ha tocado vivir, a todos nos toca ser un poco ingenieros. Mi trabajo ha ido siempre en esta línea: tratar de aportar modelos cognitivos, éticos y prácticos de cómo rediseñar las tecnologías para que las personas se puedan apropiar de ellas y, en algunos casos, he tratado de desarrollarlos de modo

que los principios que propongo se conviertan en productos tecnológicos concretos. La idea es que las tecnologías no supongan una barrera, sino que se incorporen a los elementos y herramientas, técnicos y cognitivos, que tenemos los seres humanos para resolver problemas.

El ejemplo más importante de esta perspectiva es el del *software*. En los últimos cuarenta años, las tecnologías asociadas al *software* se han desarrollado de manera muy libre y abierta para proporcionarnos cada vez más herramientas para resolver problemas. Son un ejemplo paradigmático de innovación social abierta. Al ser una tecnología tan general, al fin y al cabo se trata de traducir toda la información a código binario y operar con esos datos en forma de algoritmos, por ello afecta a muchos ámbitos de resolución de problemas cognitivos, y de todo tipo. El lenguaje del *software* y de las tecnologías computacionales permite que transformemos video, audio, imágenes, lo que queramos, a ese lenguaje. Y luego operamos con él, pues las operaciones son similares y todas se llevan a cabo ajustando funciones y opciones, a nivel del lenguaje de programación, o al nivel de las opciones que presentan los programas a sus usuarios. Cuantas más opciones de modificación y personalización nos proporcione esa tecnología, más capacidades adquiriremos para resolver problemas cada vez más complejos.

La adquisición de herramientas para manejar ese lenguaje es lo que nos permite apropiarnos de muchos recursos tecnológicos porque, a la vez, la mayoría de las tecnologías están convergiendo en esa línea y hace que cualquier artefacto ahora mismo tenga su interfaz computacional, su interfaz basado en *software*, que nos permite operar con él. Estas opciones han llegado, cómo no, al aula, transformando y ampliando las posibilidades para profesores y alumnos. Los profesores también necesitan apropiarse de estas tecnologías para seguir ejerciendo sus labores de modo que puedan innovar y adaptar las tecnologías a sus estrategias docentes y no al contrario, es decir, que sean las tecnologías o los técnicos que impongan nuevas fórmulas pedagógicas independientemente del contexto local de cada

aula. Entonces, como científico cognitivo me interesa la capacidad que tenemos de *apropiarnos* de ese nuevo mundo para adaptar las nuevas tecnologías a nuestras necesidades particulares; como filósofo reconozco que la convergencia de muchas actividades y recursos tecnológicos hacia las tecnologías basadas en el *software* hace que sea una cuestión ética impulsar la libertad para aprender, dominar y modificar esas tecnologías, y como ingeniero trato de apoyar a ciertos colectivos minoritarios desarrollando tecnologías apropiables para resolver problemas muy específicos de los que normalmente no se van a ocupar las empresas comerciales.

OC: Escuchando sobre sus ideas de la innovación social y de la innovación educativa, donde no hay límites, una es la otra y viceversa, pero cuando uno habla de innovación, por ejemplo, en la educación, pareciera que hay un perfil específico para el innovador, pareciera que no todo el mundo puede ser un innovador. ¿Usted qué piensa respecto a eso? ¿Quién es el innovador social?

RF: Justamente, algo que se deduce de esta posición filosófica que acabo de explicar, es que si todos tenemos la capacidad de comprender el funcionamiento de una práctica o de un recurso tecnológico o de una estructura social, y todos tenemos la capacidad de modificar ligeramente algunas de sus funciones, todos somos innovadores. Esa es la cuestión. La *innovación* es un concepto muy amplio hoy por hoy, porque ya no depende ni siquiera de que hagas algo realmente nuevo, depende de que hagas algo nuevo en tu contexto. Depende de que hagas algo nuevo para aportar soluciones a problemas que atañen a tu contexto más cercano.

OC: Es decir, no es correr las barreras del conocimiento necesariamente.

RF: Exacto, no necesariamente. La innovación social no es eso. Por lo general comprendemos la innovación tecnológica en función de ejemplos como el robot que sea capaz de ganar al ajedrez, o el que

sea capaz de ganar un juego de fútbol, o el que sea capaz de explorar la luna de manera autónoma. Esa es una concepción de una innovación tecnológica que tiene el concepto de *novedad* asociado. Pero cuando hablamos de innovación social, hay que hablar de otra cosa. Hay que pensar que cualquiera es innovador en su contexto, en el marco de actuación que necesita una innovación y que no tiene que ser nuevo obligatoriamente, solo tiene que resolver un problema concreto y particular de una manera eficiente y, hasta cierto punto, novedosa, pero solo en su contexto.

Me parece que la idea de que *la innovación social es contextual*, es básica para entender esta dimensión de la apropiación del conocimiento. Muchos dirán: “Entonces ¿por qué empleamos la palabra *innovación* y no empleamos la expresión *resuelve los problemas*”. Supongo que es una moda. Pero todos podemos decir: “No es que yo resuelva solo un problema, sino que estoy resolviendo el problema de una manera que lo que consigo es un método más eficiente”. Así, en el momento en que hay esa mejora, hay una innovación *per se*. Es como quien dice: “¿Cómo vas a hacer tú una innovación tecnológica si no sabes programar?”. Si has cambiado un gráfico en un programa y eso contribuye a que los usuarios lo usen mejor, tú ya estás innovando. No necesitas ser programador, porque esos programas y ese tipo de tecnologías también son multidisciplinarios, es decir, hay espacio para muchas innovaciones en muchos aspectos, simples o complejos, de un recurso o práctica tecnológica. Si, además, puedes sistematizar esa innovación y comunicarla para que otros la puedan aplicar en casos similares, ya estás contribuyendo a la creación colectiva de conocimiento innovador. En ese sentido, todos somos innovadores.

OC: O, si eres capaz de criticar sin saber nada. Si yo digo: “Esto debería ser así o ser así, no me gusta porque no me sirve”...

RF: Participar en la innovación, con sugerencias o críticas, también es ser parte de ese proceso. Hay

muchos espacios para innovar, no solo innova el que tiene una idea o el que domina la tecnología. Por eso me gusta el concepto de *innovador*, que es la persona capaz de resolver el problema. Me gusta utilizar la palabra *innovación*, porque quien la hace se plantea el problema en términos en los que se puede resolver. Con ello aprende y nos hace también reflexionar a los demás. Pero ya que utilizamos este concepto que es demasiado amplio vamos a acotarlo en esa idea: el innovador es el que realmente resuelve un problema. En el cine, por ejemplo, hay una película famosa que explica la historia de Facebook justo en el momento en que hay un juicio entre Mark Zuckerberg contra sus primeros patrocinadores, quienes compartieron con él una idea de un sitio con algunas características parecidas a lo que luego fue Facebook y reclamaban su autoría. En la película, el personaje principal proclama “si ellos fueran los creadores Facebook, habrían hecho Facebook, pero yo fui el que lo hizo”. Independientemente de la precisión de los argumentos cinematográficos, sí que es cierto que, más allá de la idea general, está el valor de llevarla a cabo, ponerla en marcha y resolver todos los problemas que eso implica. Luego ¿dónde está la propiedad de esa idea? Por eso definiendo que un innovador –y esto sí que puede ser una característica más constructiva– es el que se pone a hacer realidad esas ideas, el que las lleva a la práctica. Si eso significa que ha hecho algo nuevo, no lo sé y no me importa mucho. Si eso significa que ha copiado una idea, puede ser, y habría que ver hasta qué punto ese tipo de copia es lícita o no. Pero el innovador es el que realmente es capaz de resolver el problema y esa es una parte muy importante. Por eso, de nuevo, en el mundo del *software*, y en concreto en el del *software* libre, se eliminaron las restricciones a la innovación y la creatividad que imponían las patentes o los derechos de autor. Patentar una idea de un programa de *software* no se considera innovador, se considera innovar a ser capaz de resolver todos los problemas para que esa idea funcione. Por eso el *software* es libre, para que todos puedan innovar libremente y demostrar sus capacidades técnicas para resolver

problemas, no sus capacidades estratégicas o legales para patentar ideas.

OC: Hablando en el ámbito educativo, esa innovación suele enmarcarse dentro del aula de clase. Si el profesor diseña y desarrolla una metodología distinta eso es una innovación. Desde su perspectiva, ¿que cosas implica hablar de innovación educativa versus innovación social?

RF: Si queremos ser precisos con los conceptos –y estamos diciendo que el innovador resuelve un problema particular en un contexto particular–, casi todo es innovación. Pero creo que en la literatura sobre innovación educativa hay algo importante: es la capacidad de sistematizar esa práctica para transmitirla y compartirla. En ese sentido, las innovaciones educativas tienen un punto más de exigencia porque lo que tú pretendes es que lo que estás haciendo lo puedan aplicar otros profesores en contextos similares al tuyo, pero no exactamente iguales. Y ahí sí, creo que los conceptos de *innovación social* e *innovación educativa* pueden diferir un poco, porque una cosa es que ciertas innovaciones educativas puedan convertirse en innovaciones sociales y otra cosa es que seamos un poco más exigentes con la innovación educativa, al menos desde un punto de vista más académico. De hecho, para considerar que una innovación educativa es válida, hay que hacer investigación educativa para probar que, en efecto, una estrategia innovadora mejora las competencias de los alumnos. Yo creo que si alguien viene haciendo una innovación tiene que ser capaz de sistematizarla y transmitirla junto con los datos que la validan. Por eso es importante que los profesores participemos en los canales habituales de publicación y socialización de conocimiento en el área educativa. Insisto, con eso no quiero restar mérito al que resuelve un problema en su clase, pero sí creo que para catalogar algo como *innovación educativa* tendría que estar probada su efectividad y ser sistematizable para poder ser aplicado en otro lugar. Eso me parece que es importante.

OC: Hablando de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), es claro que traen una gran cantidad de agregados, de valores. ¿Cómo caracterizaría específicamente las riquezas que traen las TIC?

RF: Creo que hay dos cuestiones muy básicas. Una, que son *tecnologías de expresión*, es decir, que nosotros no solo usamos las TIC para resolver problemas, las usamos para expresarnos. Las redes sociales son la mejor prueba de esto, nos expresamos y expresamos de todo; compartimos todo tipo de información y de contenidos. Si hay millones de páginas web es precisamente porque tienen esta capacidad y porque cada uno tiene algo que contar en cualquier parte. Como *tecnologías generativas* también son muy importantes y esta es una característica del *software* en el que se basan las TIC. Cualquier pequeño avance en las tecnologías de *software* supone una base para nuevos y futuros avances y, por tanto, la posibilidad de que ese pequeño avance genere muchísimas soluciones creativas en otros ámbitos. Una novedad que facilita tal o cual aspecto del desarrollo de aplicaciones o contenidos, se suma a lo anterior y multiplica las posibilidades de lo que ya tenemos. Por ejemplo, a nadie se le ocurrió cuando diseñaron el primer protocolo TCP/IP para la transmisión de datos militares y científicos, que esta tecnología podría ser la base para red que transmitiese imágenes o canales de televisión. Como a los diseñadores del lenguaje HTML básico, que se pensó simplemente para transmitirse información entre científicos, no se les pasó por la imaginación que treinta años después casi toda la población lo utilizase para transmitir sus mensajes, sus imágenes o sus vídeos y se convirtiese en un entorno de comunicación horizontal y descentralizado. Desde aquellas bases tecnológicas simples, las aportaciones individuales de muy diversos agentes, junto al carácter generativo y acumulativo del desarrollo del *software*, han ido conformando todo el entorno digital que conocemos de una manera creativa e innovadora. Es la mejor prueba de la apropiación social de una tecnología.

OC: También, redes de conocimiento.

RF: Por esto, y esta es la parte más importante, considero que las TIC son *tecnologías de funcionalidad abierta*. Y esto conecta con lo que mencionamos antes. Que sean de *funcionalidad abierta* quiere decir que tienen tantas posibles funciones que los usuarios a todos los niveles de uso de esas tecnologías, desde programadores hasta simples usuarios de recursos y de aplicaciones, pueden encontrar nuevas funciones para desarrollar y para mejorar la capacidad de expresión y de generación de esas tecnologías. El concepto de *funcionalidad abierta* es más técnico, pero es el que conecta mejor con nuestra esencia desde un punto de vista cognitivo: nuestro cerebro es una máquina abierta preparada para aprender y generar todo tipo de conocimientos, y nuestro propio lenguaje es una herramienta cognitiva *per se* que nos permite expresar cualquier cosa. Entonces, hemos encontrado un nuevo lenguaje computacional definido por muchas aplicaciones y al que podemos acceder a muchos y diferentes niveles, pero que tiene la misma capacidad de expresión que nuestro lenguaje y de generación, producción e imaginación que nuestro cerebro. En este sentido, son muy importantes como tecnologías para el desarrollo del conocimiento si podemos acceder a ellas para integrarlas como un recurso más en las labores de creación del conocimiento. Eso es posible gracias a que la funcionalidad es abierta a muchos niveles. No tengo que ser programador para cambiar la función de un artefacto o de una aplicación. Si el diseño es lo suficientemente abierto como para que cada uno pueda encontrar algún tipo de espacio en el que mejorar o modificar, podemos comprender y usar a pleno rendimiento cualquier tecnología. Por eso, y es otra parte de mis estudios más filosóficos del uso de la tecnología, me parece valioso todo el movimiento del acceso abierto y del *software* libre, porque es lo que permite que las tecnologías puedan ser estudiadas, comprendidas y modificadas por los interesados con un conocimiento básico. No es que el *software* libre sea mejor o peor, es que es más abierto y, por tanto, más fácil de usar, comprender

y combinar para nuestros propósitos. Es un caso muy interesante para la filosofía de la tecnología. Hemos tenido muchas utopías y distopías en el siglo XX, pero el *software* libre es la única utopía que realmente se ha cumplido, porque no solo el 98 % de los servidores que alojan nuestras páginas web utilizan *software* libre, sino que todos los robots de la NASA o las grandes corporaciones tienen *software* libre en sus equipos. Y no solo es una ventaja técnica de la tecnología en sí. También todas las grandes corporaciones han comprendido que el modelo de innovación y desarrollo abierto y libre que defiende el movimiento del *software* libre es más productivo. No en vano, Google y Microsoft se han convertido en patrocinadores de las asociaciones de *software* libre, porque saben que la capacidad de innovación de ese modelo produce beneficios para todos, incluidas las grandes corporaciones que basan muchos de sus beneficios precisamente en su capacidad de innovar.

OC: Es inclusivo.

RF: Exacto, es inclusivo. Y si es inclusivo, si la innovación se abre a la participación de todos los agentes el proceso de innovar, simplemente se producen más innovaciones. Esta es una idea que Google comprendió al principio, y por eso desarrolló su sistema Android, a partir de *software* libre e implantando estructuras de innovación colaborativa. Microsoft también ha acabado por admitir el modelo. Los máximos productores de *software* que tenemos ahora mismo son patrocinadores de la Free Software Foundation, porque intentan que ese modelo de innovación, que es de innovación abierta, se reproduzca. Para ellos es más rápido y fácil asumir las innovaciones de los usuarios con ese modelo que tratar de resolverlas en sus laboratorios cerrados de cuatro paredes.

OC: Y sin conocer el contexto del mundo.

RF: Sí, por eso la innovación tiene tantos componentes sociales. No se puede innovar de espaldas

a los usuarios y a sus problemas locales. Y es más fácil innovar si son muchas mentes las que están involucradas en el proceso. Y es necesario que en la innovación todos participen y aporten su punto de vista para que las tecnologías no generen exclusión y brechas. Y así cerramos el círculo de todos estos estudios. Al final, la innovación tiene que relacionarse con la participación y con la inclusión, y es posibilitada por la funcionalidad abierta de las tecnologías. Cuando uno ve el mundo del *software* libre dice: “Esto no es una utopía, esto es una realidad”, y es un ejemplo a seguir: apertura, colaboración, inclusión y participación desde el punto de vista de la organización, y pluralidad de diseños y soluciones como resultado técnico. No hay un solo *software* libre, hay una multiplicidad de diseños y soluciones, cada una de las cuales se adapta a un contexto particular y permite ser adaptada a usuarios particulares. Y parte de mis impulsos en innovación educativa, y cuando conecto innovación educativa con innovación social, es tratar de hacerles ver a los profesores que este tipo de redes de innovación funcionan perfectamente y que estos modelos de cooperación y desarrollo los podemos trasladar a la educación. Ese trabajo colegiado lo podemos vincular perfectamente al trabajo de los profesores. Entonces, las redes para compartir materiales, compartir iniciativas, compartir y comentar innovaciones, son fundamentales para esta nueva filosofía de una educación centrada en el alumno y, de algún modo, personalizada. Las redes formales de publicaciones académicas son buenos instrumentos de cooperación, pero también es necesario impulsar redes informales para que ese esfuerzo sea más compartido y más sencillo; ya sabemos todas las limitaciones y obligaciones que tienen los trabajos científicos. Y los modelos de *software* libre e innovación social pueden ser usados ahora por la comunidad educativa para conseguir ese tipo de objetivos.

OC: Muchas gracias, profesor, por compartir con nosotros sus conocimientos. Estamos seguros que los lectores valoran estas profundas reflexiones sobre el sentido de la innovación en el desarrollo social.

Bibliografía complementaria

- BUSTOS, E.; FELTRERO, R. Usuarios e Innovación: la apropiación de la tecnología como factor de desarrollo epistémico. **Pensamiento Iberoamericano**, Madrid, España, v. 5, n. 2, pp. 273-294. 2009.
- FELTRERO, R. **La filosofía del software libre. Vol. I: las licencias de software libre y su desafío a los modelos vigentes de propiedad intelectual**. UNED. Madrid: España. 2006.
- FELTRERO, R. Educación y software libre: herramientas y modelos para el aprendizaje colaborativo. **Transatlántica de Educación**, Ciudad de México, México, n. 7, pp. 31-44. 2009.
- FELTRERO, R. (ed.). *Tecnología e innovación social. Hacia un desarrollo inclusivo y sostenible*. Global Knowledge Academics. Madrid: España. 2018.
- QUINTANILLA, M.A.; FELTRERO, R. Presentación: "Homenaje a León Olivé (1950-2017)". **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS**, Buenos Aires, Argentina, v. 13, n. 38, pp. 129-133. 2018.
- RAMÍREZ, L.L.; ROMERO, X.R.; PEINADO, E.S.; FRANCO, A.G.; GARCÍA, J.C.; FELTRERO, R. Educación, comunicación y apropiación de la ciencia desde una perspectiva pluralista: experiencias en la construcción del diálogo para la apropiación social de los conocimientos. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS**, Buenos Aires, Argentina, v. 13, n. 38, pp. 205-226. 2018.
- TOBOSO M., M.; FELTRERO, R.; MALTRÁS, B. Proyecto Heliox:: Entornos de interacción para la diversidad funcional. En *ACTAS V Congreso Internacional de Turismo para Todos: VI Congreso Internacional de Diseño, Redes de Investigación y Tecnología para todos DRT4ALL*. (pp. 719-738). 2015.



O INVENTÁRIO DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM DE DAVID KOLB E OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: DIÁLOGO SOBRE O MÉTODO DE ENSINO

DAVID KOLB LEARNING STYLE INVENTORY AND SCIENCE AND MATHEMATICS TEACHERS: DIALOGUE ABOUT TEACHING METHOD

EL INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE DAVID KOLB Y LOS PROFESORES DE CIENCIAS Y MATEMÁTICAS: DIÁLOGO SOBRE EL MÉTODO DE ENSEÑANZA

Thiago Vicente de Assunção^{*}, Robson Raabi do Nascimento^{}**

Cómo citar este artículo: Assunção, T.V. y Nascimento, R.R. (2019). O inventário de estilos de aprendizagem de David Kolb e os professores de ciências e matemática: diálogo sobre o método de ensino. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 14-34. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12942>

Resumo

O processo no qual se trabalha o desenvolvimento da aprendizagem tem sido largamente estudado por diferentes campos de estudo. Dentro das mais variadas concepções a respeito da aprendizagem, alguns modelos sugerem a existência ou formas distintas de aprender entre os indivíduos. Todavia, essas informações passam despercebidas pelos professores que inconscientemente aumentam a ausência de reciprocidade entre modos de aprender e modos de ensinar. Neste trabalho apresentamos uma análise sobre uma entrevista feita a professores de ciências e matemática, onde trazemos informações sobre a relação entre a forma de o professor ministrar os conteúdos das ciências e da matemática e a forma de aprender dos alunos. Utilizando o inventário de estilos de aprendizagem proposto pelo psicólogo e teórico da educação David Kolb, cuja teoria é baseada na aprendizagem experiencial, são identificados os estilos de aprendizagem de 105 estudantes do terceiro ano do ensino médio. Através de entrevista, foram indagados professores de física, química, biologia e matemática perfazendo um total de 9 professores pesquisados sobre variáveis sócio demográficas como: formação, estrutura da escola que atua e dificuldades na realização da prática pedagógica, além do conhecimento sobre as formas individuais de aprender e

Recibido: 14 de enero de 2018; aprobado: 03 de mayo de 2018

* Mestrando em Ensino das Ciências pelo programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Licenciado em física pela Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP. Recife - PE (Brasil). Correio eletrônico: thiagoassuncao1994@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1833-8144>

** Mestre em Ensino das Ciências pelo programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Professor da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Pernambuco – FATECPE. Professor da Secretaria de Educação de Pernambuco – SEPE. Recife - PE (Brasil). Correio eletrônico: robsonraabi@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6462-4336>

preferências didáticas. No geral, constatou-se que os professores de ciências e matemática entrevistados criam de maneira involuntária uma forma particular de ensinar e isso aliado ao pouco conhecimento a respeito dos estilos de aprendizagem, acabam por ignorar os diferentes saberes. Apesar disso, é importante destacar que houve uma compreensão por parte dos professores na intervenção aplicada, onde considerou as diferenças individuais dos alunos na aquisição de conhecimentos.

Palavras chaves: estilos de aprendizagem, ensino de ciências e matemática, David Kolb, diálogo.

Abstract

Learning is a process that has been extensively studied by different fields of knowledge. Among different conceptions of learning, some models suggest the existence of individual learning ways for each person. However, this information goes unnoticed by teachers who unconsciously increase the absence of reciprocity between modes of learning and ways of teaching. In this work, we present an analysis about an interview to science and mathematics teachers, where we bring information about the relationship between teacher's way of teaching contents of science and mathematics and the way students learn. Using the inventory of learning styles proposed by educational psychologist and education theorist David Kolb, whose theory is based on experiential learning, the learning styles of 105 students from the third year of high school were identified. Through an interview, physics, chemistry, biology, and mathematics teachers, with a total of nine teachers surveyed on socio-demographic variables such as educational level, school structure, and difficulties detected to the accomplishment of pedagogical practice, besides the knowledge about the individual ways of learning and didactic preferences. In general, we found that science and mathematics teachers interviewed, involuntarily create a particular strategy to teach, this join to the lack of knowledge about learning styles, end up ignoring different knowledge of their students. Despite this, it is possible to emphasize that there was an understanding by the teachers when intervention was applied considering individual learning styles of their students when they are acquiring knowledge.

Keywords: Learning Styles, Teaching science and mathematics, David Kolb, Dialogue.

Resumen

El aprendizaje es un proceso que ha sido ampliamente estudiado por diferentes campos de estudio. Entre las diferentes concepciones sobre el aprendizaje, algunos modelos sugieren la existencia de formas de aprender particulares de cada individuo. Sin embargo, esta información pasa desapercibida para los profesores, quienes inconscientemente aumentan la falta de reciprocidad entre los modos de aprendizaje y las formas de enseñanza. En este trabajo presentamos un análisis de una entrevista aplicada a maestros de ciencias naturales y matemáticas, donde se

evidencia la relación entre la forma en que el maestro enseña el contenido de la ciencia y las matemáticas, y la forma de aprender de sus estudiantes. Utilizando el inventario de estilos propuestos por el psicólogo y teórico de la educación David Kolb, cuya teoría se basa en el aprendizaje experimental, se identificaron en los 105 estudiantes del tercer año sus estilos de aprendizaje en la escuela secundaria. A través de la entrevista se les preguntó a los maestros de física, química, biología y matemáticas, con un total de nueve profesores encuestados, las variables sociodemográficas como el nivel educativo, la estructura de la escuela en donde trabajan y las dificultades para llevar a cabo la práctica de la enseñanza, además de los conocimientos de las formas individuales de aprendizaje y sus preferencias didácticas. En general, encontramos que los maestros de ciencias y matemáticas entrevistados crean involuntariamente una forma particular de la enseñanza y esto, combinado con poco conocimiento acerca de los estilos de aprendizaje, termina llevando a los profesores a ignorar los diferentes conocimientos de sus estudiantes. A pesar de ello, es posible resaltar que hubo una comprensión por parte de los profesores cuando participaron de la intervención aplicada, en el sentido de que reconocen las diferencias individuales de los alumnos en la adquisición de conocimientos.

Palabras clave: estilos de aprendizaje, enseñanza de ciencias y matemáticas, David Kolb, diálogo.



Introdução

A procura de uma didática que atenda a uma sociedade com fácil acesso a informação, a comunicação e que exige praticidade está entranhada nos objetivos das literaturas atuais. Mas, há décadas que a ciência (pesquisas em educação) discute formas de transpor um conceito científico para conteúdo escolar de forma sucinta e pedagógica a fim de adaptar a aquisição de conhecimentos ao mundo interativo que vivemos (Lira, 2010), isto é, tenta-se melhorar o método de ensino à medida que a ciência e a tecnologia avançam.

No contexto atual nota-se que a ciência e a matemática não se resumem mais a abstrações e experimentos ímprobos feitos em laboratórios científicos. Apesar disso, em contra partida, ainda existem professores que limitam sua aprendizagem às tradicionais listas de exercícios e ao formalismo matemático, onde são deixados às margens conceitos e significados. Assim, a transposição didática do saber ensinar para o saber ensinado acaba se tornando um problema para o aluno e, devido a isso, dificilmente conseguem aplicar o conteúdo aprendido fora dos limites da escola (Brockington, Pietrocola, 2005; Custódio, Clement, Ferreira, 2012; Fourez, 2003; Nardi, 2005).

Por outro lado a realidade dos professores de física de grande parte das escolas públicas e privadas não os encorajam a propor atividades experimentais ou de campo apesar da saturação de trabalhos escritos nesta área. Realidade essa que é marcada pela falta de recursos e espaço para o desenvolvimento de atividades extracurriculares, além do desinteresse dos alunos.

Nessa ótica, a solução para uma abordagem de qualidade que proporcione efetividade na aprendizagem dos conteúdos das ciências e da matemática vai muito além de um livro didático e de uma possível instrumentação, é necessária uma sequência didática de qualidade e modeladora¹. Pois, de fato,

a didática que o professor utiliza em sala de aula influencia no aprendizado do aluno. É possível ver na literatura que os indivíduos aprendem de diferentes formas devido a sua estrutura cognitiva desenvolvida ao longo da sua “história” (Moretto, 2010; Trevelin, 2011).

As informações obtidas sobre o perfil do aluno, de como ocorre a sua aprendizagem, ajudam na melhora da didática do professor aumentando a reciprocidade entre seu modo de ensinar e os modos de aprender do aluno. Os modos particulares de como ocorre a aprendizagem têm sido objeto de pesquisas com o objetivo de elevar o desempenho do processo de ensino-aprendizagem. Assim, a identificação do estilo de aprender dos alunos é significativa para analisar qual a melhor intervenção a ser aplicada (Lopes, 2002; Trevelin, 2011).

Diante desse contexto, apresentamos um estudo de caso de uma pesquisa que foi dividida em duas grandes etapas: *pesquisa exploratória* e a *pesquisa de campo*, onde se buscou entender a importância do conhecimento do perfil do aluno para a efetividade do aprendizado da física, além de conhecer e avaliar as concepções dos professores sobre os estilos de aprendizagem e suas preferências didáticas.

Na primeira etapa, portanto, realizou-se um estudo exploratório acerca dos modelos de estilos de aprendizagem mais influentes existentes na literatura, dando ênfase ao modelo de David Kolb e sua importância para a efetividade no processo de ensino e aprendizagem das ciências e da matemática.

A pesquisa de campo foi desenvolvida em instituições da cidade de Recife, estado de Pernambuco, Brasil, tendo como sujeito estudantes do Ensino Médio, entre 16 e 20 anos, e professores de ciências e matemática. O estudo realizado nesta etapa pretendeu responder as seguintes indagações: *Os professores de ciências e matemática conhecem sobre os diferentes modos de aprender baseados nas “histórias” dos sujeitos alvos da aprendizagem? Se existe ausência de reciprocidade entre modos*

1. Esse termo é utilizado em modelagem matemática. O processo de modelagem matemática além de se preocupar com a especialidade, também dá enfoque a compreensão crítica do conhecimento matemático (Silva, 2015). Tentemos fazer o mesmo para as ciências.

de aprender e modos de ensinar na escola atual, os professores de ciências e matemática têm tomado nota disso?

Assim, a pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de fazer um estudo em cima de uma entrevista feita sobre a opinião de professores de ciências e matemática no que diz respeito às diferenças individuais na forma de aprender.

1. Aspectos gerais sobre a aprendizagem

O grau de inteligência de um indivíduo tem grande relevância social e tem surgido na literatura pesquisas/investigações ao seu respeito. Segundo Faria (2002), tais investigações agrupam-se em duas grandes correntes: (i) teorias explícitas, tem como fundamento uma avaliação de inteligência através de testes (provas objetivas) e (ii) teorias implícitas, tem como fundamento auto relatos e estes podem ser utilizados como avaliação.

Estudos mostram que as habilidades cognitivas também são moldadas pelas experiências carregadas pelo sujeito aprendiz, suas vivências dentro e fora da estrutura escolar. Essa definição de que o indivíduo carrega em si uma história e que ela molda seu processo de ensino, não se resume a alunos. Professores também carregam em si experiências que moldam sua didática como valores, crenças e etc. (Lemos *et al.* 2008; Flores, 2010).

O processo no qual se trabalha o desenvolvimento da aprendizagem tem sido largamente estudado por diferentes campos de estudo. Dentro das mais variadas concepções a respeito da aprendizagem, alguns modelos sugerem a existência ou formas distintas de aprender entre os indivíduos. É possível destacar três tipos gerais de aprendizagem: a *cognitiva*, que resulta da experiência do indivíduo quanto sujeito da aprendizagem; a *afetiva*, que resulta de sentimentos e sinais físicos tais como dor, satisfação, alegria e etc; e a *psicomotora* é ligada ao desenvolvimento físico muscular (Moreira, 1999).

Apesar da grande influência que o contexto em que indivíduo está inserido tem na aquisição de conhecimentos, é errôneo dizer que o sucesso ou

o fracasso do aluno são explicados apenas por suas variáveis pessoais e, dentro dessas, por variáveis associadas à sua capacidade intelectual. Não se pode fazer menção exclusiva de que a associação aprendizagem e rendimento escolar tem relação unilinear com inteligência, aprendizagem e realização acadêmica (Lemos *et al.* 2008).

1.1 Estilos de aprendizagem

Os estilos de aprendizagem são descritos como um modo particular do sujeito aprendiz adquirir conhecimento (Lopes, 2002; Sobral, 1992), onde essas formas são influenciadas pela experiência (contexto em que o indivíduo cresceu) ou através dos anos de estudo. Lopes (2002) descreve os estilos de aprendizagem como sendo

[...] a maneira particularmente estável com que o aprendiz organiza e controla estratégias de aprendizagem na construção do conhecimento. Portanto, a ideia de que os indivíduos têm diferentes maneiras de perceber e de processar a informação, irá implicar diretamente em diferenças nos processos de aprendizagem, e que podem modificar-se ao longo do tempo no mesmo indivíduo. Inclusive a maioria das pessoas pode ter preferências diferentes de acordo com as circunstâncias. (Lopes, 2002)

Com os anos surgiram vários modelos de estilos de aprendizagem, alguns ligados ao processo de aprendizagem e outras excluíram o aspecto cognitivo. Cada modelo atende a uma necessidade e alguns complementam outro, então não se pode excluir totalmente um modelo de estilo de aprendizagem. Na Figura 1 são mostrados os modelos de aprendizagem mais conhecidos e influentes. O modelo de Aprendizagem Experiencial desenvolvido por David Kolb foi utilizado como ferramenta para concretização dos objetivos no presente trabalho.

Na Tabela 1 foi feita a descrição dos 6 modelos de estilo de aprendizagem bem conhecidos e amplamente disponíveis representados na Figura 1.

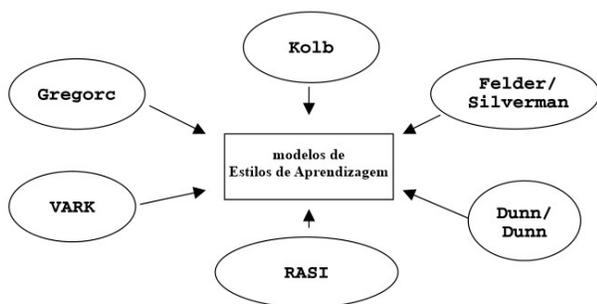


Figura 1. Teóricos dos modelos de estilos de aprendizagem mais influentes.

Fonte: Hawk; Shah, 2007 (tradução nossa).

1.2 O instrumento

Existem vários modelos consistentes e criados com o objetivo de o perfil do sujeito alvo da aprendizagem

e, através dessas informações, efetivar o processo de ensino e aprendizagem. Dentre esses modelos, o presente artigo faz uso do modelo de Aprendizagem Experiencial desenvolvida pelo psicólogo David Kolb, sendo este modelo bastante reconhecido e tomado como base para criação de novos modelos.

A teoria da aprendizagem experiencial (TAE) baseia-se no trabalho de importantes estudiosos do século 20, como Kurt Lewin, Jean Piaget, Carl Jung, Paulo Freire entre outros, que deram fundamentos a partir da ideia principal em suas teorias de aprendizagem e desenvolvimento humano para o desenvolvimento de um modelo holístico do processo de aprendizagem experiencial. A teoria é chamada de "Aprendizagem Experiencial" para dar uma importância especial ao papel que a experiência desempenha no processo de aprendizagem, uma ênfase

Tabela 1. Descrição dos modelos de estilos de aprendizagem mais influentes e disponíveis.

Referência	Característica	Instrumento	Elementos dos estilos
Kolb, 1984.	O aprendizado está relacionado com a experiência do sujeito aprendiz.	Inventário de estilos de aprendizagem	<i>Acomodador, Convergente, Assimilador, Divergente.</i>
Felder, Silverman, 1988; Dias, Sauaia, Yoshizaki, 2013.	Os pontos fortes e preferências características de como os indivíduos recebem e processam informações.	Lista de estilos de aprendizagem	<i>Apresentação; Percepção; Organização; Processamento; Compreensão.</i>
Dunn, Dunn, 1978; Denig, 2004; Reid, 1987	Relacionada ao aprendizado da criança durante as aulas.	Preferência de ambiente de aprendizagem	<i>Ambiente, Sentimentos, Necessidades Sociais, Necessidades Fisiológicas.</i>
RASI - <i>Revised Approaches to Studying Inventory</i> , (Hawk, Shah, 2007)	Relacionado como o um indivíduo interage e responde ao ambiente de aprendizagem	Pesquisar como indivíduos buscam significado no que aprendem e desfrutam da atividade de aprendizagem	<i>Aprendizagem superficial e aprendizagem estratégica</i>
VARK (Hawk, Shah, 2007)	O modelo de VARK está na categoria de preferência instrucional porque trata dos modos perceptivos. Está focado nas diferentes formas em que tomamos e distribuimos informações	Lista de estilos de aprendizagem	<i>Visual, Escuta, Ler / Escrever e sinestésico.</i>
GREGORC (Hawk, Shah, 2007)	Analisa comportamentos distintos e observáveis que fornecem pistas sobre as habilidades de mediação dos indivíduos e como suas mentes se relacionam com o mundo e, portanto, como eles aprendem.	Inventário de estilos de aprendizagem	<i>Concreto-sequencial, abstrato-sequencial, abstrato-Aleatório e Concreto-Aleatório.</i>

Fonte: Organizada pelos autores.

que distingue TAE de outras teorias de aprendizagem, como as teorias de aprendizagem cognitiva, que tendem a enfatizar a cognição sobre o afeto e teorias de aprendizagem comportamental que negam qualquer papel da experiência subjetiva no processo de aprendizagem (Kolb *et al.* 2001; Kolb, Kolb, 2005; Mainemelis, Boyatzis, Kolb, 2002).

Para David Kolb o conhecimento é gerado através da experiência e a este processo dá-se o nome de aprendizagem experiencial. Assim, a aprendizagem não se limita só ao cognitivo, mas inclui outras variáveis que compõe todo o contexto do sujeito alvo da aprendizagem. Esse processo por onde o conhecimento é gerado, é formado por um ciclo (Fig. 2) composto de quatro tipos distintos de habilidades (Tab. 2), os quais: (i) Experiência Concreta (EC); Observação reflexiva (OR); Conceitualização Abstrata (CA); Experimentação Ativa (EA) (Pimentel, 2007).

Do centro em direção às margens, as setas que cruzam entre si indicam as duas dimensões que unem ação, teoria e a prática, nas esferas coloridas estão representadas as quatro facetas do desenvolvimento e, por fim, nas margens estão indicados os quatro estilos de aprendizagem. Cada habilidade (Tab. 2) pode ser desenvolvida ou não, a depender das condições que acomodam o indivíduo, proporcionadas pelas características de cada habilidade e do ambiente de estimulação.

O contexto em que o sujeito aprendiz está inserido, sua “história”, influencia na forma de como ocorre a sua aprendizagem e, devido a isso, tendem a desenvolver mais ou menos habilidades em

cada um desses eixos. A partir dessas informações, é possível identificar seu estilo de aprendizagem. Baseados nos postulados proposto por David Kolb, foram definidos 4 estilos de aprendizagem, os quais:

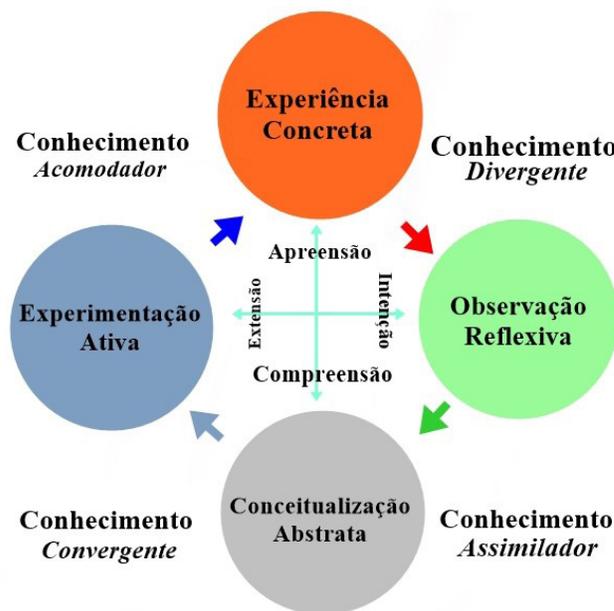


Figura 2. Esquema do ciclo da TAE.

Fonte: Pimentel, 2007 (adaptado).

Divergente. No estilo de aprendizagem divergente, as habilidades que dominam são a *Experiência Concreta* (EC) e *Observação Reflexiva* (OR). As pessoas com esse estilo são boas observadoras, pois elas têm mais facilidade para visualizar situações de diferentes pontos. É dado esse nome ao estilo porque uma pessoa adepta desse estilo atua melhor em situações que exigem a produção de ideias, como uma

Tabela 2. Características que acomodam cada habilidade.

Experiência Concreta	Observação reflexiva	Conceitualização Abstrata	Experimentação ativa
Analogias	Perguntas para reflexão	Exemplos	Analogias
Conjunto de problemas	Debate	Analogias	Laboratórios
Leituras	Jornal pessoal	Leitura de textos	Estudo de caso
Filmes	<i>Diário de Bordo</i>	Projetos	Dever de casa
Simulações		Modelos	Projetos
Laboratórios			Pesquisa de campo
Observações			
Pesquisa de campo			

Fonte: Hawk y Shah, 2007 (tradução nossa).

sessão de *brainstorming* (tempestade de ideias). As pessoas com um estilo de aprendizagem divergente têm amplos interesses culturais e gostam de coletar informações (Cerqueira, 2000; Kolb et al. 2001).

Assimilador. *Conceitualização Abstrata* (CA) e a *Observação Reflexiva* (OR) são as habilidades que predominam nesse estilo. Os sujeitos que possuem esse estilo de aprendizagem como característica, tendem a se preocupar menos com o uso prático das coisas, essas pessoas têm facilidade em entender várias informações e organiza-las de forma concisa e lógica. O estilo de aprendizagem assimilador é importante para a eficácia nas carreiras de informação e ciência. (Cerqueira, 2000; Kolb et al. 2001).

Convergente. Nesse estilo de aprendizagem as habilidades que dominam são a *Conceitualização Abstrata* (CA) e a *Experimentação Ativa* (EA). Os indivíduos que possuem esse estilo têm facilidade em encontrar uso prático para ideias, isto é, os adeptos desse estilo de aprendizagem se preocupam menos com a teoria. Os indivíduos que possuem essa característica preferem lidar com tarefas e problemas técnicos e que exigem menos teorização. (Cerqueira, 2000; Kolb et al. 2001).

Acomodador. As habilidades de aprendizado que se destacam neste estilo de aprendizagem são *Experiência Concreta* (EC) e *Experimentação Ativa* (EA). Os indivíduos que possuem esse estilo tem maior desenvolvimento em atividades que envolvem a prática. Além disso, a sua tendência é agir de acordo com os sentimentos "instinto" e não com a análise lógica. Ao resolver problemas, esses sujeitos da aprendizagem dependem mais de instrutores/professores para obter informações do que da sua própria análise técnica. (Cerqueira, 2000; Kolb et al. 2001).

2. Contexto e metodologia

Fundamentamos esta pesquisa nos pressupostos propostos por Bogdan e Biklen (1994) no que diz respeito à pesquisa qualitativa. Neste tipo de pesquisa, a coleta dos dados pode ser feita através de documentos e entrevistas cuja análise deve procurar

se aproximar ao máximo do seu original. Nesse artigo, tratamos de investigar fenômenos educacionais no contexto natural em que ocorre, em particular, a forma de o professor ensinar ciências e matemática.

Os alvos da pesquisa foram 105 alunos do terceiro ano do ensino médio e professores do ensino básico, todos da cidade do Recife, Pernambuco-Brasil. Os alunos entrevistados estão na faixa etária de 16 até 20 anos.

Foram entrevistados professores de física, química, biologia e matemática perfazendo um total de 9 docentes pesquisados.

Dividimos esta etapa da pesquisa em duas partes: *Procedimento de arrecadação de informações dos alunos e tratamento dos dados* e *Procedimento de arrecadação de informações dos professores*.

2.1 Procedimento da coleta de dados dos alunos e análise

a. Procedimento da coleta de dados

Para os alunos, o instrumento utilizado para coleta de dados foi um questionário denominado inventário de Kolb (Tab. 3), com questões fechadas, nas quais são abordadas preferências no processo de aprendizagem. O aluno deve atribuir valores que podem variar de 1 à 4, onde esse valores representam o seu grau de identificação com a respectiva afirmação. De acordo com esses parâmetros, o número 4 representa o valor máximo de identificação que pode ser atribuído a afirmação pelo aluno pesquisado.

b. Tratamento dos dados

Através da soma das pontuações atribuídas são obtidos 4 valores (Tab. 4) que, a partir desses valores, são definidos o grau de desenvolvimento do aluno em cada uma das habilidades: EC, OR, CA e EA. Assim, após o preenchimento do inventário de estilos de aprendizagem, a fim de se obter o estilo de aprendizagem predominante, os dados adquiridos são transcritos para o modelo descrito a seguir, no final é dado o valor para as habilidades.

Tabela 3. Inventário de Estilos de Aprendizagem de David Kolb descrito por Cerqueira (2000).

	1	2	3	4
a.Enquanto aprendo	<i>Gosto de lidar com meus sentimentos.</i>	<i>Gosto de pensar sobre ideias.</i>	<i>Gosto de estar fazendo as coisas.</i>	<i>Gosto de observar e escutar.</i>
b.Aprendo melhor quando	<i>Ouçó e observo com atenção.</i>	<i>Me apoio em pensamento lógico.</i>	<i>Confio em meus palpites e impressões.</i>	<i>Trabalho com afinco para executar a tarefa.</i>
c.Quando estou aprendendo	<i>Tendo a buscar as explicações para as coisas.</i>	<i>Sou responsável a cerca das coisas.</i>	<i>Fico quieto e concentrado.</i>	<i>Tenho sentimentos e reações fortes.</i>
d.Aprendo	<i>Sentindo</i>	<i>Fazendo</i>	<i>Observando</i>	<i>Pensando</i>
e.Enquanto aprendo	<i>Me abro a novas experiências.</i>	<i>Examino todos os ângulos da questão.</i>	<i>Gosto de analisar as coisas.</i>	<i>Gosto de testar as coisas.</i>
f.Enquanto estou aprendendo	<i>Sou uma pessoa observadora.</i>	<i>Sou uma pessoa ativa.</i>	<i>Sou uma pessoa intuitiva.</i>	<i>Sou uma pessoa lógica.</i>
g.Aprendo melhor através de	<i>Observação.</i>	<i>Interação com as pessoas.</i>	<i>Teorias racionais.</i>	<i>Oportunidades para experimentar e praticar.</i>
h.Enquanto aprendo	<i>Gosto de ver os resultados de meu trabalho.</i>	<i>Gosto de ideias e teorias.</i>	<i>Penso antes de agir.</i>	<i>Sinto-me pessoalmente envolvido no assunto.</i>
i.Aprendo melhor quando	<i>Me apoio em minhas observações.</i>	<i>Me apoio em minhas impressões.</i>	<i>Posso experimentar coisas por mim mesmo.</i>	<i>Me apoio em minhas ideias.</i>
j.Quando estou aprendendo	<i>Sou uma pessoa compenetrada.</i>	<i>Sou uma pessoa flexível.</i>	<i>Sou uma pessoa responsável.</i>	<i>Sou uma pessoa racional.</i>
k.Enquanto aprendo	<i>Me envolvo todo.</i>	<i>Gosto de observar.</i>	<i>Avalio as coisas.</i>	<i>Gosto de estar ativo.</i>
l.Aprendo melhor quando	<i>Analiso as ideias.</i>	<i>Sou receptivo e de mente aberta.</i>	<i>Sou cuidadoso.</i>	<i>Sou prático.</i>

Fonte: Cerqueira, 2000.

Tabela 4. Modelo de cálculo utilizado para a obtenção das habilidades.

$$\begin{aligned}
 a1+b3+c4+d1+e1+f3+g2+h4+i2+j2+k1+l2 &= \text{EC total} \\
 a4+b1+c3+d3+e2+f1+g1+h3+i1+j1+k2+l3 &= \text{OR total} \\
 a2+b2+c1+d4+e3+f4+g3+h2+i4+j4+k3+l1 &= \text{CA total} \\
 a3+b4+c2+d2+e4+f2+g4+h1+i3+j3+k4+l4 &= \text{EA total}
 \end{aligned}$$

Fonte: Cerqueira, 2000.

Por conseguinte, são subtraídos os resultados das habilidades dois a dois (OR-CA), (CA-EA), (EC-OR) e (EA-EC). Assim, é identificada a aprendizagem que predomina no sujeito, que define o seu estilo. Por serem duas incógnitas variáveis, é possível colocar esses valores no plano cartesiano (Fig. 3) e identificar o estilo de aprendizagem que predomina no sujeito aprendiz através do quadrante onde existir o ponto de interseção das retas.

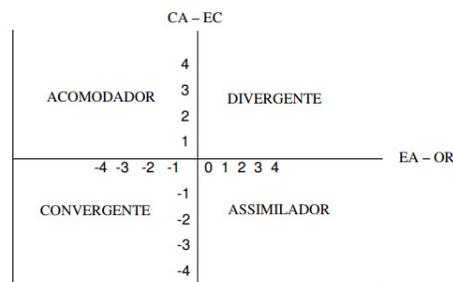


Figura 3. Plano cartesiano de Kolb.

Fonte: Filho et al, 2008.

2.2 Procedimento da coleta de informações dos professores

A princípio foi aplicado um questionário de múltipla escolha e foram debatidas questões sobre o que os professores pesquisados entendem sobre as diferenças individuais na forma de aprender e a importância do conhecimento do perfil dos alunos para o ensino de ciências e matemática.

Devido à carga horária extensa desses profissionais da educação, a entrevista teve que ser bem direcionada para não atrapalhar o exercício da sua profissão. Mas, apesar disso, não diminuiu a importância deste trabalho para o ensino de ciências e matemática no ensino básico.

Após a coleta dos dados dos alunos pesquisados, estes foram colocados de frente às preferências didáticas dos professores pesquisados a fim de levantar discussões sobre a presença ou ausência de reciprocidade entre modos de aprender e modos de ensinar.

O questionário e a entrevista (Anexo 2) foram registrados em papel. Os resultados serão abordados na forma de análise e discussão das respostas obtidas através do questionário e da entrevista feita aos professores.

a. Informantes

3. Resultados e Discussão

No ensino das ciências e matemática, no geral, é possível observar a necessidade de uma abordagem metodológica diferenciada, um plano de ação que procure ir além dos conteúdos teóricos limitados ao quadro branco e listas de exercícios. A maioria das escolas em que os professores atuam não possui laboratório de ciências em funcionamento, Benite, Benite (2009), Berezuk, Inada (2010) e Chagas, Martins (2009) mostraram que essa situação é comumente encontrada nas escolas brasileiras. Diante disso, como é possível intervir no ensino de ciências e matemática diante da deficiência estrutural de algumas escolas? O ensino dessas disciplinas não se limita a experimentos, como também não pode ser limitado às abstrações. Uma das maneiras de selecionar intervenções mais efetivas no ensino da física é voltar ao início do processo de aprendizagem e buscar em teóricos como Piaget, Ausubel, Vygotsky e teóricos mais recentes o entendimento de como ocorre a própria aprendizagem. Nessa ótica foi perguntado aos professores o que eles entendem sobre as diferenças individuais dos alunos no processo de aprendizagem, na forma de aprender.

Tabela 5. Professores pesquisados e suas respectivas informações.

Nome	Graduação	IES	Formação Continuada	Área de Atuação
(PM1)	Licenciatura em Matemática	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Não possui	Ensino básico
(PF1)	Licenciatura em Física e Engenharia Civil	Universidade Federal de Pernambuco	Não possui	Ensino básico
(PF2)	Licenciatura em Física	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Mestrado	Ensino básico e superior
(PF3)	Licenciatura em Física	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Não possui	Ensino básico
(PB1)	Licenciatura em Ciências Biológicas	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Mestrado	Ensino básico
(PB2)	Licenciatura em Ciências Biológicas	Universidade Católica de Pernambuco	Não possui	Ensino básico
(PB3)	Licenciatura em Ciências Biológicas	Universidade Católica de Pernambuco	Doutorado	Ensino básico
(PQ1)	Licenciatura em Química	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Mestrado	Ensino superior
(PQ2)	Licenciatura em Química	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Mestrado	Ensino básico

Fonte: autor.

PM = Professor de Matemática; PF = Professor de Física; PB = Professor de Biologia; PQ = Professor de Química; IES = Instituição de Ensino Superior.

As respostas foram as seguintes:

“De maneira geral posso dizer que cada aluno tem seu tempo de aprendizado de acordo com sua habilidade. Ou seja, uns podem se desenvolver mais rapidamente em certo conteúdo, já outros podem nem chegar a “aprender”. Esses últimos são os que correm da física, por exemplo” (PM1).

“As pessoas diferem umas das outras, uns mais visíveis e outros menos. Contudo, cada um de nós é um ser único” (PF1).

“Cada pessoa tem predisposições individuais na forma de aprender tanto por suas características genéticas e culturais que se refletirão nas formas de aprender de cada estudante.” (PF2).

“Cada um tem seu próprio ritmo de aprendizagem.” (PF3).

“Que cada estudante possui seu tempo, seus valores, visões de mundo e sua subjetividade inerente a cada ser, por isso, a importância de uma prática diversificada e interdisciplinar para contemplar essas diferenças de aprendizagem.” (PB1).

“Cada aluno tem uma motivação particular que é característica da sua vivência dentro da escola e fora dela. Sua experiência molda sua forma de aprender.” (PB2).

“Que cada estudante processa as informações de uma forma diferente.” (PB3).

“Cada pessoa tem um tempo e uma forma de aprender” (PQ1).

“Teoricamente, ou seja, com fundamento não muito. Mas na prática sabemos e vivenciamos isto, vemos diversos estudantes com contextos, culturas, ideias, pensamentos diferentes. Tudo isso tem influencia direta com a aprendizagem deles, quero dizer que cada indivíduo tem seu tempo, sua forma de aprender. Tanto que temos aqueles que optam pelas exatas, outros pelas humanas e assim vai. O próprio educando se identifica mais com uma área ou mesmo com disciplinas, isto acaba fazendo com que seu desempenho seja melhor nessas disciplinas que em outras” (PQ2).

Está clara e bem objetiva a credibilidade que os professores de ciências e matemática dão às

existências distintas na forma de aprender. Sua opinião se choca com a ideologia sustentada pelo ensino tradicional que, segundo Dib (1994), prega que todos os alunos devem ser tratados como iguais no processo de ensino, massificando as diferenças individuais.

Quando os professores foram indagados sobre a importância da identificação dos estilos de aprendizagem para o processo de ensino-aprendizagem, suas respostas foram as seguintes:

“Sabendo os estilos de aprendizagem de cada aluno, facilita o modo de analisar a intervenção a ser aplicada” (PM1).

“É viável que o professor tenha o conhecimento de cada estilo para aplicar aquele que melhor apresentar como sendo o seu estilo e o aplicando para aquele seguimento. Pois o professor tem que conhecer o seu próprio estilo de ensino aprendizagem” (PF1).

“A identificação do estilo de aprendizagem dos estudantes permite que o professor planeje atividades adequadas à aprendizagem dos estudantes” (PF2).

“É de suma importância para facilitar o processo de aprendizagem dos indivíduos envolvidos” (PF3).

“É importante que o processo de ensino-aprendizagem seja pautado naquilo, ou seja, no estilo de aprendizagem em que acredita o facilitador (professor), pois do contrário será impraticável sua atuação profissional de forma eficaz” (PB1).

“Saber o estilo de aprender do aluno ajuda na aplicação de metodologias mais adequadas” (PB2).

“Nos permite criar novas formas de ensinar” (PB3).

“Ao identificar o estilo de aprendizagem, o professor pode se utilizar de mecanismos para favorecer o processo” (PQ1).

“Nunca estudei sobre estilos de aprendizagem, sei que existem formas diferentes de aprender, no entanto nunca me ative a isto” (PQ2).

Com exceção do professor PQ2, todos os professores entrevistados enalteceram de maneira significativa a importância da identificação das distintas

formas de aprender dos alunos. Porque, no geral, segundo a opinião dos professores, a obtenção dessas informações sobre o perfil do aluno favorece a efetividade no processo de aprendizagem, sendo algo trivial para a educação em ciências e além dela. A opinião do professor PQ2 pode ser justificada por sua formação, já que este sabia que os alunos têm diferentes formas de aprender, mas não tinha conhecimento o suficiente para saber a relevância que essas informações têm ou não para a educação.

Os professores foram indagados sobre o nível de importância dos conhecimentos que eles tinham sobre as diferenças individuais na forma de aprender e a importância dos conhecimentos dos estilos de aprendizagem para o processo de ensino e aprendizagem. Apesar da baixa nota atribuída ao conhecimento que eles já tinham sobre as diferenças individuais na forma de aprender, nota-se (Fig. 4) que todos os professores pesquisados consideraram importante a identificação dos perfis dos alunos.

É mostrado na literatura (Belo, Gonçalves, 2015) que o processo de formação do futuro professor influencia muito no seu comportamento profissional, na maioria dos casos o formando assume as características de seus formadores. A literatura mostra também que o estágio curricular tem um papel significativo na formação do futuro docente. Diante disso, foi perguntado aos professores pesquisados se as instituições em que eles fizeram sua graduação forneceram recursos para encarar a realidade das escolas públicas brasileiras (Fig. 5). Apesar da grande experiência desses professores, ainda existe um choque de realidade que se perpetua no decorrer de suas carreiras. Diante da experiência desses professores em sala de aula, foi questionado se eles consideravam os assuntos abordados no ensino médio de fácil interpretação, levando em conta a realidade do aluno.

É observado na Figura 5 que mais da metade dos professores pesquisados consideram os conteúdos

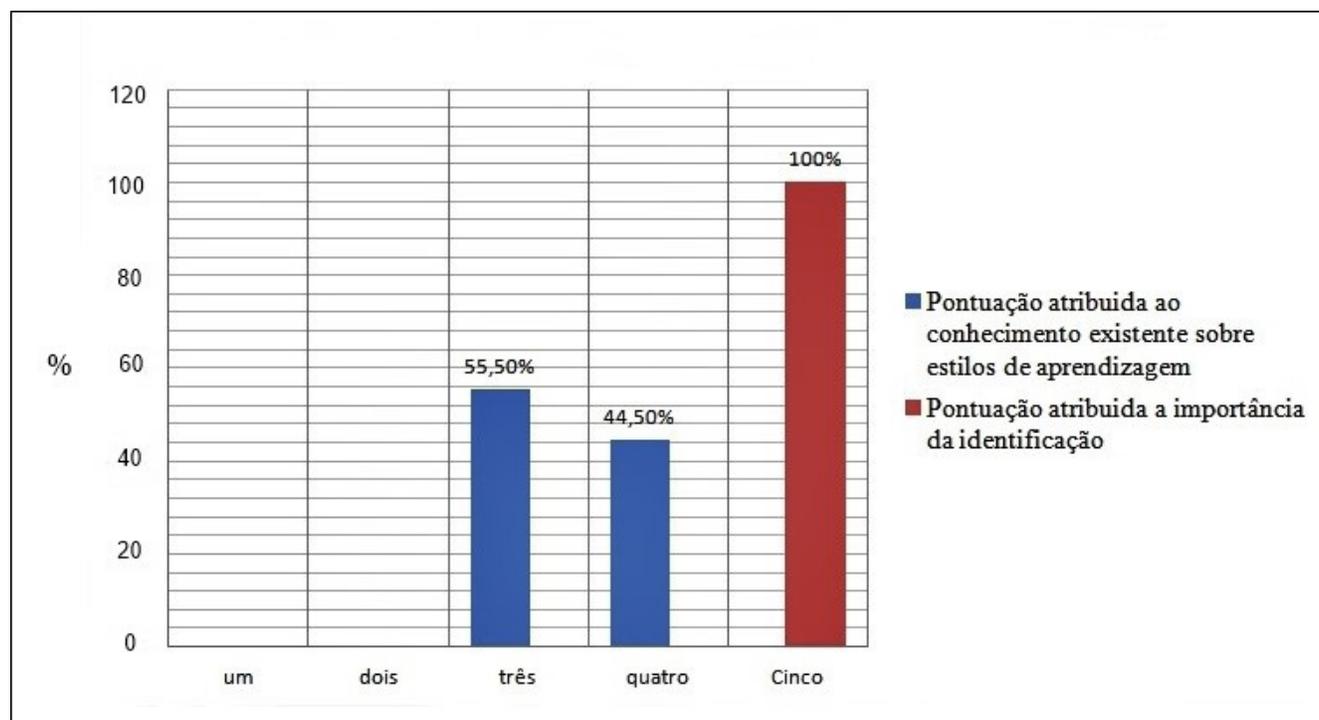


Figura 4. Pontuação dada pelos sujeitos pesquisados ao seu conhecimento prévio e a importância dessa ferramenta.

Fonte: autor.

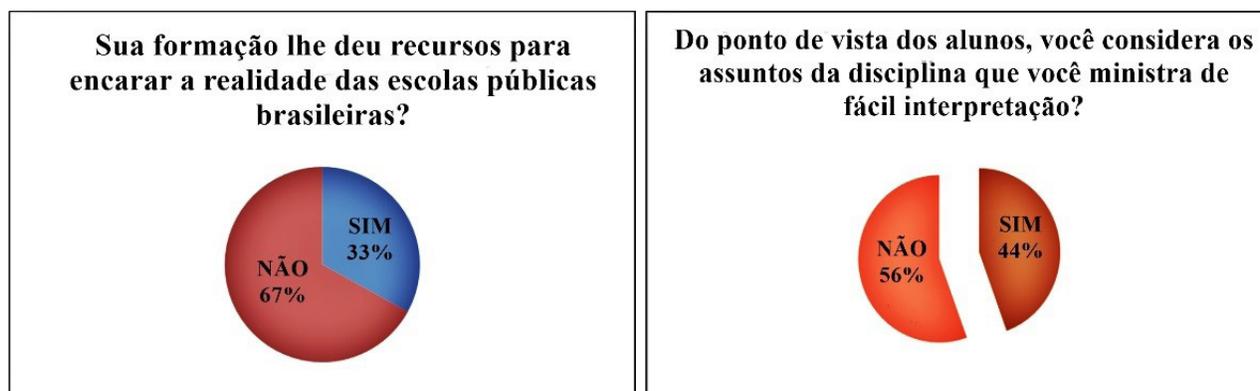


Figura 5. Indagações levantadas aos professores.

Fonte: autor.

de suas disciplinas de difícil interpretação. Neste ponto, é possível entrar com o seguinte questionamento: *como em pleno século XXI, século esse que é marcado por as mais variadas tecnologias e inovações, em que a literatura está saturada de trabalhos que abordam o mesclado entre teoria e prática/desenvolvimento experimental, os alunos ainda encontram dificuldades de compreender o conteúdo das ciências e matemática?* Segundo os trabalhos de Reid (1987); Domingues, Toschi, De Oliveira (2000); Hage (2006), e Saviani (2009), existem muitas variáveis que dificultam o processo de ensino e aprendizagem, dentre elas: (i) fatores estruturais: Recursos fornecidos pela instituição de ensino e estrutura da escola; (ii) contexto do aluno: dificuldades de anos anteriores, relações interpessoais e *tabus*; (iii) formação do professor: experiências, formação e o contexto. Essas variáveis poderiam levantar uma série de discussões, mas este não é o objetivo deste trabalho. Diante disso, foram destacados alguns relatos dos professores pesquisados.

“A Química possui muita abstração e isto dificulta bastante a aprendizagem. Além de existir fatores culturais que dificultam bastante, como por exemplo, o tabu de muitos estudantes virem dos anos anteriores (os quais nunca se depararam com a química), mas que já dizem que é uma disciplina chata, difícil, cansativa. Enfim, isso já se torna um implicativo negativo, haja vista que temos que primeiro tentar

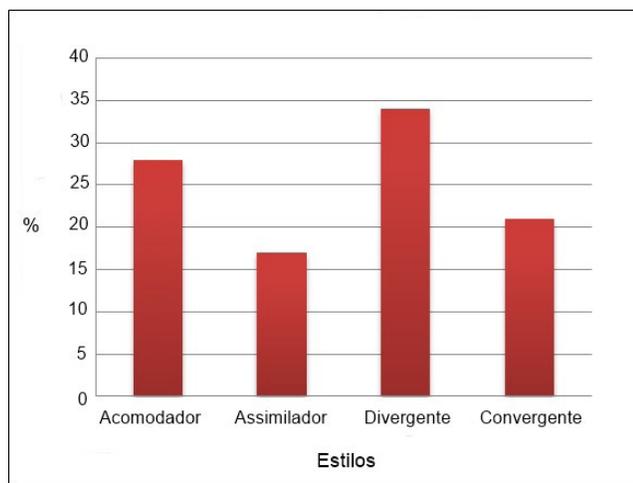
desmistificar essa ideia e depois ministrar aulas, muitas vezes bem “viajadas”. Essas coisas tornam a interpretação da Química nada fácil” (PQ2).

“Dentro da diversidade de conteúdos constantes no currículo de física para o ensino médio, encontramos conceitos de fácil interpretação pela proximidade com a realidade dos estudantes e outros que não são de interpretação simples por exigir um nível de abstração no qual eles não estão acostumados” (PF2).

Considerando os relatos dos professores de ciências e matemática entrevistados, tanto o mais geral como o contexto de formação quanto os mais específicos como conhecimento de estilos de aprendizagem, começamos a segunda parte do trabalho onde são levantados os resultados dos estilos de aprendizagem dos alunos e posto defronte à preferência dos professores.

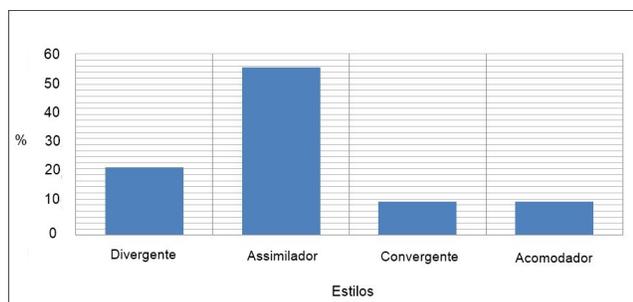
Na Figura 6 está representada a relação dos indivíduos pesquisados.

Da mesma forma que os alunos têm formas diferentes de aprender, os docentes têm formas distintas de ensinar. Essas formas são devido a sua própria história e o impacto dos seus formadores no seu contexto de formação. Assim, foi perguntado aos professores, com qual estilo de aprendizagem eles mais se identificam, sendo os resultados representados na Figura 7.



aprender dos alunos.

Fonte: autor.



visados sobre os estilos de aprendizagem descritos por David Kolb.

Fonte: autor.

É possível observar na Figura 6 que o estilo de aprendizagem Divergente foi destaque e logo em seguida o estilo Acomodador. Quando nos referimos ao estilo Divergente, que foi o destaque nesta pesquisa (Fig.6), nas aulas de ciências e matemática o aluno adepto desse estilo seria aquele que está apto a novas ideias e novas experiências (Kolb, 1984). Nas aulas, esse perfil de aluno pode se destacar por seu caráter comunicativo. No entanto, o perfil desses alunos podem variar de acordo com a recepção do professor mediante didática.

Apesar da importância destacada por parte desses professores nessa pesquisa (Fig. 4), é possível perceber que a sua formação não lhe deu recursos para utilizar as informações sobre os diferentes tipos de aprendizagem ao seu favor. Nota-se que a formação dos professores atuais está pautada na

antiga escola, isto é, a universidade tem formado professores fundamentados, na sua maioria, nas literaturas feitas para a antiga escola, que é aquela sem muitos recursos e que o aluno não tem muito acesso a informação; e quando são explorados, os trabalhos atuais forçam o estereótipo de que o ensino das ciências e a matemática se efetiva mais através da instrumentação. Por outro lado, os professores mais antigos encontram dificuldades para se estabelecer na escola atual, em que o aluno tem muito acesso a informação e que o ensino das ciências e da matemática não se limita mais a experimentos ímprobos feitos em laboratórios científicos e o formalismo matemático, porque agora o aluno se depara cada vez mais com a ciência e a matemática no seu cotidiano. E, pouco se tem feito para entender como o aluno aprende os conteúdos das ciências e matemática especificamente.

Grande parte dos professores pesquisados se identificaram (Fig. 7) com o estilo de aprendizagem Assimilador. É possível observar o impacto dessas afirmações quando colocar essa preferência defronte com as outras formas de aprender. Alguns professores alegaram que devido as condições de ensino em que o professor é submetido como, extensa carga horária em sala e pouco incentivo a pesquisa. O professor se sente confinado aos limites quadro branco e os indivíduos que possuem o estilo de aprendizagem assimilador, segundo Kolb (1984) e Cerqueira (2000), são os que mais se acentam a essa realidade por conta da sua característica lógica, abstrata e teórica. Isto é, um professor que possuir esse perfil de aluno como público, nas suas aulas de física ou biologia ou química ou matemática, não se preocuparia tanto com instrumentos para demonstrações de fenômenos. Todavia, numa turma em que existam diferentes alunos com diferentes perfis, o que é a realidade, o professor que se deter a um modo de ensinar que atenda apenas um perfil de aluno irá prejudicar todo o processo de construção do aprendizado nos demais.

O ensino de ciências e matemática deve almejar a construção de um aluno com o senso crítico de tal modo que este venha a participar e intervir na sua

realidade. Para que ocorra a construção desse aluno reflexivo e idealizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 2002), é necessário, antes de tudo, que este compreenda o conteúdo das ciências e matemática abordado. Essa compreensão se efetiva quando o professor passa a estudar e entender o como funciona o aluno.

Diante da difícil compreensão de alguns conteúdos das ciências e da matemática (Fig. 5) e, a divergência entre as preferências de estilos de aprendizagem destacados pelos professores pesquisados (Fig. 7) e os estilos de aprendizagem dos alunos (Fig. 6), foi perguntado aos professores pesquisados o que pretendem fazer, no que diz respeito ao ensino de ciências e matemática, considerando agora que cada aluno tem uma forma particular de aprender, considerando seus pontos fortes e/ou fracos na parte prática ou teórica.

“Pretendo mostrar de uma forma mais ampla os conteúdos e a um nível de compreensão que todos entendam. E, sempre que possível consolidar teoria e prática” (PM1).

“Iria utilizar o conhecimento empírico do aluno e o contexto em que ele está inserido na sociedade e trabalhar os conteúdos em cima disso. Sabendo os estilos de aprendizagem de cada aluno, facilita o modo de analisar a intervenção a ser aplicada” (PF1).

“Busco desenvolver uma diversidade de atividades complementares que atendam as diversas formas de aprendizagem” (PF2).

“É muito difícil encontrar o ponto ideal para que todos aprendam. Mas uma solução é fazer com que todos os alunos trabalhem em grupos para que possam trocar experiências” (PF3).

“De uma forma diversa, dialógica, flexível e interdisciplinar” (PB1).

“Tornar as aulas mais dinâmicas e fazer mais analogias com o que o aluno vivencia fora dos limites da escola” (PB2).

“Continuar com a metodologia que utilizava antes, que privilegia os diferentes perfis” (PB3).

“Utilizando-me da combinação de recursos disponíveis através de seminários, pesquisas, trabalhos

em equipe e trabalhos individuais” (PQ1).

“As aulas são ministradas de igual modo a todos, a diferença está no instante em que algum (uns) estudante (s) se coloca (m) alegando não ter (em) entendido, neste momento buscamos artifícios (e aí isso vai variar bastante, visto que depende do conteúdo que estará sendo ministrado, do estudante, da sala) e tentamos minimizar as dúvidas trazendo o conteúdo o mais próximo daquilo que o discente conhece” (PQ2).

Uma das preocupações no processo de ensino é como lidar com os diferentes perfis de alunos. Existem vários parâmetros que são usados para verificar as características de cada aluno, neste trabalho são utilizados os parâmetros fornecidos por David Kolb.

Para que haja efetividade no processo ensino-aprendizagem das ciências e da matemática o professor deve buscar uma didática que universalise o saber ensinar. Deste modo surgirá harmonia nas relações ensino-aprendizagem e, ao invés de serem analisados impactos, serão analisadas as contribuições dessas boas relações para o ensino das ciências e da matemática.

É possível observar uma variedade de respostas para intervir nessa “nova escola”, onde agora são reconhecidas e compreendidas as diferentes formas de aprender dos alunos. Baseado nos perfis de estilos de aprendizagem descritos por David Kolb, no conceito de contrato didático proposto por Brousseau (1986) e em trabalhos como o de Guimarães, Giordan (2011) onde são discutidos os elementos principais na construção de uma sequência didática, destacamos pontos precisos na elaboração de um roteiro de aula que contemple os diferentes perfis de alunos.

1. Uma fundamentação teórica que torne o aluno capaz de associar o que ele aprende na escola com o que vivencia no cotidiano e, além disso, que forneça ao aluno parâmetros para encarar de forma crítica a sua realidade e intervir nela de forma consciente.
2. Atividade de observação do fenômeno estudado através de experimentos concretos, simulações

- computacionais ou aula de campo, e, junto a isso, reflexão sobre o que está sendo observado.
3. Resolução de exercícios que envolvem o tema estudado e discussão dos mesmos a fim de corroborar a aprendizagem significativa.
 4. Compreensão dos saberes anteriores do aluno para avaliar de forma justa seu ganho durante o processo de aprendizagem.

É possível observar que o que mais se aproxima de uma didática que contemple todas as formas de aprender é um roteiro de aula que promova interação universal entre os saberes. Nesse sentido, não se trata apenas de uma forma de organizar a aula para o ensino de ciências e de matemática, mas é, na verdade, a condução metodológica de uma série de fundamentos teóricos sobre o processo de ensino aprendizagem.

4. Conclusão e perspectivas

Apesar das dificuldades estruturais encontradas nas escolas públicas do ensino médio, observa-se um potencial de intervenção nas aulas de ciências e matemática que raramente é utilizado. Esse potencial começa a ganhar corpo quando os professores de ciências e matemática têm o conhecimento da aprendizagem experiencial, na qualidade de observador informal de uma multiplicidade de alunos que passam por sua sala, com suas diferenças e peculiaridades, cada aluno dotado de uma história que gerou seu saber até aquele momento.

O conhecimento biográfico do aluno pelos professores e pelo próprio sujeito da aprendizagem é de grande importância no aprendizado das ciências e da matemática. Visto que o professor ao saber o perfil de aprendizagem dos seus alunos teria a possibilidade de desenvolver estratégias para melhoria do processo de aprendizagem; já o aluno detentor dessas informações teria a possibilidade de desenvolver estratégias de estudos mais eficazes desenvolvendo outras habilidades.

É possível observar nos resultados dessa pesquisa que os professores entrevistados tinham em

mente que os alunos aprendem de diferentes formas, mas esse conhecimento não era algo profundo ou algo que acrescentasse na sua forma de ministrar aulas. Esse argumento se torna mais evidente quando, ao obter o conhecimento necessário sobre as diferentes formas de aprender, os professores entrevistados propõem formas de intervenções para atender aos diferentes perfis de alunos. Além disso, é possível observar também que o professor cria inconscientemente uma forma particular de ministrar os conteúdos das ciências e da matemática de acordo com os impactos sofridos na sua formação, deste modo surge uma ausência de reciprocidade entre modos de ensinar e aprender. A partir dos resultados, conclui-se que os professores pesquisados não obtiveram o conhecimento prático das diferenças individuais na forma de aprender em sua formação. Levando em nível de educação brasileira, é possível observar que essa possível falha na formação acarreta em um colapso nas relações de ensino e aprendizagem de ciências e matemática que, por sua vez, ajuda a alimentar o estereótipo de matéria “chata” e de difícil compreensão.

Nota-se também que a estrutura escolar e o contexto em que o professor se encontra tem muita influência sobre suas ações. O professor depende dos recursos fornecidos pela instituição de ensino, depende do estado e do programa e incentivo que recebe e, além disso, da sua formação. Então, é errôneo dizer que toda a responsabilidade de analisar e de intervir é do professor, já que este não é o protagonista e, sim, parte de um todo.

Na ótica dos estilos de aprendizagem, a grande informação que esse instrumento pode produzir deveria ser aplicada no início da vida escolar. Se incorporada às escolas como ferramenta orientadora da prática pedagógica, como consequência existiriam intervenções mais efetivas e, consequentemente, seriam gerados resultados a respeito da aplicabilidade de metodologias mais adaptadas para determinada situação.

Os resultados da presente pesquisa podem levantar mais questões que respostas. A maior parte dos

alunos entrevistados foi identificada com o estilo de aprendizagem Divergente. Como um professor de física iria promover um aluno com esse perfil dentro de um assunto estritamente teórico? Ou então, qual o roteiro mais adequado para uma multiplicidade de alunos? Existe uma necessidade de uma maior fundamentação teórica para dar conta dessas questões, o que não foi objetivo deste trabalho, sendo discussões que podem ser abordadas em trabalhos futuros.

5. Referências Bibliográficas

- BELO, E. do S.V.; GONÇALVES, T. A formação de professor de matemática pela ótica dos docentes formadores. In: GONÇALVES, T.V.O.; MACÊDO, F.C. da S.; SOUZA, F.L. **Educação em ciências e matemáticas: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores**. Editora Penso. Porto Alegre: Brasil, 2015. pp. 113-127.
- BENITE, A.M.C.; BENITE, C.R.M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, Espanha, v. 48, n. 2, pp. 1-10, 2009.
- BEREZUK, P.A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, PR, v. 32, n. 2, pp. 207-215, 2010. DOI: 10.4025/actascihumansoc.v32i2.6895
- BOGDAN, R.C; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Editora Porto. Porto: Portugal, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio**. Brasília, 2002.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna?. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 10, n. 3, pp. 387-404, 2005.
- BROUSSEAU, G. *Foundaments et Méthods de la Didactique des Mathématiques*. **Researches en Didactique des mathématiques**, Amiens, França, v. 7, n. 2, pp. 33-115, 1986.
- CHAGAS, S.M.A.; MARTINS, I. O laboratório didático nos discursos de professores de física: Heterogeneidade e intertextualidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 26, n. 3, p. 625-649, 2009.
- CERQUEIRA, T.C.S. *Estilos de aprendizagem em universitários*. 179 páginas. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2000. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253390> > Visitado em: 08, dez., 2017.
- CUSTÓDIO, J.F.; CLEMENT, L.; FERREIRA, G.K. Crenças de professores de física do ensino médio sobre atividades didáticas de resolução de problemas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, Espanha, v. 11, n. 1, pp. 225-252, 2012.
- DENIG, S.J. Multiple intelligences and learning styles: Two complementary dimensions. **Teachers College Record**, Nova York, EUA, v. 106, n. 1, pp. 96-111, 2004.
- DIAS, G.P.P.; SAUAIA, A.C.A.; YOSHIZAKI, H.T.Y. Estilos de aprendizagem Felder-Silverman e o aprendizado com jogos de empresa. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, Bela Vista, SP, v. 53, n. 5, 2013.
- DIB, C.Z. Estrategias no formales para la innovación en educación: concepto, importancia y esquemas de implementación. In: **International Conference Science And Mathematics Education For The 21st. Century: Towards Innovatory Approaches, 1994, Concepción, Chile. Proceedings: Universidad de Concepcion**. 1994. pp. 608-616.
- DOMINGUES, J.J.; TOSCHI, N.S.; DE OLIVEIRA, J.F. A reforma do ensino médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 21, n. 70, pp. 63-79, 2000.
- DUNN, R; DUNN, K. **Teaching students through their individual learning styles**. Reston Publishing, Virginia: Estados Unidos, 1978.

- FARIA, L. Teorias implícitas da inteligência: estudos no contexto escolar português. **Paidéia**, Ribeirão Preto, SP, v. 12, n. 23, pp. 93-103, 2002.
- FELDER, R.M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. **Engineering Education**, Medford, EUA, v. 78, n. 7, pp. 674-681, 1988.
- FILHO, G.A. *et al.* Estilos de aprendizagem x desempenho acadêmico – uma aplicação do teste de Kolb em acadêmicos no curso de ciências contábeis. In: CONGRESSO USP DE CONTABILIDADE E CONTABILIDADE. Volume 8, pp. 1-15. São Paulo – SP. Anais USP 2008. Meio de divulgação digital. 2008.
- FLORES, M.A. Algumas reflexões em torno da formação inicial de professores. **Educação**, Porto Alegre, RS, v. 33, n. 3, pp. 182-187, 2010.
- FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências?. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 2, pp. 109-123, 2003.
- GUIMARÃES, Y.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. **VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas, 2011.
- HAGE, S.M. A realidade das escolas multisseriadas frente às conquistas na legislação educacional. **Anais da 29ª Reunião Anual da ANPED: Educação, Cultura e Conhecimento na Contemporaneidade: desafios e compromissos manifestos**. Caxambu: ANPED. CD ROM, 2006. Disponível em: < <http://29reuniao.anped.org.br/trabalhos/posteres/GT13-2031--Int.pdf> > Visitado em: 20, abril, 2018.
- HAWK, T.F.; SHAH, A.J. Using learning style instruments to enhance student learning. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, Manila, Filipinas, v. 5, n. 1, pp. 1-19, 2007. DOI: 10.1111/j.1540-4609.2007.00125.x
- KOLB, D.A. **Experiential learning: Experience as the source of learning and development**. Prentice-Hall. New Jersey: Estados Unidos, 1984.
- KOLB, D.A. *et al.* Experiential learning theory: Previous research and new directions. In: STERNBERG, J.R.; ZHANG, L.-F., **Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles**. v. 1, n. 8, Routledge Taylor & Francis Group. Nova York: Estados Unidos, 2001. pp. 227-247.
- KOLB, A.Y.; KOLB, D.A. Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. **Academy of Management Learning & Education**, Nova York, EUA, v. 4, n. 2, pp. 193-212, 2005. DOI: 10.5465/AMLE.2005.17268566
- LEMOS, Gina *et al.* Inteligência e rendimento escolar: análise da sua relação ao longo da escolaridade. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, Portugal, v. 21, n. 1, pp. 83-99, 2008.
- LIRA, B. **O professor Sociointeracionista e a Inclusão Escolar**. 2. ed. Editora Paulinas. São Paulo: Brasil, 2010. pp.11-12.
- LOPES, W.M.G. ILS-inventário de estilos de aprendizagem de Felder-Saloman: investigação de sua validade em estudantes universitários de belo horizonte. 108 páginas. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, mestrado em engenharia de produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82278>. Visitado em: 07, out., 2017.
- MAINEMELIS, C.; BOYATZIS, R.E.; KOLB, D.A. Learning styles and adaptive flexibility: Testing experiential learning theory. **Management Learning**, Thousand Oaks, EUA, v. 33, n. 1, pp. 5-33, 2002.
- MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. Editora Pedagógica e Universitária. São Paulo: Brasil, 1999. pp. 139-149.
- MORETTO, V.P. **Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. ed. 9. Editora Lamparina. Rio de Janeiro: Brasil, 2010. pp. 49-72.
- NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. ed. 2. Editora Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda. São Paulo: Brasil, 2005.
- PIMENTEL, A. A teoria da aprendizagem experiential como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional. **Estudos de Psicologia**, Natal, RN, v. 12, n. 2, pp. 159-186. 2007.

- REID, J.M. The learning style preferences of ESL students. **TESOL Quarterly**, v. 21, n. 1, pp. 87-111, 1987. DOI: 10.2307/3586356
- SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 14, n. 40, pp. 143-155, 2009.
- SILVA, F.H.S. Modelagem matemática na escola. In: GONÇALVES, T. V. O; MACÊDO, F. C; SOUZA, L. F. **Educação em ciências e matemáticas: Debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores**. Editora Penso. Porto Alegre: Brasil, 2015. pp. 45-54.
- SOBRAL, D.T. Inventário de estilos de aprendizagem de Kolb: Características e relação com resultados de avaliação no ensino pré-clínico. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, DF, v. 8, n. 3, pp. 293-303, 1992.
- TREVELIN, A.T.C. Estilos de aprendizagem de Kolb: Estratégias para a melhoria do ensino-aprendizagem. **Journal of Learning Styles**, Madrid, Espanha, v. 4, n. 7, pp. 217-230, 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Carimbo da instituição pública de ensino básico e da gestora autorizando a aplicação do inventário de Estilos de Aprendizagem de David Kolb.

Escola:	
Aluno:	
Idade:	Sexo – Masculino () Feminino ()
Curso pretendido:	

Preencha de 1 a 4 de acordo com seu grau de identificação com a afirmação. Onde o 4 é o valor máximo.

1 Enquanto aprendo:	Gosto de lidar com meus sentimentos.	Gosto de pensar sobre ideias.	Gosto de esta fazendo as coisas.	Gosto de observar e escutar.
2. Aprendo melhor quando:	Ouçõ e observo com atenção.	Me apoio em pensamento lógico.	Confio em meus palpites e impressões.	Trabalho com afinco para executar a tarefa.
3 Quando estou aprendendo:	Tendo a buscar as explicações para as coisas.	Sou responsável acerca das coisas.	Fico quieto e concentrado.	Tenho sentimentos e reações fortes.
4. Aprendo:	Sentindo	Fazendo	Observando	Pensando
5 Enquanto aprendo:	Me abro a novas experiências.	Examino todos os ângulos da questão.	Gosto de analisar as coisas, desdobrá-las em suas partes.	Gosto de testar as coisas.
6. Enquanto estou aprendendo:	Sou uma pessoa observadora.	Sou uma pessoa ativa.	Sou uma pessoa intuitiva.	Sou uma pessoa lógica.
7. Aprendo melhor através de:	Observação.	Interação com as pessoas.	Teorias racionais.	Oportunidades para experimentar e praticar.
8 Enquanto aprendo:	Gosto de ver os resultados de meu trabalho.	Gosto de ideias e teorias.	Penso antes de agir.	Sinto-me pessoalmente envolvido no assunto.
9. Aprendo melhor quando:	Me apoio em minhas observações.	Me apoio em minhas impressões.	Posso experimentar coisas por mim mesmo.	Me apoio em minhas ideias.
10 Quando estou aprendendo:	Sou uma pessoa compenetrada.	Sou uma pessoa flexível.	Sou uma pessoa responsável.	Sou uma pessoa racional.
11. Enquanto aprendo:	Me envolvo todo.	Gosto de observar.	Avalio as coisas.	Gosto de estar ativo.
12. Aprendo melhor quando:	Analiso as ideias.	Sou receptivo e de mente aberta.	Sou cuidadoso.	Sou prático.

Declaro para os devidos fins que o questionário descrito acima pode ser aplicado na instituição pública de ensino básico

FE-572-071/0795-41
Insc. Estadual 000.041

Escola Gov. Barbosa Lima

Rua Joaquim Nabuco, S/N
Nome e carimbo da instituição de ensino.

Recife-PE
Assinatura e carimbo do diretor/supervisor da escola.

Angélica Karla G. B. Hora
Diretora Adjunto
Matrícula: 256371-1

Scanned by CamScanner

Anexo 2: Questionário e protocolo de entrevista.

Nome Completo:

Graduação

α) Curso:

β) Instituição:

Pós-graduação

χ) Nível: () Especialização; () Mestrado; () Doutorado.

δ) Instituição:

ε) Área de atuação: () Ensino básico; () Ensino técnico; () Ensino Superior.

φ) Sua formação lhe deu recursos para encarar a realidade das escolas públicas brasileiras?

Sim ()

Não ()

γ) A escola que você atua tem laboratório de ciências em funcionamento?

Sim ()

Não ()

η) Na abordagem de conteúdos que exigem uma abstração significativa como você lida com alunos que tem dificuldades de entender essas teorias por não ser algo “palpável”?

() Não faço nada, só exponho o conteúdo de maneira igual para todos.

() Atribuo notas as participações desses alunos em sala de aula, assim eles não se prejudicarão na hora da prova avaliativa.

() Passo seminários e atividades para casa, assim esse tipo de aluno entende melhor e não se prejudica na hora da avaliação.

Outro:

ι) O que você entende sobre as diferenças individuais na forma de aprender?

φ) Atribua uma nota ao nível de informação que você tem a respeito desse tema.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5 (nota máxima).

κ) Em sua opinião qual é a importância da identificação dos estilos de aprendizagem no processo ensino-aprendizagem?

λ) Atribua uma nota a importância da identificação do estilo de aprender do aluno para o processo ensino-aprendizagem.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5 (nota máxima).

μ) Dentre os estilos de aprendizagem descritos por David Kolb qual você se identifica mais? Por quê?

ν) Tendo em mente que cada aluno aprende de uma forma particular devido ao seu contexto, como você pretende lidar com isso no ensino da sua disciplina?

ο) Você correlaciona o conteúdo visto em sala de aula com o que o aluno vivencia no cotidiano? Se sim, em que momento você sente a necessidade de fazer essa relação?

π) Tendo em mente que os alunos aprendem de diferentes formas como você lida com alunos que têm dificuldades com aulas teóricas e maior desenvolvimento em aulas experimentais?

θ) Do ponto de vista dos alunos, você considera os assuntos da disciplina que você ministra de fácil interpretação? Por quê?



ANÁLISE DO CONHECIMENTO SOBRE ESTRATÉGIAS DE ENSINO DE FUTUROS PROFESSORES DE QUÍMICA: VIVÊNCIA COMO ALUNO E REFLEXÃO COMO PROFESSOR

ANALYSIS OF TRAINING CHEMISTRY TEACHER'S KNOWLEDGE ABOUT TEACHING STRATEGIES: THE EXPERIENCE AS A STUDENT AND REFLECTION AS TEACHER

ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO SOBRE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE FUTUROS PROFESORES DE QUÍMICA: VIVENCIA COMO ALUMNO Y REFLEXIÓN COMO PROFESOR

Gildo Giroto Júnior^{*}, Marcela Aparecida de Paula^{}, Deborah Rean Carreiro Matazo^{***}**

Cómo citar este artículo: Giroto Júnior, G., De Paula, M. A. y 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), 35-50. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13123>

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo analisar, a partir de uma metodologia pautada na vivência e no processo reflexivo na formação inicial de professores de química, o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais sob a ótica do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). A partir de uma prática formativa, com foco na vivência de uma estratégia de ensino por futuros professores, procuramos investigar o desenvolvimento de conhecimentos a respeito da estratégia de ensino "júri simulado", buscando uma situação de ensino / formação na qual os licenciados participassem e refletissem sobre a proposta. Os dados foram coletados a partir de um instrumento denominado SCoRe, desenvolvido com base em outros instrumentos utilizados em pesquisas sobre o reconhecimento de saberes profissionais e através de entrevistas semiestruturadas. Os dados coletados foram analisados através da análise textual discursiva (ATD) e pela correlação das categorias emergentes desta com os modelos de PCK reportados na literatura. Através das descrições e representações elaboradas pelos futuros professores, foi observado a mobilização de categorias de conhecimento

Recibido: 15 de marzo de 2018; aprobado: 19 de mayo de 2018

* Licenciado em Química pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP Araraquara. Mestre e Doutor em Ensino de Ciências modalidade Química pela Universidade de São Paulo – USP. Atualmente é professor da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Campinas, SP (Brasil). Correio eletrônico: ggirotto@iqm.unicamp.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9933-100X>

** Licenciada em Química pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG (Brasil). Correio eletrônico: mpaula.quimica@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1254-1827>

*** Licenciada em Química pela Universidade de São Paulo – USP. Mestre em Ciências com ênfase em Química pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é doutoranda em Ensino de Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Campinas, SP (Brasil). Correio eletrônico: deborahmatazo@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4149-5962>

não apenas vinculadas a estratégia proposta, mas também relacionados aos limites e possibilidades frente ao contexto de sala de aula. Foi possível associar as reflexões produzidas e as categorias emergentes da ATD com aquelas destacadas no modelo de PCK, relacionando a atividade desenvolvida ao desenvolvimento da prática profissional.

Palavras chaves: formação de professores, técnica de ensino, aluno professor, ensino superior.

Abstract

This work aimed to analyze, considering a methodology based on the experience and reflection process during the initial teacher training, the development of professional knowledge having as reference the concept of Pedagogical Content Knowledge (PCK), with focus on knowledge related to teaching strategies. Starting on a contextualized training proposal, focused on the practical experience of teaching strategies, we sought to investigate the knowledge of future teachers about the simulated jury strategy, seeking a teaching situation in which the graduates lived and reflected on the proposal. Data were collected from an instrument called SCoRe, developed on other instruments used in research on the recognition of professional knowledge and through semi-structured interviews. Collected data were analyzed through the discursive textual analysis and the relationship with PCK models reported in the literature. Through the descriptions and representations elaborated by the future teachers, it was observed that they mobilized different categories of knowledge not only linked to the proposed strategy but also related to the limits and possibilities in relation to the classroom context. It was possible to associate reflections produced with knowledge categories, and with the development of professional practice.

Keywords: Teacher Training, Teaching Technique, Student Teacher, Higher Education.

Resumen

En el presente trabajo el objetivo fue analizar, a partir de una metodología pautada en la vivencia y en el proceso reflexivo en la formación inicial de profesores de química, el desarrollo de los conocimientos profesionales desde la perspectiva del *conocimiento pedagógico del contenido* (PCK). A partir de una práctica formativa, con foco en la vivencia de una estrategia de enseñanza por futuros profesores, procuramos investigar el desarrollo de conocimientos acerca de la estrategia de enseñanza *jurado simulado*, buscando una situación de enseñanza/formación en la cual los licenciados participan y reflexionan sobre la propuesta. Los datos fueron recolectados a partir de un instrumento denominado SCoRe, desarrollado con base en otros utilizados en investigaciones sobre el reconocimiento de saberes profesionales a través de entrevistas semiestructuradas. Los datos fueron analizados por medio del análisis textual discursivo (ATD) y por la

correlación de las categorías emergentes de esta con los modelos de PCK reportados en la literatura. A través de las descripciones y representaciones elaboradas por los futuros profesores, se observó la movilización de categorías de conocimiento no solo vinculadas a la estrategia propuesta, sino también relacionados a los límites y posibilidades frente al contexto de aula. Fue posible asociar las reflexiones producidas y las categorías emergentes de la ATD con algunas de aquellas destacadas en el modelo de PCK, relacionando la actividad desarrollada con la práctica profesional.

Palabras clave: formación docente, técnica docente, docente estudiante, educación superior.



Introdução

Os saberes profissionais para a atuação como professor são diversos e complexos. O desenvolvimento destes percorre diferentes caminhos, sendo notório que cada profissional possui e desenvolve conhecimentos particulares, característicos não apenas de sua formação acadêmica, mas também de sua experiência de vida, profissional, afetiva, cultural e social.

Ao nos referimos ao desenvolvimento profissional de professores, diferentes são as questões que emergem. Quais os conhecimentos necessários, como desenvolvê-los, como aprimorá-los, como o meio social e cultural influencia neste desenvolvimento, como as estratégias de ensino e formação e as novas tecnologias devem ser trabalhadas frente ao desenvolvimento destes são pontos que podem ser destacados frente a pesquisa neste campo.

Neste cenário, um dos desafios encontrados, na formação inicial de professores, está relacionado à superação da dicotomia teoria / prática, que no caso brasileiro tem herança, em grande parte, da estrutura curricular dos cursos de formação de professores pautada no modelo 3+1, onde os conhecimentos da área específica eram trabalhados nos anos iniciais e as práticas, ações e conhecimentos pedagógicos eram contemplados ao final dos cursos e, pouca ou nenhuma relação era estabelecida entre estes dois momentos da formação (Saviani, 2009).

Nesse modelo, os estágios, momento onde o futuro professor tem a oportunidade de vivenciar a prática de modo reflexivo com suporte do aparato teórico estudado, construindo conhecimentos relacionados à experiência, ficam marginalizados. Essa dissociação entre teoria e prática resultava em ações pouco efetivas para a formação e, como aponta Pimenta, Lima (2004), acabava por transformar o estágio em teoria ou prática, quando em sua essência, o mesmo deve pautar-se pela teoria e prática (Pimenta, Lima, 2004).

Diversas ações foram e vêm sendo propostas nos cursos de formação de professores de modo a possibilitar maior vivência ou estabelecer conexões mais

efetivas entre o campo de estudo dos conhecimentos de uma área específica (química, física, biologia, etc.) e os conhecimentos e práticas pedagógicas, almejando que os licenciandos tenham a possibilidade de um maior contato com as instituições de ensino previamente ao seu ingresso na profissão (Lima, Costa, Pernambuco, 2012).

Dentre as ações mencionadas, destacam-se as reestruturações nos cursos de licenciatura e a implementação de programas específicos, os quais têm sido implantados nas universidades como estratégia para o desenvolvimento profissional. No contexto brasileiro, o aumento da carga horária dos estágios, sua inserção vinculada a outras disciplinas e em momentos diferentes dos cursos (Brasil, 2015) bem como programas de iniciação à docência (ID), são exemplos e, em diferentes âmbitos, colaboram para a inserção de futuros professores no ambiente escolar, permitido aos participantes observar e vivenciar a prática, realizando continuamente o processo reflexivo sobre a ação (Brasil, 2010).

Em virtude das reformulações que vem sendo pensadas para a formação inicial, algumas contribuições positivas vêm sendo destacadas por autores. Em relação ao principal programa de iniciação a docência, o Programa Institucional de Iniciação a Docência (PIBID) muitos trabalhos apontam o fortalecimento no desenvolvimento profissional de professores, tanto inicial, o qual apresenta-se como principal objetivo, como a formação continuada, uma vez que o programa conta com a orientação de docentes da universidade e a supervisão dos professores das escolas envolvidas (Rissi *et al.* 2015; Mizukami, 2013).

Apesar das novas diretrizes na formação e da implementação de propostas voltadas a ID, a formação inicial de professores ainda apresenta lacunas quanto ao desenvolvimento dos conhecimentos profissionais. Algumas destas estão relacionadas às possíveis práticas formativas, uma vez que, ao repensar e criar as disciplinas / programas promovendo o aumento da carga horária para o trabalho articulado entre aspectos teóricos e práticos, emerge a necessidade de se estruturar propostas que possam

ser inseridas na formação inicial com intuito de promover efetivamente tal articulação e contribuir de fato para uma atitude crítica e reflexiva por parte dos futuros professores (Gatti, 2017).

Como apontam Imbernón (2006) e Lopez (2011), o desenvolvimento profissional necessita fundamentar-se na reflexão dos sujeitos sobre sua prática docente ou sobre suas experiências como aprendizes, tendo desta forma, potencial para que tais sujeitos examinem seu repertório teórico, suas ações e sua experiência prévia em constante autoavaliação, orientando desta forma, sua prática futura. Se todo este processo não ocorrer de forma crítica e reflexiva, tampouco poderá conduzir à construção de um verdadeiro conhecimento profissional.

Considerando então a construção de conhecimentos profissionais, sua necessária reflexividade, seus desafios e as possibilidades, historicamente, é possível destacar os estudos de diversos autores (Elbaz, 1983; Schön, 1992; Tardif, 2010). Dentre as linhas de pesquisa que trabalham com o tema, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK da sigla em inglês) (Shulman, 1987) tem sido referenciado em diferentes trabalhos e representa um conceito importante relacionado aos conhecimentos profissionais. Em seu trabalho, o autor propõe categorias ou domínios do conhecimento necessários e que são mobilizados pelo professor antes, durante e após a ação profissional, em um processo de constante reconstrução. O PCK emerge como uma categoria de conhecimento que engloba diferentes domínios mobilizados que moldam este conhecimento particular, idiossincrático do professor.

Ainda, é necessário ressaltar que o PCK está atrelado a um conteúdo específico, que é transformado considerando os diferentes fatores existentes durante a prática profissional (as dificuldades dos alunos, o contexto, as estratégias instrucionais, os modos de avaliação, o currículo, os objetivos, dentre outros) possuindo, deste modo, um forte vínculo com a experiência.

Recentemente, diferentes autores têm descrito estratégias de promoção e reconhecimento do PCK em diferentes contextos e com o uso de propostas

formativas variadas. Dentre os trabalhos para acesso ao PCK muitos se utilizam da observação da prática ou da reflexão sobre a mesma, onde o pesquisador utiliza instrumentos variados para o reconhecimento propondo modelos para relacionar os domínios vinculados ao desenvolvimento do PCK (Fernandez, 2015).

Dentre as propostas para relacionar categorias de conhecimento, o modelo proposto na Figura 1 possui uma estrutura que apresenta o Conhecimento Pedagógico Geral (CPG), o qual se vincula ao conhecimento de fatores relacionados a estratégias de ensino (comunicação e discurso; gestão de sala de aula) e ao Conhecimento Pedagógico Pessoal (CPP) que possui forte relação com a experiência e com as crenças pessoais. Tal modelo se articula com a discussão desenvolvida neste trabalho, pois é possível tecer relações vinculando o desenvolvimento do CPG a inter-relação entre os conhecimentos das estratégias de ensino e a experiência profissional, mediados pelo processo reflexivo (Morine-Dersheimer, Kent, 1999 p. 32).

Neste sentido, pensar em metodologias em que os licenciandos vivenciem e reflitam sobre as estratégias de ensino pode trazer contribuições importantes uma vez que as categorias de conhecimentos relacionadas ao CPG apresentam forte dependência e domínio do tipo de estratégia e abordagem de ensino proposta, enquanto que a vivência pode contribuir para a experiência profissional e, portanto, para o conhecimento pedagógico pessoal. Nesta interpretação do modelo, ao considerarmos o estudo e participação em atividades envolvendo diferentes estratégias de ensino, almeja-se que este processo possa trazer contribuições significativas para o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Contexto Específico, o qual, articulado com outros domínios do conhecimento, contribuem para o desenvolvimento do PCK.

Considerando que há diferentes estratégias potenciais para o ensino-aprendizado (experimentação, estratégias lúdicas, uso de tecnologias, etc.) estudadas por professores durante a formação inicial, e que a prática apresenta-se como componente

essencial no desenvolvimento do PCK, faz-se necessário articular ações no âmbito de fornecer subsídios para que o professor tenha, minimamente, os conhecimentos sobre os limites e possibilidades das estratégias estudadas.

Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo realizar uma análise de como uma proposta de ação formativa para professores de química, que busca promover a vivência somada ao processo reflexivo e trabalhada na formação inicial, pode fornecer subsídios para a construção dos conhecimentos profissionais, buscando ainda, reconhecer quais os conhecimentos mobilizados pelos licenciandos durante este processo. A análise foi realizada sob a ótica do PCK, durante e após a ação desenvolvida na qual buscamos reconhecer a partir dos dados, categorias de análise e correlacioná-las com aquelas existentes no modelo de PCK representado na figura 1.

Considera-se ainda, que tal ação se justifica por ter potencial de enfrentamento em relação a dois fatores apontados na literatura. O primeiro, relaciona-se ao fato de que, em muitos casos, os professores recém-formados tendem a reproduzir práticas as quais foram sujeitos em sua formação (Carrasqueira, 1996). Deste modo, vivenciar as estratégias de ensino pode fornecer elementos que auxiliem o professor em sua prática futura.

O segundo refere-se ao conservadorismo presente na escola que apresenta um forte impasse na implementação de novas estratégias e, deste modo, a vivência pelo licenciando pode auxiliar no reconhecimento das potencialidades auxiliando a superação desta resistência por (Contreras, 2002).

Neste sentido, ao longo deste trabalho, pode-se observar que o processo reflexivo realizado pelos licenciandos nas atividades propostas permitiram a mobilização de domínios de conhecimentos vinculados ao PCK. Desta forma a adoção da estratégia de vivência permitiu que futuros professores realizassem a reflexão sobre a prática (ainda que na visão de alunos) e como consequência, reconhecessem as potencialidades e limitações de uma determinada estratégia bem como mecanismos de superação

das dificuldades a esta relacionada, indicando a importância da vivência dessa prática.

1. Desenvolvimento

Para a investigação proposta, optou-se por uma pesquisa qualitativa, onde os dados foram coletados em um ambiente natural e o contexto envolve uma prática em um cenário real onde há a promoção do processo reflexivo pelos participantes almejando transformações oriundas deste contexto (Bogdan, Biklen, 1994; Thiollent, 2008).

2. Contexto da pesquisa

O contexto da pesquisa foi uma disciplina do curso de formação de professores de química de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) a qual tem por objetivo da utilização de estratégias de ensino diversas, tais como a utilização de espaços não formais, a aprendizagem baseada em problemas e estratégias lúdicas. As estratégias abordadas na disciplina são selecionadas pelos próprios estudantes, considerando aquilo que desejam estudar e / ou que apresentam dificuldades quanto a sua utilização como professores. Os alunos participantes da pesquisa já haviam cursado outras três disciplinas com objetivos de discutir o ensino investigativo, a experimentação e o uso Tecnologias da Informação e Comunicação para o ensino, bem como disciplinas relacionadas à legislação educacional, psicologia da educação, história da educação e pesquisa em ensino. Concomitante a esta disciplina, os alunos realizavam o último estágio supervisionado sob orientação do mesmo docente. No oferecimento desta disciplina haviam 15 alunos regularmente matriculados e que participaram das atividades.

A proposta utilizada pelo docente pautava-se no estudo teórico das diferentes estratégias e no desenvolvimento de uma sequência de ensino (SE) sobre um conteúdo de química utilizando tais estratégias. O objetivo era promover a vivência dos licenciandos, porém na perspectiva de alunos, para que reconhecessem limites e possibilidades relacionados

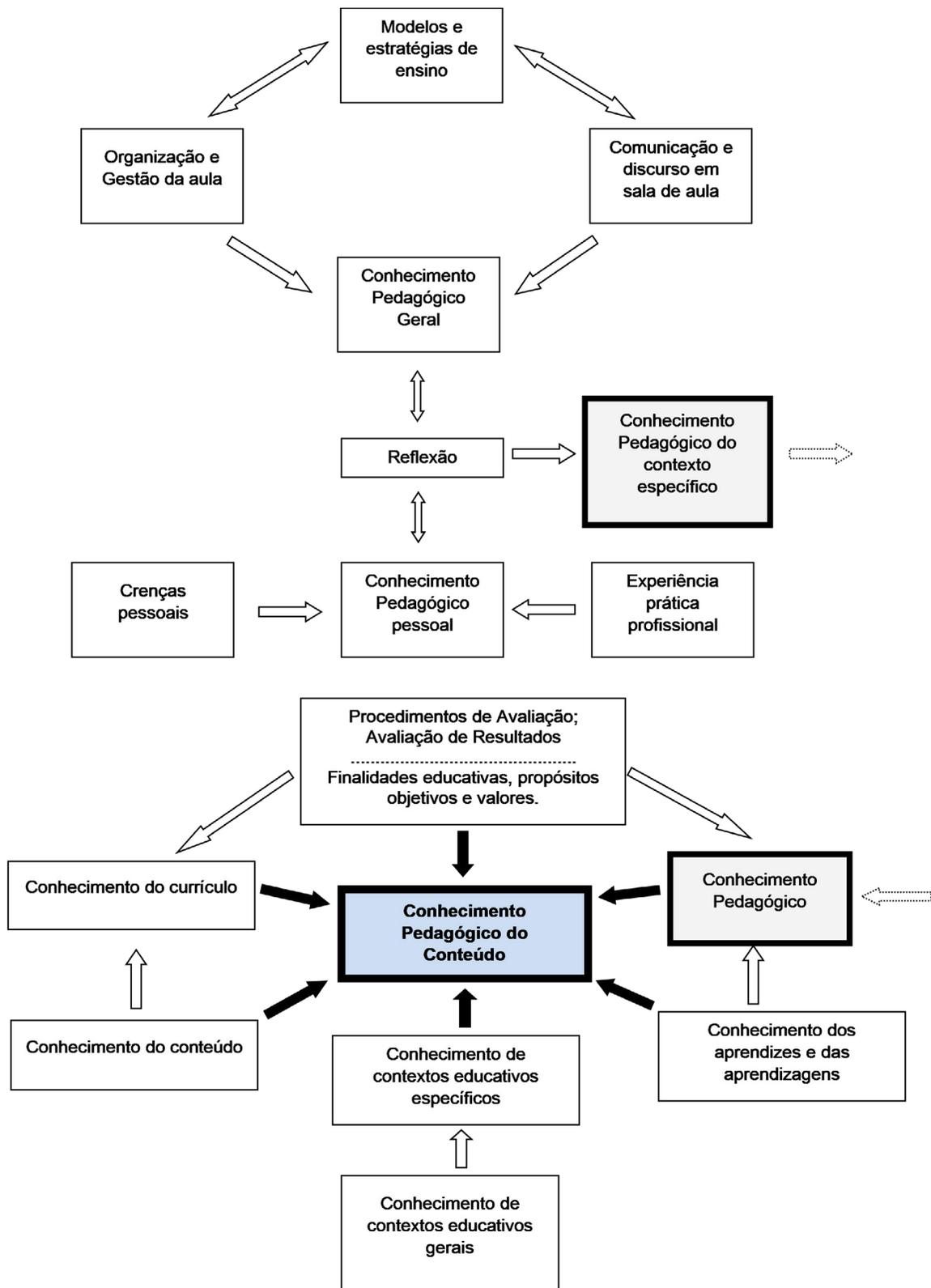


Figura 1. Tipos de conhecimento que contribuem para o PCK.

Fonte: modelo adaptado de Morine-Dershimer, Kent, 1999.

às estratégias estudadas. Deste modo, para cada estratégia estudada na disciplina, o docente elaborava SE envolvendo um conteúdo de química (de nível médio ou superior) e utilizava a estratégia no processo de ensino-aprendizagem.

No oferecimento da disciplina a qual serviu de objeto para este estudo, três estratégias de ensino foram trabalhadas com os estudantes: uso de espaços não-formais, júri simulado e estudo de caso. Para este trabalho, investigou-se a estratégia do “júri simulado” pelo fato de que a maior parte dos futuros professores não a conheciam no início da disciplina.

Para tanto, após o desenvolvimento pelo professor de uma SE cuja temática envolvia a produção de cimento através de um processo denominado coprocessamento, a qual abordou conceitos relacionados a combustíveis (fósseis, não fósseis e alternativos) e combustão, poluição atmosférica / problemas ambientais e produção de energia em escala industrial, houve a realização de um júri simulado, onde os futuros professores atuaram como participantes.

Previamente ao desenvolvimento da sequência, houveram duas aulas destinadas a i) discussão do processo de argumentação, envolvendo aspectos relacionados a construção de argumentos e contra-argumentos, baseando-se em referenciais da área (Toulmin, 2006) e ii) da estratégia (júri simulado), baseada em trabalhos desenvolvidos no contexto brasileiro (Brito, Sá, 2010; Mendonça, Justi, 2009). Cada aula, incluindo as da SE, teve duração de aproximadamente duas horas. A SE envolveu um total de 8 aulas (1 mês), sendo a última destinada a autoavaliação e discussão da vivência realizada.

A aula destinada ao processo de construção de argumentos teve o propósito de fundamentar a execução da estratégia bem como compreender que o trabalho com a mesma não envolve apenas a discussão de conteúdos da química (ou da área específica), perpassando por questões relacionadas a construção de formas de expressão. Deste modo, para a utilização do júri, é necessário conhecer também a teoria da construção de argumentos para que os objetivos de aprendizagem com o uso da estratégia sejam alcançados. Este fato pode ser apontado

como uma limitação da estratégia bem como um benefício de se adotá-la, uma vez que promove um aprendizado de formas de argumentação e comunicação de ideias.

3. Coleta e análise dos dados

Os dados foram coletados a partir de duas fontes. A primeira foi um instrumento adaptado a partir do CoRe – Content Representation, o qual consiste em oito questões que buscam reconhecer informações a respeito de conhecimentos que o professor possui relacionados a um conteúdo, elencando ideias que julga importantes para sua abordagem (Loughran, Mulhall, Berry, 2006). A adaptação foi feita de modo a reconhecer informações a respeito da estratégia de ensino adotada (júri simulado) para o ensino de um conteúdo específico. O instrumento modificado foi denominado de SCoRe (Strategy Content Representation - Representação do Conteúdo de Estratégias).

O SCoRe, representado na Tabela 1, teve por objetivo reconhecer possíveis conhecimentos relacionados a estratégia, bem como relacionados a sua aplicação, seus potenciais e limitações no ensino. De modo a complementar tal instrumento, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com alguns dos licenciandos que participaram da SE e que preencheram o SCoRe. A entrevista (En) consistiu em questões relacionadas à atividade adotada buscando informações sobre os conhecimentos que os mesmos desenvolveram e sobre a percepção da prática de vivenciar a estratégia na perspectiva de aluno e as contribuições para a formação. Na En solicitou-se que os participantes discorressem sobre os seguintes tópicos:

- possibilidades e limitações da estratégia;
- o papel da vivência da estratégia (ainda que na posição de aluno)
- aspectos necessários para a utilização;

Ambos os instrumentos buscaram levantar informações sobre a estratégia de ensino “júri simulado”, quanto ao conhecimento dos licenciandos sobre a

mesma e quanto as contribuições da vivência e do processo reflexivo, ainda que na perspectiva de alunos, buscando reconhecer a partir destas informações, domínios do conhecimento mobilizados e tecer relações com aqueles expressos no modelo de PCK adotado.

Desta forma, a entrevista teve por objetivo complementar as informações obtidas no SCoRe e reconhecer aspectos que pudessem nos dar indícios de como a participação na atividade permitiu aos futuros professores construir conhecimentos sobre a estratégia de ensino levando os estudantes a refletir sobre a possível utilização da mesma quando professores.

A análise dos dados foi realizada através da análise textual discursiva (Moraes, Galiuzzi, 2007) onde se estabeleceram categorias a partir das falas das entrevistas e os descritos no SCoRe. Posteriormente, estes dados foram relacionados aos domínios de conhecimento reportados no modelo da Figura 1 com a posterior interpretação destas relações procurando reconhecer possíveis contribuições da atividade na construção dos conhecimentos pelos licenciandos.

Ressalta-se que foi feita a opção pela construção de categorias a posteriori, partindo da dos dados coletados. O intuito foi verificar se as categorias emergentes têm relação com os conhecimentos expressos no modelo e como estas possíveis relações poderiam ser vinculadas ao desenvolvimento

do PCK. Considerou-se, portanto, que ainda que as próprias questões do SCoRe e da En pudessem direcionar as categorias, novas categorias poderiam emergir a partir dos dados obtidos.

Assim, justificamos o uso da análise textual discursiva por compreendermos que, apesar das questões do SCoRe serem direcionadas a fatores específicos, há respostas que, muitas vezes, não se restringem ao objeto da própria questão. Além disso, as entrevistas semiestruturadas fornecem informações que também vão além daquelas do SCoRe e, deste modo, fornecem interpretações mais robustas quando analisadas sob a ótica desta forma de análise.

4. Resultados e Discussão

A partir dos resultados obtidos pelo SCoRe e pelas entrevistas, buscamos fragmentar os dados em unidades de análise que posteriormente foram interpretadas de forma a construir categorias com significados. Este estudo utilizou um recorte dos dados originais, considerando os dados de três dos futuros professores, denominados por FP1, FP2 e FP3.

A análise dos dados foi realizada através da unitarização das falas transcritas das entrevistas e dos escritos provenientes do SCoRe. As unidades destacadas foram reescritas e agrupadas gerando categorias iniciais. Foram construídas 8 categorias iniciais classificadas de Ci1 a Ci8 e destacadas como:

Tabela 1. Instrumento SCoRe sobre o conhecimento a respeito estratégias de ensino.

Estratégias utilizada para o conteúdo: júri químico	
1. O que você quer que os estudantes aprendam utilizando esta estratégia?	
2. Por que esta estratégia é importante para o aprendizado / avaliação dos estudantes?	
3. O que mais você sabe sobre esta estratégia?	
4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas a utilização desta estratégia?	
5. Que conhecimento prévios dos estudantes tem influência no uso desta estratégia?	
6. Que outros fatores influem no ensino por meio desta estratégia?	
7. Que procedimentos/ são necessários ou você emprega para a utilização desta estratégia?	
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a eficácia da utilização desta estratégia?	

Fonte: Instrumento adaptado de Loughran *et al.*, 2006.

- Ci1 – Aspectos relacionados a vivência
- Ci2 - Aspectos relacionados ao desenvolvimento profissional
- Ci3 – Planejamento de ensino e estrutura escolar
- Ci4 – Conhecimentos da estratégia
- Ci5 – Limites e possibilidades do uso da estratégia

Após esta primeira análise, notou-se relações de dependência ou consequência entre algumas das categorias iniciais. As unidades de significado expressas, por vezes, se referenciavam e, deste modo, após a leitura e discussão com o grupo de pesquisadores envolvidos, e, obteve-se neste processo três categorias finais a partir das quais foram construídos textos com significados que foram então relacionados aos referenciais teóricos e vinculados aos domínios do conhecimento relacionados ao modelo de PCK adotado para análise (Figura 1). As três categorias finais foram estabelecidas e descritas como:

- C1: Relações entre a vivência dos estudantes e o desenvolvimento profissional.
- C2: Dificuldades e possibilidades da estratégia júri químico.
- C3: Objetivos e finalidades na utilização da estratégia.

A respeito da categoria C1, os professores relatam a importância de vivenciar o processo. Algumas das falas e escritos que ilustram este fato são transcritas a seguir:

“FP1 (En): (...) é extremamente necessário ter alternativas de ensino, uma vez que a cada tempo é mais difícil ter atenção e dedicação (...) dos alunos. Quando provamos de outras estratégias de ensino estamos ampliando as possibilidades de tornar nossas aulas melhores e mais atrativas. (...) Pela leitura temos apenas um norteador, porém é preciso ver como de fato é aplicado e como é o andamento por isso acho que a simulação foi bem enriquecedora”.

“FP2 (En): (...) É possível de utilizar mas faltou um pouco de instrução eu fiquei um pouco perdida,

pode ser coisa boa no ensino de base (...) eu também não conhecia, aprendi e achei uma estratégia válida para usar se um dia eu for dar aula. (...) Fez bastante diferença (a vivência)”.

“FP3 (En): (...) eu já tinha visto a estratégia mas é diferente quando você participa, vê pontos positivos e negativos, quando se está estudando você vê só o lado do professor, quando você vivência você vê a dificuldade dos alunos. No argumento e pode ver que nem todo mundo entendeu o seu papel. Como estratégia ajudou porque a gente aprende e tem que pensar em todos os lados”.

“FP3 (En): Fez diferença, conseguimos ver outras dificuldades, mas podemos perceber que a utilização da estratégia é efetiva, dá para aprender e despertar o interesse. Fica mais claro o papel e a dificuldade, o texto não traz isso”.

As falas demonstram a percepção de que os licenciandos têm uma impressão positiva da vivência, pois a mesma permite ampliar possibilidades, “Ver como de fato é aplicada” ver a “dificuldade dos alunos”, “que nem todo mundo entendeu seu papel”, “pensar em todos os lados” e em relação ao estudo teórico, “Fica mais claro o papel e a dificuldade, o texto não traz isso.” É possível pensar que o processo de vivência e reflexão, permite aos futuros professores identificar, dentro das situações possibilidades quanto à estratégia bem como dificuldades que poderiam ser enfrentadas. Concordando com as ideias de outros autores, permite a construção de conhecimentos a partir da reflexão sobre a prática, ainda que, neste caso, a prática esteja sendo vivenciada sob a ótica de alunos (Schön, 1992).

Ainda, ao citar que “Quando provamos de outras estratégias de ensino estamos ampliando as possibilidades de tornar nossas aulas melhores e mais atrativas.” e “conseguimos ver outras dificuldades, mas podemos perceber que a utilização da estratégia é efetiva, dá para aprender e despertar o interesse” emergem elementos que podem contribuir para que a metodologia utilizada faça com que o professor rompa com pré-conceitos e busque futuramente se utilizar desta prática. Como reportado

por (Carrascosa, 1996 p. 9), “*professores iniciantes tendem a utilizar-se das vivências as quais tiveram contato principalmente na formação inicial*” e, deste modo, o trabalho com estratégias diversificadas na formação inicial pode fomentar a utilização destas pelo licenciando em sua futura atuação.

Ao se referir as dificuldades e possibilidades relacionadas à estratégia do júri químico (categoria C2), os estudantes relatam:

“FP1 (SCoRe): **A falta de tempo**, o fato de além de ensinar o conteúdo de Química tem que ensinar também sobre júri, além de organizar bem toda turma”.

“FP1 (En): Ao meu ver a principal dificuldade **seria coordenar uma grande sala**, pois esta técnica do júri requer bastante atenção. Os alunos em maior parte do tempo estarão pesquisando por conta própria e isso faz que possam entender algo que na verdade não é. Então é preciso sempre uma orientação de quem tem um pouco mais de experiência. **Julgo que seria preciso, além do professor, um ou dois monitores para auxiliar sempre**”.

“FP2 (SCoRe): **Tempo da aula**, disponibilidade do professor para mediar o processo de construção das argumentações, **planejamento bem estruturado** (...) “interesse e motivação dos alunos, disponibilidade de recursos para os alunos efetuarem a pesquisa”.

“FP3 (SCoRe): Para aplicações do júri químico em escolas públicas, **o grande número de alunos dificultaria a participação de todos os estudantes**. Outra dificuldade que os alunos enfrentariam seria a de apresentar argumentos e contra-argumentos”.

“**O tempo** de apenas 50 minutos também não é suficiente para aplicação do Júri. Outro problema é **fazer alunos muito tímidos se exporem** na frente de seus colegas”.

“FP3 (En): É uma estratégia que desperta o interesse dos alunos (...) teria que ter **planejamento** e explicar direitinho para cada aluno o papel dele”.

“FP3 (En): O **planejamento** deve ser bem feito e o objetivo para o aluno deve ser claro para ele não ficar perdido, pensar em metodologia alternativa vai dar certo é que os alunos vão gostar”.

Os licenciandos citam questões relacionadas com o gerenciamento e organização da sala de aula (tempo, planejamento, número de alunos, orientação de alunos mais tímidos) bem como questões estruturais (recursos para a pesquisa, monitores). Isto mostra um olhar proporcionado pela experiência de participar efetivamente da proposta, de despender tempo para a realização da pesquisa ou ter que se expressar frente aos colegas. Ao mesmo tempo, demonstram as possibilidades de a atividade gerar motivação e interesse também são citados.

Ressalta-se que os participantes, por já terem vivenciado três estágios supervisionados em escolas públicas, tem algum conhecimento da escola, da sala de aula e de sua dinâmica. Deste modo, as dificuldades apontadas, provavelmente tem relação com esta experiência nos estágios e as percepções da vivência da atividade na disciplina. Considerando isto, destaca-se que, em alguns momentos os estudantes sugerem possibilidades para superar tais dificuldades como “*Julgo que seria preciso (...)*”, “*O planejamento deve ser bem feito e o objetivo para o aluno deve ser claro para ele não ficar perdido*” e “*explicar direitinho para cada aluno o papel dele*”. Isto mostra uma reflexão e tomada de decisão frente as questões que se levantam.

Alguns autores apontam que nos anos iniciais de atuação, os professores buscam desenvolver conhecimentos sobre os alunos (suas dificuldades e formas de motivação), sobre o currículo e o contexto escolar, sobre a estruturação adequada das aulas (planejamento, recursos, adequação do tempo), objetivando desenvolver um repertório docente que permita a sua sobrevivência como professor (Marcelo, 2010). É possível inferir que a atividade desenvolvida contribuiu para a percepção de alguns destes pontos, contribuindo para um maior conhecimento sobre a estratégia e sobre sua utilização.

Em relação à categoria C3 (Objetivos e finalidades na utilização da estratégia) os participantes relataram as intenções, caso fossem aplicar a proposta em sala de aula como professores:

“FP1 (SCoRe): **Construir argumentos sólidos, baseados na ciência e na lógica**”.

“FP2 (SCoRe): Capacidade de argumentação, desenvolvimento de habilidades como socialização, pesquisa, **elaboração de argumentos e formas de lidar com diversas situações, conhecimento científico, social e ambiental**”.

“FP3 (SCoRe): Que através da realização do júri os alunos consigam melhorar sua argumentação, e que essa **argumentação seja realizada a partir de conceitos químicos**”.

Tais falas corroboram com o que os licenciandos avaliam como finalidades e fatores importantes com o uso da estratégia, como pode ser observado nas descrições a seguir:

“FP1 (SCoRe): É importante (...) hoje em dia os estudantes não possuem uma lógica, (...) não conseguem aplicar/praticar por falta de **reflexão no cotidiano**”.

“FP2 (SCoRe): Permite **avaliar qualitativamente o envolvimento do estudante e sua capacidade de argumentar**, construir hipóteses por meio de saberes adquiridos previamente **para desempenhar papel como cidadão crítico e pensante**”.

“FP3 (SCoRe): Pois é uma estratégia diferente, **que proporciona uma forma de avaliação diferenciada**”.

É notório o destaque dado a estruturação da argumentação pelos alunos, sendo necessário o conhecimento do conteúdo e os conhecimentos científicos, social e ambiental. As descrições demonstram a preocupação dos futuros professores com as finalidades educativas e a importância dos alunos construírem o conhecimento de forma crítica, bem como propor estratégias de avaliação significativas. Nota-se que há uma compreensão de que a estratégia “júri simulado” permite a abordagem contextualizada, com questões reais e que permite ao aluno desenvolver uma reflexão crítica relacionando conteúdos químicos com cotidianos bem promover estratégias avaliativas mais robustas, fatos apontados por outros autores que também abordaram o júri simulado (Gomes, Barbosa, 2013; Lima et al. 2015).

4.1 Relação entre as categorias construídas e o modelo de PCK

Diante das categorias e interpretações textuais elaboradas, buscou-se estabelecer um paralelo em relação aos domínios de conhecimento do PCK apontados no modelo (Figura 1) analisando conexões existentes.

Pela interpretação do modelo, é possível verificar que, a **experiência profissional** e às **crenças pessoais** colaboram para o **Conhecimento Pedagógico Pessoal (CPP)**; os conhecimentos relacionados às **estratégias**, ao a **comunicação e discurso e a organização e gestão de sala** contribuem para o desenvolvimento do **Conhecimento Pedagógico Geral (CPG)**. O processo reflexivo apresenta-se como fundamental na articulação destes de modo a contribuir para o desenvolvimento do **Conhecimento Pedagógico do Contexto Específico (CPCE)**.

Dentre as categorias construídas e através de sua significação, é possível perceber citações diretas, na categoria C1, ao desenvolvimento de conhecimentos ou aquisição de um repertório maior de informações frente a estratégia utilizada e a experiência profissional. Ainda é possível apontar, em menor intensidade, contribuições para a organização e gestão de sala de aula quanto ao uso do júri simulado.

Destaca-se para a categoria C2, apontamentos significativos quanto a preocupação com a organização e gestão da aula, resultado da vivência da estratégia. A preocupação com o planejamento, tempo e recursos são recorrentes nos dados e emergem com grande ênfase na verificação das dificuldades experienciadas pelos futuros professores o que apresenta, desde modo, uma aquisição de informações a respeito da estratégia de ensino.

A categoria C3 apresenta relação quanto a percepção dos estudantes referentes aos objetivos do uso da proposta. Destaca-se as citações que se referem ao uso da estratégia para o desenvolvimento de conhecimentos relacionados a argumentação e a vinculação da mesma a uma estratégia de avaliação. As relações elaboradas estão ilustradas na Figura 2, a qual ilustra parte do modelo de PCK e a relação com as categorias apontadas pelos estudantes.

Destacou-se a primeira parte do modelo na Figura 1 pois, dentre as três categorias emergentes dos dados, C1 e C2 apresentam fortes relações com os domínios de conhecimento expressos e, pode-se considerar que contribuem para o desenvolvimento do CPG, do CPP e do CPCE, uma vez que a atividade desenvolvida envolveu um processo reflexivo sobre a prática.

Ressalta-se que a atividade não possibilitou a mobilização direta de conhecimentos relacionados a outros domínios ilustrados no modelo (Figura 1). Questões referentes ao currículo, aos aprendizes e suas aprendizagens, ao conteúdo e aos contextos educativos, específicos e geral, não foram relatadas. Este fato pode estar relacionado com a atividade

de vivência simulada, onde os licenciandos atuaram sob a ótica de alunos e não como professores em sua prática. Outra possibilidade para a não contribuição ou não verificação da proposta para a mobilização dos demais conhecimentos profissionais pode estar atrelada ao foco da atividade, a qual não foi vinculada diretamente a uma discussão mais ampla para estruturação em escolas ou outros ambientes de ensino.

Este fato mostra a importância de atividades como a desenvolvida fazerem parte da proposta de formação, sendo uma das estratégias que, em conjunto com a participação ativa nos estágios supervisionados e em outras ações e programas podem contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais.

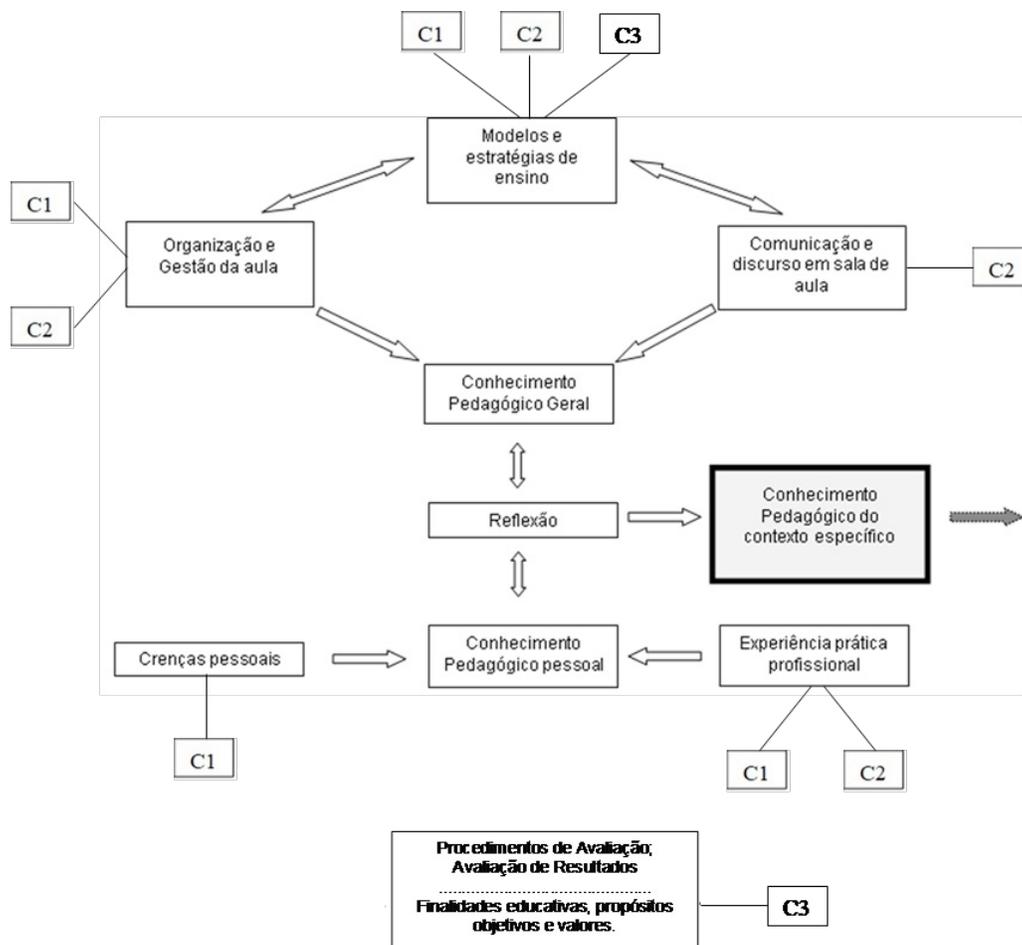


Figura 2. Parte do modelo adaptado de Morine-Dershimer com destaque para conhecimentos destacados pelos estudantes.

Fonte: Morine-Dershimer, 1999.

5. Conclusões e implicações

Este trabalho buscou trazer interpretações e análises a respeito de uma ação formativa proposta em uma disciplina do curso de licenciatura. Ressalta-se que o processo reflexivo, almejado durante a formação inicial pode ser realizado pelos licenciandos e mediou a mobilização de domínios de conhecimentos vinculados ao PCK.

A adoção desta proposta mostrou que os futuros professores mobilizaram diferentes conhecimentos através do processo de reflexão sobre a ação, o que pode auxiliar a superação das dificuldades e na compreensão dos limites e possibilidades vinculados a estratégia. Com base nas entrevistas e no SCoRe, foi também constatado a importância da vivência dessa prática, ainda que na posição de estudantes.

O SCoRe forneceu fundamentos para a compreensão de conhecimentos que os futuros professores tinham em relação a estratégia de ensino o objetivo de utilizá-la. A entrevista permitiu reconhecer as dificuldades encontradas pelos licenciandos quanto a vivência de estratégia em um processo de reflexão sobre a prática e ainda, de manifestações sobre pontos a serem considerados ao se utilizar o júri simulado como uma proposta metodológica para o ensino de química. Diante das análises deste trabalho, podemos perceber pelas reflexões que a experiência vivenciada pelos licenciandos foi satisfatória.

A partir da correlação entre as categorias emergentes dos dados e os domínios do PCK presentes no modelo de Morine-Dershimer, Kent (1999) é possível apontar contribuições para a mobilização do Conhecimento Pedagógico Geral e do Conhecimento Pedagógico Pessoal, ambos contribuindo para o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Contexto Específico. Desta forma, o processo vivenciado pelos licenciandos da disciplina, ou seja, o estudo, a participação nas sequências de aulas e a atuação no júri simulado, direcionado para um ensino por investigação, apresentou potencial para a construção dos conhecimentos profissionais de

modo a contribuir com a formação inicial de forma reflexiva, como tem sido objetivado e destacado como necessário por diferentes autores.

É necessário destacar que, diante de um cenário de busca por ações formativas que se somem e integrem aquelas já existentes, esta experiência vinculada aos estágios e programas específicos, pode trazer contribuições mais robustas para o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais. Nota-se que não houve a mobilização clara de domínios do PCK relacionados a fatores externos ao ambiente em que a atividade foi desenvolvida, tais como o conhecimento do currículo, dos aprendizes e dos contextos educativos. Desta forma, alinhar atividades relacionadas a vivência e ao processo reflexivo sobre a mesma, como a desenvolvida neste trabalho, àquelas que os futuros professores tenham contato com as instituições de ensino, tais como os estágios e programas de iniciação a docência, pode fundamentar uma proposta formativa mais significativa diante do desenvolvimento do PCK.

Acredita-se que os resultados do trabalho podem servir como reflexões de modo a auxiliar no equacionamento da superação da dicotomia teoria vs prática, uma vez que possibilitam óticas diferentes e, poderíamos dizer, complementares e ainda, corroborando com as reformulações que têm sido propostas para os cursos de formação de professores. Considera-se que ao pensar não apenas de forma quantitativa, referente ao aumento de cargas horárias de disciplinas, mas também de forma qualitativa, no estabelecimento de ações efetivas que promovam a reflexão sobre a prática pelos futuros professores faz-se extremamente importante na busca por possibilidades que resultem na inserção das novas demandas do ensino.

Neste trabalho, realizou-se a abordagem da estratégia “júri simulado” pela necessidade ressaltada pelos próprios participantes da disciplina. Entretanto, outras estratégias e demandas foram também levantadas, como o uso dos recursos tecnológicos, outras metodologias ativas para o ensino e como fazer a relação entre os temas sociais e científicos.

6. Referências Bibliográficas

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Características da investigação qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução á teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto: Portugal, 1994. pp. 47-51.
- BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Decreto No. 7.219, de 24 de junho de 2010. **Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília: Brasil, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução No. 2, de 1º de julho de 2015. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada**. Brasília: Brasil, 2015 pp. 1-16. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/21028-resolucoes-do-conselho-pleno-2015>>. Acesso em: 07 out. 2016.
- BRITO, J.Q.A.; SÁ, L.P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencia**, Vigo: España, v. 9, n. 3, pp. 505-529, 2010. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART2_Vol9_N3.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.
- CARRASCOSA, J. Análise da formação inicial e permanente de professores de ciências Ibero-Americanos. In: Menezes, L. C. (Org). **Formação continuada de professores de ciências no contexto ibero-americano**. Autores Associados. Campinas: Brasil, 1996. pp.7-44.
- CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. Cortez Editora. São Paulo: Brasil, 2002. p. 328.
- ELBAZ, F. **Teacher Thinking: A study of practical knowledge**. CroomHelm. London: England, 1983. p. 239.
- FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, pp. 500-528. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v17n2/1983-2117-epec-17-02-00500.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172015170211> .
- GATTI, B. Didática e formação de professores: provocações. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo: Brasil, v. 47, n. 166, pp. 1150-1164. 2017.
- GOMES, T.G.; BARBOZA, L.C. Uma proposta de Júri Simulado como estratégia lúdica para o ensino de História da Química no ensino médio: A teoria do Flogístico. In: ENCONTRO PAULISTA EM ENSINO DE QUÍMICA (VII EPPEQ). Santo André. Universidade Federal do ABC. Anais do VII EPPEQ, 2013 pp. 1- 6.
- IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional. Formar-se para a mudança e a incerteza**. 9ª edição. Cortez Editora. São Paulo: Brasil, 2006. p. 127.
- LIMA, F.A.A. et al. Júri Simulado On Line como Atividade de Interação Dialógica em Cursos de Graduação a Distância: uma proposta de diretrizes de correção. In.: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA (XII ESUD). Salvador. Associação Universidade em Rede (UNIREDE). Anais do ESUD. 2015 pp. 1 - 13.
- LIMA, J.G.S.A.; COSTA, J.S.G.; PERNAMBUCO, M.M.C.A. Ensino Médio e Interdisciplinaridade: reflexões sobre o Ensino de Sociologia. **Revista Holos**, Natal: Brasil, v. 2, pp. 174-183, 2012. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2012.868>.
- LÓPEZ, J.M.R. Evaluación del prácticum en la formación de maestros. In: MARCELO, C.G. (org.). **Evaluación del desarrollo profesional docente**. Editorial DaVinci. Barcelona: España, 2011. pp. 234-245.
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and

- Documenting Professional Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, Renton: USA, v. 41, n. 4, pp. 370-391, 2006. DOI: 10.1002/tea.20007
- MARCELO, C.G. O professor iniciante, a prática pedagógica e o sentido da experiência. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 3, n. 3, pp. 11-49, 2010.
- MENDONÇA, P.C.C.; JUSTI, R.S. Proposição de instrumento para avaliação de habilidades argumentativas - parte I: fundamentos teóricos. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (VII Enpec). Florianópolis. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – ABRAPEC. Anais do VII Enpec. 2009.
- MIZUKAMI, M.G.N. Escola e desenvolvimento profissional da docência. In: GATTI, B.A.; SILVA JÚNIOR, A.C.; PAGOTTO, M.D.S.; NICOLETTI, M.G. (eds.). **Por uma política nacional de formação de professores**. Editora Unesp. São Paulo. 2013. pp. 23-54.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Unijuí. Ijuí: Brasil, 2007. p. 224.
- MORINE-DERSHIMER, G.; KENT, T. The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. In: J. GESS-NEWSOME; N. G. LEDERMAN (Eds.) **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science teaching**. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht: The Netherlands, 1999. pp. 21-50.
- PIMENTA, S.G.; LIMA, M.S.L. **Estágio e docência**. Editora Cortez. São Paulo: Brasil, 2004. p. 281.
- RISSI, L. *et al.* Aprendizagens da docência no contexto do PIBID Química: contribuições da escrita reflexiva. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC). Águas de Lindóia. Anais do X ENPEC 2015. pp. 1-8.
- SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro: Brasil, v. 14, n. 40, pp. 143-155, 2009.
- SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org). **Os professores e sua formação**. Dom Quixote. Lisboa: Portugal, 1992. pp. 77-91.
- SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n. 1, pp. 1-22, 1987. DOI: <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Editora Vozes. Petrópolis: Brasil, 2012. p. 325.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18ª edição. Editora Cortez. São Paulo: Brasil, 2008. p.132.
- TOULMIN, S.E. **Os usos do argumento**. 2ª edição. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2006 pp. 134-182.



ACIDENTE NUCLEAR DE GOIÂNIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

GOIÂNIA'S NUCLEAR ACCIDENT IN PHYSICS TEXTBOOKS

ACCIDENTE NUCLEAR DE GOIÂNIA EN LOS LIBROS DE TEXTO DE FÍSICA

Cleci Teresinha Werner da Rosa^{*}, Júpiter Cirílio da Roza da Silva^{}, Luiz Marcelo Darroz^{***}**

Cómo citar este artículo: Rosa, C. T. W, Roza da Silva, J. C. y Darroz, L. M. (2019). Accidente nuclear de Goiânia nos libros didáticos de física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 51-62. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12578>

Resumo

O presente estudo parte da identificação da necessidade de introduzir tópicos de Física Nuclear no ensino médio, bem como de inserir uma abordagem didática voltada às discussões envolvendo Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Tais aspectos, que são consubstanciados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), definem o objetivo da investigação, que se ocupa de analisar a forma como o acidente nuclear de Goiânia, sucedido em 1987, e que, portanto, completa 30 anos em 2017, é abordado nos livros didáticos de Física recomendados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015. Para tanto, discute-se a forma como o conteúdo de Física Moderna e Contemporânea tem sido agregado ao ensino médio. Essa reflexão, somada à discussão sobre a importância de debater os acidentes nucleares no contexto escolar é pautada pelo relato sobre o episódio ocorrido em Goiânia, considerado o maior acidente nuclear da história brasileira. Como resultados, o estudo acena para a presença tímida deste acidente nos livros didáticos analisados, bem como para a necessidade de abordar questões como essa no contexto escolar como forma de contribuir para a alfabetização científica dos jovens.

Palavras chaves: física nuclear, acidente nuclear de Goiânia, livro didático de física.

Recibido: 13 de octubre de 2017; aprobado: 19 de mayo de 2018

* Doutora em Educação Científica e Tecnológica. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade de Passo Fundo (Brasil). Correio eletrônico: cwerner@upf.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9933-8834>

** Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (Brasil). Correio eletrônico: 135313@upf.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3925-9250>

*** Doutor em Educação em Ciências. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (Brasil). Correio eletrônico: darroz@upf.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0884-9554>

Abstract

This work starts by identifying the need to introduce contents of Nuclear Physics in high school, as well as inserting a didactic approach toward the discussions involving Science-Technology-Society (STS). Such aspects, which are consubstantiated by Brazil's National Curriculum Parameters (NCP), define the objective of the investigation as to analyze how the nuclear accident in the state of Goiânia, which occurred in 1987 and therefore completed 30 years in 2017, is addressed in Physics textbooks recommended by Brazil's National Textbook Program 2015. Therefore, it is discussed how the content of Modern and Contemporary Physics has been addressed in high school. This reflection, aided by the discussion on the importance of debating nuclear accidents in the school environment, is fomented by the report on the event occurred in Goiânia, which was considered the largest nuclear accident in Brazilian history. As a result, the study points out to the small presence of this accident in the textbooks analyzed, as well as to the need for addressing such questions in the school environment as a way to contribute to the scientific literacy of young people.

Keywords: Nuclear Physics, Goiânia's nuclear accident, physics textbook.

Resumen

El presente estudio busca identificar la necesidad de introducir tópicos de física nuclear en educación media así como de incluir una perspectiva didáctica que involucre las discusiones relacionadas con ciencia-tecnología-sociedad (CTS). Estos aspectos, que son considerados por los parámetros curriculares nacionales (PCN), definen el objetivo de la investigación, que se ocupa de analizar la manera como el accidente nuclear de Goiânia, ocurrido en 1987, y que, por tanto, completó 30 años en 2017, es abordado en los libros de texto de física recomendados por el Plan Nacional del Libro Didáctico (PNLD) 2015. Para esto, discutimos la forma como el contenido de la física moderna y contemporánea se ha insertado en la educación media. Esa reflexión, sumada a la discusión sobre la importancia de debatir los accidentes nucleares en el contexto escolar es pautada por el relato sobre el episodio ocurrido en Goiânia, considerando que es el mayor accidente nuclear de la historia brasileña. Como resultados, el estudio indica una presencia tímida de este accidente en los libros de texto analizados, así como se evidencia la necesidad de tratar tales cuestiones en el contexto escolar con el fin de contribuir a la alfabetización científica de los jóvenes.

Palabras clave: física nuclear, accidente nuclear de Goiânia, libro de texto de física.



Introdução

A defesa pela presença de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), da qual a Física Nuclear pode ser inserida, no ensino médio brasileiro é compartilhada por diferentes segmentos – pesquisadores, alunos, professores e a própria legislação nacional – e vem sendo debatida pela comunidade científica da área desde o início dos anos 1990 (Terrazzan, 1992). Entretanto, essa inserção ainda está longe de ser concretizada, especialmente na escola pública (Rezende Junior; Cruz, 2005; Brockington; Pietrocola, 2005).

Dois aspectos têm acirrado a discussão sobre a presença desses conteúdos no ensino médio: o recorte nos próprios conteúdos e os aspectos metodológicos para abordá-los. No que diz respeito aos conteúdos e tomando como referência um dos instrumentos mais frequentemente utilizados na elaboração e execução de suas aulas – o livro didático (Souza; Germano, 2009) –, percebe-se a falta de consenso entre os autores sobre os conteúdos que devem estar presentes na abordagem da FMC. Nesse contexto, os estudos de Biazus (2014), Giacomelli (2015) e Darroz, Rosa, Silva (2017) respectivamente, nos campos de Física Quântica, Relatividade e Física Nuclear, evidenciam que as obras didáticas indicadas no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015 apresentam divergências quanto a esses conteúdos, apontando a pertinência de realizar discussões e reflexões sobre quais tópicos de FMC devem ser incluídos nos currículos escolares.

Tais estudos, especificamente os dois primeiros, denotam que, por se tratar de algo recente, a inserção desses conteúdos nas obras didáticas e, conseqüentemente, nos currículos escolares ainda não está consolidada em termos do processo de “transposição didática”, na perspectiva enunciada por Chevallard (1991). Em outras palavras, Biazus (2014) e Giacomelli os apontam que os conteúdos de FMC, diferentemente dos que compõem a Física Clássica, ainda se encontram em fase de estudos, em busca da melhor forma de efetivar a transposição do que Chevallard (1991) denominada de “saber sábio”

para o “saber a ser ensinado”, e deste para o “saber ensinado”. Assim, cada obra busca trazer novos recortes e enfoques, de acordo com o entendimento que seus autores defendem acerca do que é mais significativo para os estudantes do ensino médio, considerando aspectos cognitivos, metodológicos e de legislação que permeiam esse processo. Ao concluir seus estudos, Biazus (2014) e Giacomelli (2015) mencionam que a inserção da FMC nas obras didáticas e no contexto escolar demandará, ainda, muitas discussões e reflexões acadêmicas até que possa ser consolidada.

Apesar da importância dos dados, os estudos mencionados se restringem à análise dos conteúdos apresentados e não realizam uma avaliação sobre aspectos metodológicos envolvidos na sua abordagem. Frente a isso, a presente investigação define como objetivo analisar a forma como o acidente nuclear de Goiânia, sucedido em 1987, e que, portanto, completa 30 anos em 2017, é abordado nos livros didáticos de Física recomendados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015.

Contemplar conteúdos de Física Nuclear e discutir questões como os acidentes nucleares, revelam-se importante em um processo pautado pela alfabetização científica, uma vez induz os sujeitos a tomar decisões que possam ser benéficas a si e a sociedade. Nessa perspectiva, os PCNs indicam que a educação exerce um papel importante enquanto formadora dos jovens e que estão imersos na sociedade contemporânea, determinando o modo como esta é modificada e vivenciada.

A sociedade brasileira demanda uma educação de qualidade, que garanta as aprendizagens essenciais para a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem e na qual esperam ver atendidas suas necessidades individuais, sociais, políticas e econômicas. (Brasil, 1998 p. 21)

A presença da Física Nuclear no dia a dia dos estudantes impõe à escola a necessidade de dialogar

com esses sujeitos, discutindo questões como os benefícios, perigos e impactos sociais relacionados à sua utilização. É a partir dessa identificação, especialmente dos impactos sociais, que o presente trabalho se ocupa de analisar o modo como os autores abordam a temática dos acidentes nucleares nos livros didáticos de Física. De forma mais específica, estabelece como recorte o acidente por material radioativo ocorrido no Brasil em 1987. Considerado o maior da história brasileira, esse acidente teve origem na falta de conhecimento da população e, portanto, precisa ser debatido e discutido no contexto escolar.

Para realizar essa análise nos livros didáticos, procede-se a uma pesquisa qualitativa e bibliográfica, tomando-se como referência as obras de Física indicadas no PNLD 2015 (BRASIL, 2014). As discussões resultantes dessa análise são apresentadas neste texto, que inicialmente se ocupa de apresentar pesquisas que evidenciam a importância de abordar FMC no ensino médio, bem como a importância de abordá-lo sob a perspectiva didática de favorecer a alfabetização científica.

1. Reflexões iniciais

A inserção da FMC nos currículos do ensino médio tem sido tema debatido nas pesquisas nacionais a mais de trinta anos. Um dos primeiros estudos realizados na defesa da abordagem desses tópicos foi o realizado por Zanetic (1989) ao mostrar que sua inserção está ligada ao reconhecimento da Física como construção humana. Terrazzan (1992), por sua vez, evidenciou que trabalhar com os conteúdos de FMC na educação básica significa ser condizente com o momento atual, pois a construção da sociedade está alicerçada nos conhecimentos produzidos pelos estudos que a compõem. Ostermann, Moreira (2000) revelaram que ao mesmo tempo que abordar os tópicos de FMC pareça ser uma tendência no ensino de Física, há necessidade de mais evidências sobre sua pertinência nesse nível de escolaridade.

Na continuidade desses estudos, considerados os clássicos na temática, outros vem apontando

possibilidades e defendendo seu ensino (Ofugi, 2001; Siqueira, 2012; Barrelo Junior, 2015). Tais posicionamentos mostram que para os estudantes poderem participar ativamente, de forma racional e interativa, no contexto em que estão inseridos, precisam compreender satisfatoriamente os assuntos contemporâneos. Concepção anunciada por Gil, Senent, Solbes (1987 p. 210), ao salientarem que a abordagem de assuntos atuais no contexto escolar contribui para moldar uma nova imagem da ciência e do trabalho científico.

Ainda na década de 1990, Stannard realizou uma investigação com alunos universitários relativo sobre o que consideraram importante estudar durante o ensino médio na disciplina de Física. Os resultados do estudo apontam que a Relatividade Geral e Restrita, Física de Partículas, Teoria Quântica, Física Nuclear e Astrofísica foram os tópicos apontados como os mais atraentes dentre os que haviam sido estudados, bem como os que revelaram maior conexão com o contexto no qual esses sujeitos estavam inseridos. Assim, além da atualização curricular, o autor ressalta a necessidade de produzir textos e livros didáticos com abordagens inovadoras sobre a FMC (Stannard, 1990).

Dentre os assuntos evidenciados pelo autor, e também mencionados por Eijkelhof, Kortland, Loo (1984), estão os tópicos relativos à Física Nuclear. Segundo esses autores, o objetivo é fornecer aos estudantes conhecimento sobre a temática e, dessa forma, proporcionar-lhes o desenvolvimento do senso crítico, permitindo posicionamentos diante de debates sobre questões sociais pertinentes à área.

Nessa busca por aproximar os conteúdos das questões sociais, a abordagem CTS tem servido de referência para discussões em grande parte das pesquisas nacionais (Santos, Mortimer, 2000). De acordo com Teixeira (2003 p. 183), a abordagem CTS, que tem como uma de suas características básicas a utilização de problemas sociais como ponto de partida para tratar os conteúdos, segue uma orientação que pode ser assim sintetizada:

De início, uma problemática extraída da sociedade é introduzida; em seguida, uma tecnologia

relacionada ao tema é apresentada e analisada, e o conteúdo (conceitos e habilidades científicas) é definido em função do tema e da tecnologia relacionada. Posteriormente, a tecnologia é retomada novamente, para análise, agora com o suporte do conteúdo que foi estudado e, finalmente, a questão social é re-discutida, se possível, permitindo a tomada de decisão sobre o assunto.

Dessa forma, procura-se pautar o ensino de Ciências de uma maneira diferente, afastada dos modelos arcaicos e voltada a uma educação científica com a aproximação de problemas sociais. Visto que a presença de temas envolvendo aspectos relacionados a ciência e a tecnologia influenciam diretamente o seu desenvolvimento e que os modelos tradicionais de ensino não acompanham essa evolução, a educação científica e tecnológica se torna uma questão crucial para a participação dos sujeitos imersos na sociedade atual.

Sobre a abordagem CTS, Auler (2002) destaca que não existe um discurso consensual ou uma compreensão unânime a seu respeito. De acordo com o autor, a partir de eventos, fatos, acontecimentos e problemas sociais, colocados como fator motivacional para o ensino de Ciências, busca-se fomentar o debate e o interesse dos alunos pela Física e por suas aplicações no campo tecnológico. O foco é aproximar eventos e acontecimentos com alguma relevância social sob um olhar científico e apresentar implicações sociais e éticas vinculadas a ciência e tecnologia.

O uso do elo Ciência-Tecnologia-Sociedade tem, dentre outros objetivos, a tentativa da alfabetização científica. Sendo assim, o que se pretende, por meio dessa abordagem, é formar sujeitos que sejam alfabetizados cientificamente e capazes de tomar de forma consciente e responsável decisões sobre os eventos presentes na contemporaneidade. Tomando-se a concepção de alfabetização de Paulo Freire, pode-se dizer esse processo de alfabetização deve ser levar os alunos a aprender não apenas “a decodificar palavras e símbolos nem decorar fórmulas e conceitos científicos, mas sim aprender a

fazer uma leitura crítica e significativa do mundo do qual faz parte” (Santos, 2016 pp. 46-47). Nesse aspecto a leitura crítica de mundo, a compreensão da vida cotidiana e contemporânea é que dá sentido a alfabetização científica. Portanto, ela deve ser compreendida como um meio de construir um significado prático sobre a Ciência. Onde o sujeito necessita saber não apenas o que ela é, mas também compreender como pode fazer uso no mundo.

Sobre a importância da alfabetização científica e corroborando o mencionado, Chassot (2003) enfatiza que ela representa um conjunto de conhecimentos que deve não apenas facilitar aos sujeitos a leitura do mundo onde vivem, mas uma leitura capaz de identificar “as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor” (p. 94). Continua o autor destacando que aquele que não é capaz de realizar essa leitura de mundo é considerado um analfabeto científico. Alternativamente, o que o que aprende a fazer essa leitura é capaz de posicionar-se diante a sociedade, de ler o mundo que o cerca.

Fourez (1997), por sua vez, ao inferir a alfabetização científica o que desde a perspectiva da alfabetização científica e técnica, mostrando que o conhecimento é em um conjunto de saberes globalizados, os quais permitem a crianças, jovens e adultos compreenderem o universo e reconhecerem-se no mesmo. Neste sentido, o autor dá realce a alfabetização científica como relacionada ao domínio da tecnologia (técnica), pois é ela que permite pensar e aprimorar o conhecimento.

Por fim, temos a compressão de Lorenzetti (2000) ao colocar que para termos uma sociedade democrática faz-se necessário ter indivíduos cientificamente informados em Ciências, pois a alfabetização científica torna os alunos seres capazes de resolver situações problemas presentes no cotidiano, além de favorecer a tomar decisões mais adequadas para transformar e melhorar a qualidade de vida, bem como, seus hábitos, pensando em preservar a sua saúde.

E foi a partir desse entendimento sobre a importância de favorecer a alfabetização científica, especialmente como aspecto que contribuí para a

tomada de decisão dos indivíduos em relação aos eventos sociais, mas também em relação a si próprio, que o presente estudo se ocupa de analisar a forma como o livro didático discorre sobre os acidentes nucleares, especialmente o de Goiânia.

2. Acidente nuclear de Goiânia

O presente estudo toma como objeto de discussão um caso específico – o acidente nuclear de Goiânia – e analisa a sua presença nos livros didáticos. Diante desse recorte, faz-se necessário entender esse acidente e a forma como ele ocorreu.

No ano de 1987, em Goiânia, houve uma contaminação de civis por material radioativo. O episódio ficou conhecido como o “Acidente Radiológico de Goiânia”. Dentro da Escala Internacional de Acidentes Nucleares, regulada em 7 níveis, que se diferenciam em termos de gravidade, o evento é considerado de nível 5. Como forma de comparação, registra-se que o acidente ocorrido em Chernobyl é considerado de nível 7 e em Fukushima, de nível 6. Logo, o tema deste estudo corresponde ao maior acidente radioativo vivenciado no Brasil e fora de usinas nucleares até então, e, embora já complete 30 anos em 2017, seus efeitos ainda são sentidos tanto direta quanto indiretamente.

O Instituto Goiano de Radioterapia (IGR), fundado em 1971, possuía duas máquinas de radioterapia, uma contendo cobalto-60 e a outra, césio-137. No ano de 1985, devido a problemas contratuais, o Instituto passou por uma mudança de endereço, e a máquina de radioterapia que continha o césio foi abandonada na antiga sede, a qual foi parcialmente demolida. O que restou ficou em ruínas, e a máquina permaneceu abandonada e desativada por dois anos. Ao longo desse tempo, nenhum órgão responsável ficou ciente da situação. Diante do desconhecimento do que poderiam encontrar nesse local, catadores de sucatas invadiram os escombros do antigo Instituto, em busca de objetos que pudessem vender, e tiveram acesso à máquina abandonada e, conseqüentemente, à cápsula onde se encontrava o cloreto de césio-137.

A cápsula foi retirada da máquina de radioterapia e vendida a um ferro-velho, onde foi aberta e o material radioativo pôde ser finalmente descoberto. Havia originalmente na máquina em torno de 93 gramas de césio, mas apenas cerca de 19 gramas do material foi exposto e manipulado entre os donos do ferro-velho, familiares e amigos. A luminescência do césio na ausência de luz e sua semelhança com o sal de cozinha foram as principais razões que levaram as pessoas a manipularem o material. Esse fato resultou na morte de quatro pessoas e na contaminação de aproximadamente duzentas. Além disso, estima-se que dezenas tenham morrido posteriormente, devido a complicações da contaminação, mas não há estatísticas que revelem o número exato de vítimas. A contaminação ocorreu ao longo de duas semanas, e somente após esse período, já com sintomas como náusea, diarreia e vômito, as vítimas procuraram ajuda médica.

O impacto desse acidente na sociedade local foi imenso, tanto que, passados todos esses anos, os reflexos ainda podem ser sentidos. O incidente gerou toneladas de lixo radioativo, problemas de saúde na população e afetou o setor comercial e imobiliário da região, trazendo, inclusive, dificuldades econômicas. Muitos sofrem com doenças como gastrite, hipertensão e depressão, e grande parte dessas vítimas não tem acesso a tratamentos. Outra consequência desastrosa foi o preconceito criado com relação aos moradores da cidade, devido ao medo de contaminação, e esse estigma já se estende para a segunda geração das famílias vítimas do acidente.

Buscando amenizar o impacto relatado, foi criada a Associação de Vítimas do Césio-137 (AVCésio), por meio da qual as vítimas recebem uma pensão vitalícia e obtêm os medicamentos para uso contínuo. Atualmente, a Associação conta com cerca 1.200 membros, e até o ano de 2012 cerca de cem pessoas haviam falecido devido à contaminação.

3. Pesquisa: resultados e discussão

A pesquisa realizada envolve um estudo de natureza qualitativa e bibliográfica. Em termos de pesquisa

qualitativa considera-se o mencionado por Minayo (2001) de que esse tipo de pesquisa analisa mais do que os números apresentados, voltando-se a compreensão do significado desses resultados e da forma como eles foram produzidos. Para tanto, ela utiliza um universo de significados, aspirações, valores, atitudes, que correspondem a uma maior profundidade das relações, não podendo, portanto, reduzir-se a meras variáveis numéricas. Dessa forma, mais do que identificar o número de ocorrência, o importante no caso deste estudo é apresentar a forma como os acidentes nucleares estão presentes nas obras.

Além desse caráter qualitativo, o presente estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, especialmente em termos dos procedimentos adotados na investigação. A pesquisa bibliográfica encontra-se limitada ao tema que foi selecionado como objeto de investigação, servindo como aprofundamento no assunto. Ela auxilia a identificação da forma como os objetos estão descritos em um contexto e a sua ocorrência, possibilitando responder ao problema de pesquisa com maior objetividade e segurança.

Portanto, frente ao especificado o estudo toma como referência a busca por analisar qualitativamente a forma como o acidente nuclear de Goiânia é tratado nos livros didáticos brasileiros, tomando

como fonte de consulta os livros indicados pelo PNLD 2015. Desse contexto selecionado para o estudo, foram analisados treze das quatorze obras que integram a coleção do PNLD 2015 para a área de Física. Frente a esse universo e para a análise desejada, o Quadro 1 indica as obras investigadas.

A análise permitiu identificar que apenas as obras indicadas pelos números 1, 2, 9 e 12 relatam o acidente nuclear ocorrido em Goiânia. O livro didático de autoria de Artuso, Wrublewski (2013) menciona o assunto dentro do tópico de Radioatividade e o apresenta de modo a salientar o seu impacto e influência na sociedade. O capítulo é introduzido com a questão das bombas atômicas e sua relação com o término da Segunda Guerra Mundial. A seguir, comenta-se sobre o acidente ocorrido em Chernobyl, em 1986, a explosão nas usinas e, por conseguinte, a contaminação de milhares de pessoas e a morte de algumas dezenas. Por fim, antes de passar ao próximo tópico, refere o acidente em Goiânia. A obra aborda o acidente, ainda, em um texto complementar, composto por um parágrafo e pelo relato de uma das vítimas:

A única vez que vi o céσιο foi em 26 de setembro. Meu irmão me mostrou a pedra e perguntou se ela poderia ser usada para fazer um anel. Peguei um

Quadro 1. Relação das obras selecionadas.

1. ARTUSO, A. R.; WRUBLEWSKI, M. Física . v. 3. Positivo. Curitiba. 2013.
2. BARRETO, B.; SILVA, C. X. Física – aula por aula . v. 3. 2. ed. FTD. São Paulo. 2013.
3. BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. Física 3 . 2. ed. Saraiva. São Paulo. 2013.
4. BONJORNIO, J. R. <i>et al.</i> Física . v. 3. 2. ed. FTD. São Paulo. 2013.
5. GASPAR, A. Compreendendo a Física . v. 3. 2. ed. Ática. São Paulo. 2013.
6. GONÇALVES, A.; TOSCANO, C. Física – interação e tecnologia . v.3. Leya. São Paulo. 2013.
7. GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. Física 3 . Ática. São Paulo. 2014.
8. MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Física – contexto e aplicações . v.3. Scipione. São Paulo: 2014.
9. MENESES, L.C. <i>et al.</i> Quanta Física . V. 3. 3. ed. Pearson Education. São Paulo. 2013.
10. SANT'ANA B. <i>et al.</i> Conexões com a Física . V. 3. 3. ed. Moderna. São Paulo. 2013.
11. TORRES, C. M. A. <i>et al.</i> Física – ciência e tecnologia . V. 3. 3. ed. Moderna. São Paulo. 2013.
12. VÁLIO, A. B. M. <i>et al.</i> Ser protagonista – Física . v. 3. 2. ed. SM. São Paulo. 2013.
13. YAMAMOTO, K.; FUKE, L.F. Física para ensino médio . Editora Saraiva. São Paulo. 2015. v.3

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

pedaço menor que um grão de arroz e esfreguei na palma da mão. Como era dia, não havia nenhum brilho. Ela mais parecia um pedaço de cimento. Oito dias depois, minhas mãos começaram a coçar e incharam. Sentia tonturas e náuseas. Um dia, a polícia chegou na nossa rua e começou a isolar as pessoas no estádio Olímpico. Só aí que descobri que aquela pedra era radioativa. (Artuso, Wrublewski, 2013 p. 302)

A obra traz informações de que um equipamento de radioterapia com material radioativo foi encontrado e que, ao ser violado, contaminou adultos e crianças. O texto destaca que o material radioativo foi o cloreto de cézio-137, cuja aparência é semelhante à do sal de cozinha e apresenta um brilho em ambientes escuros, fato que atraiu a curiosidade e levou a que muitos o manipulassem. A partir desse contato, explicam os autores, começaram a surgir os sintomas:

O recipiente de chumbo encontrado abrigava uma quantidade de cloreto de cézio-137 - um sal similar ao cloreto de sódio, mas que apresentava um brilho azul quando em ambientes escuros. O pó brilhante foi distribuído entre amigos e chegou a ser ingerido por crianças. Quando sintomas como náuseas, vômito e diarreia começaram a acometer os cidadãos, a vigilância sanitária detectou que se tratava de um incidente radioativo. Onze pessoas morreram e 600 foram contaminadas pela radiação. (Artuso, Wrublewski, 2013 p. 301)

O texto é complementado por informações sobre os efeitos do contato com o cézio, tais como náuseas e tonturas, e a necessidade de isolamento da região nesses casos de contaminação. Por fim, os autores relatam como as pessoas contaminadas foram tratadas e quais foram as consequências do acidente para as vítimas e para a cidade.

Barreto, Silva (2013), por sua vez, apresentam os episódios relacionados aos acidentes nucleares de forma contextualizada, evidenciando ser uma

das aplicações da energia nuclear. Os acidentes são mencionados brevemente, iniciando pelas discussões envolvendo as bombas atômicas jogadas sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki no Japão, durante a II Guerra Mundial. Na sequência, a obra aborda a importância da utilização consciente da energia nuclear:

Infelizmente, as tristes imagens das bombas atômicas - lançadas em 1945, durante a Segunda Guerra Mundial, sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki - estão fortemente relacionadas à expressão "energia nuclear". Embora essas imagens não devam ser esquecidas pela humanidade, é preciso entender que, historicamente, os conhecimentos científicos utilizados de maneira adequada beneficiaram a sociedade, melhorando a qualidade de vida das pessoas. (Barreto, Silva, 2013 p. 300)

Além disso, os autores enfatizam as experiências desastrosas ocorridas com o uso da energia nuclear, mencionando, especificamente, os acidentes ocorridos em usinas nucleares. O foco está nos acidentes de Chernobyl, em 1986, e de Fukushima, em 2011. A seguir, o descarte indevido de lixo atômico é abordado, citando-se o ocorrido em Goiânia. Por fim, o livro enfatiza o progresso e os benefícios trazidos pela Física Nuclear.

Sobre o acidente radiológico de Goiânia, é feita uma pequena menção, como exemplo de risco, um acidente de percurso, devido ao armazenamento indevido de material radioativo. Sem muitos detalhes ou aprofundamento, o evento é tratado como um fato a ser lembrado, usado como referência para ressaltar a importância de medidas de segurança e ter mais responsabilidade e informações:

É inegável que experiências desastrosas, como as das bombas nucleares ou dos acidentes ocorridos na usina nuclear na Ucrânia (Chernobyl) e no Japão (Fukushima), ou ainda o armazenamento indevido do lixo nuclear, como ocorreu em Goiânia (setembro de 1987), são fatores de risco que precisam ser superados. (Barreto, Silva, 2013 p. 300)

A terceira obra a mencionar é de autoria de Menezes *et al.* (2013) que no capítulo 4, nomeado de “Estrutura da matéria e propriedade dos materiais”, dentro dos vários tópicos apresentados, traz um intitulado “Utilidade e perigo das radiações”. Nele, em especial, é abordado os diferentes tipos de radiação (infravermelho, luz visível, ultravioleta, X e etc.), traçando um paralelo histórico com a sua descoberta, as suas aplicações e origem. Por fim, é descrito como a radiação interage com os organismos vivos, as suas consequências e benefícios.

Na sequência, é apresentado um texto complementar chamado “Conexão” no qual há uma discussão envolvendo o acidente de Goiânia. Sob o título “Goiânia, rua 57”, o texto inicia relatando a produção do céσιο-137 e o seu uso médico. Nesse sentido, o texto menciona que a origem está na fissão artificial do urânio ou plutônio, o tempo de meia-vida do céσιο, a cadeia radioativa e o elemento-filho bário-137. Na continuidade, é apontado o acidente radiológico de Goiânia, trazendo a data do ocorrido, os indivíduos envolvidos, o rompimento da cápsula contendo o material radioativo, características da cápsula, a sua localização e o “palco” do evento.

Prosseguindo o texto, é exposto um relato do escritor Fernando Gabeira (Goiânia Rua 57 - O Nuclear na Terra do Sol) expressando o ocorrido e o drama da população diante do acidente nuclear. Narrando o encontro do material com os catadores de papel, a venda do artefato para o ferro-velho, o rompimento da cápsula e a descoberta das “brilhantes pedrinhas azuis”, a aparição dos primeiros sintomas, a suspeita das pedras azuis, a força-tarefa para conter a contaminação, o desfecho do lixo atômico e a toda repercussão que envolveu o caso.

A quarta obra que se reporta ao acidente ocorrido em Goiânia é a de Válio *et al.* (2013). Nela, os autores tratam de rejeitos radioativos e reatores nucleares dentro do tópico de Combustíveis Nucleares, citando, na forma de textos complementares, as usinas de fusão nuclear e o acidente em Goiânia.

Sobre o acidente radiológico brasileiro, a obra descreve a forma como ele ocorreu, narrando que o aparelho de radioterapia foi abandonado pelo

Instituto Goiano de Radioterapia na sua antiga sede, sendo posteriormente encontrado por catadores de sucata. A cápsula com o material radioativo foi vendida para um ferro-velho, onde foi aberta pelo seu comprador e manipulada por diversas pessoas. Também descreve que, ao ter conhecimento do fato, a Comissão de Energia Nuclear tomou, imediatamente, as medidas cabíveis para conter a contaminação:

[...] o comprador, sem saber com o que estava lidando, rompeu o lacre da câmara isolante e encantou-se com o pó brilhante que havia em seu interior. No recipiente, estava a massa de quase 100g de céσιο, que se espalhou sem controle. Todos os moradores da casa começaram a passar mal, com náuseas e queimaduras. No posto de saúde, os pacientes foram medicados, mas não apresentaram nenhuma melhora. Somente quando o pó luminescente foi mencionado, aventou-se a possibilidade de uma contaminação por radiação. (Válio *et al.* 2013 p. 263)

Os autores finalizam o texto elencando as consequências do ocorrido, especialmente a quantidade de material radioativo produzido, os níveis de radiação da região e o fato de objetos como roupas, brinquedos e outros, de uso cotidiano das vítimas, terem sido colocados em cápsulas e enterrados.

Concluída a apresentação da forma como as obras abordam o acidente de Goiânia, passa-se a analisar se o modo como o acidente foi relatado contribui para as questões associadas a alfabetização científica dos estudantes na perspectiva da CTS. Examinando-as do ponto de vista da ciência, as quatro obras utilizam o acidente radiológico de Goiânia na perspectiva didática de exemplificar o conteúdo em discussão - uma consequência possível do uso da energia nuclear. Dessa análise percebe-se que não é a intensão dos autores discutir o acidente na forma de uma situação-problema que promova debates, mas sim, como uma informação trazido para complementar o tema em estudo. Teixeira

(2003) menciona a importância para um processo de alfabetização científica que os tópicos sejam abordados a partir de uma problemática extraída da sociedade e, neste sentido, caberia ao professor essa reorganização didática.

Sob a perspectiva da tecnologia, verifica-se que os textos apresentados estão pouco direcionados a contemplar essa questão. No livro de autoria de Válio *et al.* (2013), existe menção ao descarte do material radioativo contaminado, sem maiores aprofundamentos e discussões especialmente sobre o modo como o material pode ser isolado, a quantidade de rejeitos gerados e o tempo que a sua atividade radioativa irá durar. Nesse contexto, a recomendação de Teixeira (2003), de que, a partir da apresentação da problemática, o professor deve trazer à discussão questões envolvendo a tecnologia, fica prejudicada, uma vez que as obras se restringem a narrar fatos. A mesma inferência pode ser dada a partir da concepção de Fourez (1997), na qual o processo de alfabetização científica deve associar aos conteúdos aspectos da tecnologia, pois ela permite pensar e aprimorar o conhecimento.

Sobre a presença da tecnologia na vida diária das pessoas Silveira, Bazzo (2005 p. 7) lembram que:

Vivemos num mundo em que a tecnologia representa o modo de vida da sociedade atual, na qual a cibernética, a automação, a engenharia genética, a computação eletrônica são alguns dos ícones que da sociedade tecnológica que nos envolve diariamente. Por isso, a necessidade de refletir sobre a natureza da tecnologia, sua necessidade e função social.

No que diz respeito à aproximação do conteúdo com questões sociais, como rege os processos voltados a uma abordagem CTS, identifica-se que as obras se centram na discussão dos elementos associados ao modo como esse evento afetou a vida das pessoas envolvidas. As quatro obras analisadas fazem alusão ao risco ou perigo dos materiais radioativos para a sociedade, suscitando discussões entorno das relações do conhecimento com os processos socioculturais.

Sobre a importância da ênfase em questões sociais, Lopes (2010 p. 66) menciona que:

[...] as questões sociocientíficas no ensino de ciências, tem como preceito básico os sujeitos como responsáveis por suas ações. Este enfoque procura abandonar o pensamento facilitado pelas informações ideológicas prontas e se baseia na negação do pensamento previamente formado. Desta forma, o que seria tido como conhecimento pronto, como resultado irrefutável e baseado na evidência científica, agora é posto à prova, segundo as perspectivas de diferentes grupos defensores de diferentes argumentos.

Além disso, enfatizar aspectos sociais pressupõe ultrapassar o dogmatismo das disciplinas escolares que muitas vezes se centram em conteúdos a-históricos e pouco vinculados ao entorno do aluno. Isso capacita o sujeito a tomar decisões, favorecendo sua formação enquanto cidadão crítico, participante e responsável pela sociedade. Portanto, mais do que remeter a um fato histórico a discussão do acidente ocorrida em 1987, permite promover espaços de debate e de reconhecimento do impacto de suas ações.

4. Considerações finais

A análise realizada nas obras indicadas no PNLD 2015, em termos da abordagem do acidente nuclear ocorrido em Goiânia em 1987, permite inferir que ele tem sido contemplado por poucos autores, sendo geralmente relegado a uma leitura histórica e voltada a informações. Nesse sentido, o que se percebe é que essas obras apesar de terem o mérito de mencionar o acidente, não apresentam uma preocupação com questões da forma como ele pode ser abordado em sala de aula, relegando ao professor esse papel.

No que diz respeito aos aspectos sociais, tecnológicos e científicos, integrados na abordagem CTS e que estão associados a alfabetização científica, as obras analisadas eixaram a desejar, mesmo as que se reportam ao acidente. Mais do que isso, a reflexão sobre o acidente que tematizou o estudo pode

auxiliar tanto na compreensão de outros desastres nucleares quanto de outros assuntos relacionados à Física Nuclear, como produção de energia, evolução estelar, transmutação de elementos, etc.

Por fim, em razão da relevância que o livro didático representa, por ser uma ferramenta ainda muito utilizada pelos docentes, é importante que esse acontecimento esteja retratado nesses materiais, contribuindo para a formação dos estudantes que possam avaliar e discutir aspectos associado aos riscos, benefícios e à prevenção de acidentes nucleares.

5. Referencias Bibliográficas

- ARTUSO, A.R.; WRUBLEWSKI, M. **Física**. v. 3. Positivo. Curitiba. 2013.
- AULER, D. **Interação entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 257 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.
- BARRELO JUNIOR, N. **Promovendo a argumentação em sala de aula de Física Moderna e Contemporânea: uma sequência de ensino investigativo e as intervenções professor-aluno**. Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências. Doutorado em Ensino de Ciências - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2015.
- BARRETO, B.; SILVA, C. X. **Física – aula por aula**. v. 3. 2. ed. FTD. São Paulo. 2013.
- BIAZUS, M.O. Tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: interfaces de uma proposta didática para Mecânica Quântica. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília. 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Guia de Livros Didáticos PNLD 2015: apresentação**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura. 2014.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M.. Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, pp. 387-404. 2005.
- CHASSOT, Á. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique**. La Pensée Sauvage. Paris, 1991.
- DARROZ, L.M.; ROSA, C.T.W.; SILVA, J.C. Análise da abordagem de Física Nuclear nos livros didáticos de Física. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, pp. 56-72, 2017.
- EIJKELHOF, H., KORTLAND, K., LOO, F.V.D. Nuclear weapons - a suitable topic for the classroom? **Physics Education**, Bristol, v. 19, special issue, pp. 11-15. 1984.
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. 1a. ed. Ediciones Colihue. Buenos Aires. 1997.
- GIACOMELLI, A. C. Teoria da Relatividade: uma proposta didática para o Ensino Médio. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
- GIL, D.P.; SENENT, F.; SOLBES, J. La introducción a la física moderna: un ejemplo paradigmático de cambio conceptual. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra, pp. 209-210. Set. 1987.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **The radiological accident in Goiânia**. Vienna, 1988.
- LOPES, N.C. **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência.

- Mestrado em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- LORENZETTI, L. **Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais**. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Mestrado em Educação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- MENESES, L.C. *et al.* **Quanta Física**. v. 3. Pearson Education do Brasil. São Paulo. 2013.
- MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Vozes. Petrópolis. 2001.
- OFUGI, R. **Inserção da teoria da Relatividade no Ensino Médio: uma nova proposta**. Programa de Pós-Graduação em Educação. Mestrado em Educação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 5, n. 1, pp. 23-48. 2000.
- REZENDE JUNIOR., M. F; CRUZ, F. F. de S. Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: formação ou informação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 cd-rom.
- SANTOS, R. A. **O desenvolvimento de sequências de ensino investigativas como forma de promover a alfabetização científica dos alunos dos anos iniciais do ensino fundamental**. Pós-Graduação em Formação de Professores da Educação Básica. (Mestrado em Educação Básica - da Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia. 2016.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, pp. 110-132. 2000.
- SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, W.A. Ciência e Tecnologia: transformando a relação do ser humano com o mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL PROCESSO CIVILIZADOR, 9, Ponta Grossa. Atas Ponta Grossa, 2005.
- SIQUEIRA, M.R.P. **Obstáculos e saberes de professores de física no contexto de inovação com a Física Moderna e Contemporânea: um estudo de caso**. Programa de Pós-Graduação em Educação, Doutorado em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SOUZA, A.M.; GERMANO, A.S.M. **Análise de livros didáticos de Física quanto a suas abordagens para o conteúdo de Física Nuclear**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18. 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0872-2.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2017.
- STANNARD, R. Modern physics for the young. **Physics Education**, Bristol, v. 25, n. 3, p. 133. 1990.
- TEIXEIRA, P.M.M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, pp. 177-190. 2003.
- TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, pp. 209-214. Dez. 1992.
- VÁLIO, A.B.M. *et al.* **Ser protagonista – Física**. v. 3. 2. ed. SM. São Paulo. 2013.
- ZANETIC, J. **Física também é cultura**. Programa de Pós-Graduação em Educação, Doutorado em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.



UM QUESTIONÁRIO CONCEITUAL SOBRE RADIAÇÕES: PROCESSO DE ELABORAÇÃO E ANÁLISE DOS DISTRADORES

A CONCEPTUAL QUESTIONNAIRE ON RADIATIONS: FORMULATION PROCESS AND ANALYSIS OF DISTRACTORS

UN CUESTIONARIO CONCEPTUAL SOBRE RADIACIONES: PROCESO DE FORMULACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DISTRADORES

André Coelho da Silva*

Cómo citar este artículo: Coelho da Silva, A. (2019). Um questionário conceitual sobre radiações: processo de elaboração e análise dos distratores. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 63-79. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13113>

Resumo

Considerando a relevância do tema radiações no escopo da Física Moderna e Contemporânea e a pertinência em pensar e propor estratégias para investigar a compreensão conceitual de estudantes a respeito dos conteúdos de ensino, apresentamos o processo de elaboração de treze questões múltipla escolha que abarcam tópicos como raios X, emissões radioativas, radiações ionizantes e radiações não ionizantes. Concomitantemente à apresentação das questões, discutimos os raciocínios que poderiam levar os estudantes a assinalar os distratores propostos. Dada a escassez de artigos científicos sobre o assunto, especialmente no âmbito da literatura brasileira, esperamos que este trabalho possa de alguma forma inspirar o desenvolvimento e a publicação de investigações que visem a pensar aspectos associados à elaboração, à utilização e à análise de questionários conceituais de física.

Palavras chaves: questionário, radiações, distratores, física moderna e contemporânea.

Abstract

Considering the relevance of radiations topic in the scope of Contemporary and Modern Physics, and the pertinence in thinking and proposing strategies to investigate students' conceptual understanding on teaching content, we present the process of elaboration of thirteen multiple choice questions that cover topics such as X rays,

Recibido: 13 de marzo de 2018; aprobado: 22 de mayo de 2018

* Licenciado em Física e Doutor em Educação pela Unicamp (Brasil). Professor do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Itapetininga (Brasil). Correio eletrônico: andrecoelho@ifsp.edu.br - ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1354-4034>

radioactive emissions, ionizing radiation, and non-ionizing radiation. Concomitantly with the questions presented, we discussed the logic that could lead students to point out the proposed distractors. Because of lack of scientific articles on this subject, especially in Brazilian literature context, we hope that this work may somehow inspire development and publication of research aimed at thinking about aspects associated with elaboration, use, and analysis of physics conceptual questionnaires.

Keywords: Questionnaire, Radiations, Distractors, Contemporary and Modern Physics.

Resumen

Considerando la relevancia del tema de las radiaciones en el ámbito de la física moderna y contemporánea y la pertinencia en pensar y proponer estrategias para investigar la comprensión conceptual de los estudiantes acerca de los contenidos de enseñanza, se presenta el proceso de elaboración de trece cuestiones de elección múltiple que abarcan temas como rayos X, emisiones radiactivas, radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes. Concomitantemente a la presentación de las cuestiones, se discuten los razonamientos que podrían llevar a los estudiantes a señalar a los distratores propuestos. Dada la escasez de artículos científicos sobre el tema, especialmente en el ámbito de la literatura brasileña, se espera que este trabajo pueda de alguna forma inspirar el desarrollo y la publicación de investigaciones que busquen pensar aspectos asociados a la elaboración, la utilización y el análisis de cuestionarios conceptuales de física.

Palabras clave: cuestionario, radiaciones, distratores, física moderna y contemporánea.



Introdução e Justificativas

A pertinência em abordar tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio (EM) tem sido tão amplamente justificada nas últimas décadas que atualmente parece haver certo consenso no que diz respeito a essa posição, seja entre pesquisadores da área de ensino de física ou entre professores de física do ensino médio - ao menos entre aqueles que cursaram a licenciatura dos anos 2000 em diante.

Destaca-se, sobretudo, a influência exercida pelos desenvolvimentos da física ocorridos a partir do final do século XIX sobre a tecnologia e, conseqüentemente, sobre o modo de vida atualmente preponderante (Terrazan, 1992; Cuppari *et al.* 1997; Ostermann, Ferreira, Cavalcanti, 1998; Valadares, Moreira, 1998; Pinto, Zanetic, 1999; Pena, 2006; Guerra, Braga, Reis, 2007; Machado, Nardi, 2007; Silva, Almeida, 2011).

Tendo em vista a complexidade da linguagem matemática através da qual muitos conhecimentos de FMC foram produzidos/estruturados – fator que se constitui como uma das dificuldades associadas a trabalhá-los no EM (Pinto, Zanetic, 1999; Ostermann *et al.* 2009) -, há certo consenso também sobre a ideia de que só faz sentido levá-los para o EM se forem privilegiadas abordagens qualitativas – conceituais, histórico-filosóficas etc. (Silva, Almeida, 2011). Nesse sentido, faz-se pertinente investigar as concepções prévias e a compreensão conceitual de estudantes do EM e de futuros professores de física acerca de tópicos de FMC, bem como possíveis formas de realizar tais investigações.

Entre os diversos tópicos de FMC, físicos, pesquisadores em ensino de física e professores de física do EM que participaram de investigação conduzida por Ostermann, Moreira (1998) apontaram alguns deles como relevantes para a inserção no EM, entre eles: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, radioatividade,

dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, laser, supercondutores, partículas elementares e relatividade restrita. Em especial, defendemos a importância do tema radiações junto à formação dos estudantes. Justificamos tal defesa tendo em vista a intensa presença do tema nas diretrizes curriculares brasileiras para o EM e a relação entre as radiações e aspectos associados à medicina/saúde.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) seção Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – Brasil (2002) -, há o tema estruturador “matéria e radiação”, presente na física e na química. Especificamente na física, ele é sugerido para a terceira série do EM e tem como objetivo propiciar uma compreensão mais abrangente sobre a constituição da matéria, possibilitando ao estudante identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos (Brasil, 2002)¹.

Para cada tema estruturador foram sugeridas unidades temáticas. As que se referem ao tema matéria e radiação são: 1) matéria e suas propriedades; 2) radiações e suas interações; 3) energia nuclear e radioatividade; 4) eletrônica e informática (Brasil, 2002). O trecho a seguir evidencia a relação entre as radiações e a área da saúde/medicina:

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados

1. Há que se mencionar que em 2018 deverá ser homologada no Brasil a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio. Nela irão constar os tópicos que deverão ser aprendidos pelos estudantes em cada disciplina. Parece ser pertinente encará-la, portanto, como um documento que irá suplantará os PCN e, nesse sentido, novos trabalhos poderão tomá-la como principal referência para analisar diretrizes curriculares.

para o desenvolvimento da informática. [...] Nessa abordagem, uma vez que a maior parte dos fenômenos envolvidos depende da interação da radiação com a matéria, será adequado um duplo enfoque: por um lado, discutindo os modelos de constituição da matéria, incluindo o núcleo atômico e seus constituintes; por outro, caracterizando as radiações que compõem o espectro eletromagnético, por suas diferentes formas de interagir com a matéria. [...] A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência. (Brasil, 2002 p. 77)

Diversos trabalhos têm apontado que estudantes do EM possuem interesse em compreender temas relacionados à área da saúde. Trata-se de estudos realizados em países com diferentes realidades educacionais e socioculturais como Alemanha (Weltner *et al.* 1980), Estados Unidos (Jones, Howe, Rua, 2000), Grécia (Christidou, 2006), Israel (Baram-Tsabari, Yarden, 2005), Nova Zelândia (Jones, Kirk, 1990), Turquia (Cakmakci *et al.* 2012; Yerdelen-Damar, Eryilmaz, 2010) e Brasil (Silva, 2013). Uma das possíveis explicações para esse interesse é o fato de que não há nada mais específico que a saúde pessoal, uma vez que a dor e o sofrimento, por exemplo, são acessíveis de forma direta e imediata apenas à pessoa que os sente (Roth, 2014).

Considerando a argumentação desenvolvida, temos como proposta apresentar o processo de elaboração de treze questões múltipla escolha de cunho conceitual sobre as radiações (raios X, emissões radioativas, radiações ionizantes e não ionizantes etc.). As questões foram formuladas tendo como público alvo licenciandos em física. Concomitantemente à apresentação das questões, discutimos os raciocínios que poderiam levar os licenciandos a assinalar os distratores (alternativas erradas) propostos. De fato, consideramos que é a compreensão desses possíveis raciocínios o fator de maior relevância para avaliar a fidedignidade do diagnóstico feito a partir da aplicação de uma questão de múltipla escolha.

A opção por elaborar um teste conceitual múltipla escolha enquanto instrumento que visa a identificar as concepções de licenciandos em física se justifica porque esse tipo de instrumento possui, a princípio, algumas vantagens em relação a outros como entrevistas e mapas conceituais. Entre tais vantagens podemos citar: a facilidade de aplicação, a objetividade no levantamento das respostas e a possibilidade de realização de análises estatísticas com os dados (Wuttirom *et al.* 2009).

Antes de abordarmos as questões elaboradas e a análise das mesmas, apresentamos na seção seguinte os resultados de um levantamento documental por meio do qual esboçamos um panorama das pesquisas sobre testes conceituais no ensino de física, destacando também os principais elementos que levamos em conta durante o processo de produção das questões e suas alternativas.

1. Sobre os Testes Conceituais no Ensino de Física

No início da década de 1990, Hestenes, Wells, Swackhamer (1992) publicaram um artigo em que descreviam o processo de produção de 29 questões múltipla escolha sobre o conceito newtoniano de força. O conjunto dessas questões foi denominado de inventário do conceito de força (FCI: force concept inventory). Por meio dele, os autores pretendiam avaliar as concepções dos estudantes no que diz respeito à cinemática, às Leis de Newton, ao princípio da superposição de vetores e aos tipos de força. Os distratores foram formulados de maneira coerente com concepções alternativas conhecidas pela literatura da área de ensino de física.

Após a publicação do FCI, muitos pesquisadores procuraram aperfeiçoá-lo, analisá-lo e utilizá-lo em diferentes contextos de ensino – a título de exemplo podemos citar Huffman, Heller (1995); Henderson (2002); Savinainen, Scott (2002a, 2002b); Rebello, Zollman (2004); Stewart, Griffin, Stewart (2007); Savinainen, Viiri (2008); Silva, Silva, Mansor (2009); Thornton *et al.* (2009); Nieminen, Savinainen, Viiri (2010).

Enquanto instrumentos para avaliar o entendimento conceitual e identificar concepções alternativas (Martin, Mitchell, Newell, 2003), diversos inventários foram desenvolvidos no âmbito da física, entre eles: sobre luz e espectroscopia: Bardar *et al.* (2006) e Bardar *et al.* (2007); sobre calor e energia: Prince, Vigeant, Nottis (2012); sobre eletromagnetismo: Notaros (2002); sobre astronomia e ciência espacial: Sadler *et al.* (2009); sobre mecânica dos fluidos: Martin, Mitchell, Newell (2003); sobre estática: Steif, Dantzer (2005); sobre as leis de Newton: Thornton, Sokoloff (1998); sobre as propriedades das estrelas: Lopresto, e Murrell (2009); sobre circuitos elétricos: Engelhardt, Beichner (2004) e Ogunfunmi, Rahman (2010); sobre astronomia: Hufnagel (2001); sobre eletricidade e magnetismo: Ding *et al.* (2006) e Maloney *et al.* (2001); sobre energia e momento: Singh, Rosengrant (2003); sobre os gráficos de cinemática: Beichner (1994); sobre ondas: Roedel *et al.* (1994); e sobre termodinâmica: Midkiff, Litzinger, Evans (2001) e Yeo, Zadnik (2001).

Quanto aos resultados obtidos a partir da aplicação desses testes conceituais, eles acabaram surpreendendo muitos professores e pesquisadores, pois foi possível notar que mesmo estudantes que eram capazes de resolver problemas matemáticos associados à física de maneira correta assinalavam alternativas incorretas como respostas para as questões propostas. E isso também ocorria em questões que eram consideradas conceitualmente triviais (Sadaghiani, Pollock, 2015).

Especificamente no campo da física moderna, encontramos instrumentos para avaliar o entendimento conceitual de tópicos como relatividade, mecânica ondulatória, física nuclear, física de partículas e física estatística: Akarsu (2011); relatividade especial: Aslanides, Savage (2013); e elementos de física quântica, incluindo o efeito fotoelétrico: Cataloglu, Robinett (2002); McKagan, Wieman (2006); Sadaghiani, Pollock (2015); Singh (2008) e Uscinski, Larkin (2011).

De fato, como indicam Uscinski, Larkin (2011), o número de testes conceituais existentes no âmbito da física clássica supera em boa medida aqueles que

tratam da FMC. Há que se ressaltar ainda que não encontramos nenhum trabalho publicado no Brasil que tenha como foco apresentar a elaboração e/ou analisar os resultados de aplicação de inventários de conceitos no âmbito dessa área da física. Além disso, no que se refere a questões específicas sobre as radiações, as encontramos apenas em Akarsu (2011).

Nos parágrafos seguintes, discutimos alguns pontos que levamos em conta durante o processo de elaboração de nosso questionário.

Segundo Sadaghiani, Pollock (2015) a elaboração de questões e alternativas de testes conceituais de múltipla escolha é uma tarefa longa e difícil, pois requer conhecimento sobre as respostas incorretas que os estudantes costumam dar. Nesse sentido, os distratores de cada uma das treze questões foram propostos tendo em vista concepções alternativas conhecidas pela literatura da área de ensino de física, a experiência que adquirimos ministrando disciplinas de FMC num curso de licenciatura em física e aplicações das questões que temos feito durante as aulas. Vale explicitar que entendemos concepções alternativas como concepções “que diferem das aceitas pela comunidade científica” (Gravina, Buchweitz, 1994 p. 110).

Procuramos levar em conta também a sugestão de que as alternativas formuladas para uma questão sejam coerentes com a linguagem que costuma ser usada pelos estudantes, tornando-se distratores significativos para identificar possíveis concepções alternativas (Sadaghiani, Pollock, 2015).

Há que se considerar ainda a dificuldade em formular questões de cunho conceitual que não se limitem a cobrar do estudante a escrita ou a escolha de alternativas que tragam supostas definições – questões que, em nossa opinião, pouco podem contribuir junto à avaliação da aprendizagem, tais como “O que diz o princípio da incerteza de Heisenberg?”, “Quais são os dois postulados de Einstein no âmbito da relatividade restrita?” etc. Indo de encontro a esse tipo de questão, procuramos elaborar perguntas cujo enunciado remetesse a situações contextuais - nesse aspecto Yeo, Zadnik (2001) se constituíram como principal fonte de inspiração - e

para as quais a solução não dependesse exclusivamente da memorização de supostas definições, mas também da correta interpretação da situação e do efetivo relacionamento de ideias.

Notamos que algumas questões que compõem os testes conceituais associados à FMC elaborados por Cataloglu, Robinett (2002); McKagan, Wieman (2006); Singh (2008); Akarsu (2011); Uscinski, Larkin (2011); Aslanides, Savage (2013) e Sadaghiani, Pollock (2015) remetem à interpretação de equações e da notação por elas utilizada. Como as questões que formulamos têm como público alvo licenciandos – e, conseqüentemente, suas futuras atuações como professores do ensino médio –, defendemos que o entendimento de elementos relacionados às equações da física não é o foco, até porque, conforme já comentado, o formalismo matemático da FMC, em geral, é bastante complexo.

Iniciamos a elaboração das treze questões apresentadas a seguir no segundo semestre de 2015 e, desde então, as utilizamos como instrumento de avaliação da aprendizagem em uma disciplina que lecionamos em um curso de licenciatura em física de uma instituição pública brasileira. Vale pontuar que se trata de uma disciplina da área de ensino de física em que procuramos discutir as principais concepções alternativas no escopo da FMC, trabalhar elementos conceituais e históricos relacionados ao seu desenvolvimento e pensar possíveis estratégias e recursos didáticos para sua abordagem no nível médio. Assim, não se trata de uma disciplina em que os tópicos de FMC são trabalhados recorrendo ao formalismo matemático associado à física, mas sim de uma disciplina de cunho predominantemente pedagógico.

Efetuamos a aplicação do questionário da seguinte maneira: i) projetamos em uma tela as questões, uma de cada vez, lendo o enunciado e as alternativas em voz alta; ii) após o término da leitura, damos um minuto para os licenciandos – organizados em duplas ou trios – decidirem qual das alternativas acham ser a correta; iii) ao final desse tempo, pedimos para que eles levantem uma folha de papel em que esteja escrita a letra correspondente à alternativa

escolhida; iv) anotamos as opções feitas pelos grupos e passamos à correção das questões, discutindo porque apenas uma das alternativas está correta.

Conforme mencionado anteriormente, após cada aplicação do questionário, temos reformulado o enunciado das questões e as alternativas propostas, visando a melhorá-las. Para exemplificar de que forma essas alterações têm ocorrido, apresentamos a seguir a primeira versão de uma das questões:

João leu que há três tipos de radiações emitidas por elementos radioativos: alfa, beta e gama. Seus amigos complementaram das seguintes maneiras. Qual deles está correto?

a) Maria: “Os raios alfa são como núcleos do elemento químico Hélio: possuem apenas dois prótons”.

b) José: “Os raios beta podem ser negativos ou positivos, elétrons ou pósitrons” [ALTERNATIVA CORRETA].

c) João: “Os raios gama são ondas eletromagnéticas, positivas ou negativas”.

d) Ivone: “Os raios alfa são mais penetrantes que os beta e os gama, pois possuem maior massa”.

e) Regina: “Os raios gama possuem maior poder de ionização em comparação com os alfa e os beta”.

Essa questão, após sucessivas reformulações, deu origem às questões 8 e 9 apresentadas na próxima seção deste trabalho. De fato, notamos que ela englobava dois tópicos associados à radioatividade: a natureza das emissões radioativas e características a elas associadas – em específico, seus poderes de penetração e ionização, os quais estão inter-relacionados. Dessa forma, a primeira alteração realizada foi desmembrar essa questão em duas, para que cada uma delas abordasse apenas um tópico. Com isso, acreditamos ter ampliado o potencial avaliativo do questionário, afinal, os estudantes passaram a ter mais distratores versando sobre a natureza das emissões radioativas e seus poderes de ionização e penetração.

As alternativas também foram alteradas: a “a”, por exemplo, foi modificada de modo a evitar a menção ao núcleo do elemento Hélio. Justificamos

essa opção por considerarmos que sua redação possibilitava a interpretação de que apenas o número de prótons estava sendo levado em conta para realizar a comparação e não as constituições dos raios alfa e do núcleo de Hélio como um todo. Em outras palavras: está correto afirmar que, assim como o Hélio, os raios alfa possuem dois prótons. Logo, o que tornava essa alternativa um distrator era a palavra “apenas”. Entretanto, esse “apenas” pode ser interpretado como um indicativo de que a quantidade de prótons é pequena e não como um indicativo de que a alternativa está levando em conta a totalidade dos constituintes do núcleo de Hélio e dos raios alfa. Dada a sutileza desse distrator, o reformulamos: “Um raio alfa é composto por dois prótons. Portanto, esse tipo de emissão diminui o número de massa do elemento em duas unidades”. Com essa redação, procuramos evitar a ambiguidade que existia, pois um estudante que saiba que um raio alfa possui também dois nêutrons tende a concluir que a emissão desse tipo de radiação acarretará na diminuição do número de massa do elemento radioativo em quatro unidades – o que o fará notar que se trata de uma alternativa errada.

As outras alternativas dessa questão também foram modificadas, entretanto, dado o objetivo deste trabalho e a limitação de espaço, não daremos aqui detalhes de todo esse processo. Vale frisar, contudo, que as alterações efetuadas nessa e em outras questões estão pautadas na tentativa de: evitar a ocorrência de ambiguidades; abordar aspectos conceituais que consideramos importante avaliar; e englobar como distratores concepções alternativas comuns entre estudantes e/ou professores.

2. Questões Elaboradas e seus Distratores: Alguns Apontamentos

Conforme explicitamos, as questões elaboradas tratam do tema radiações. Nesse sentido, há questões sobre raios X, emissões radioativas (raios alfa, raios beta e raios gama), radiações ionizantes e não-ionizantes. Cada questão conta com cinco alternativas e apenas uma delas está correta. Após a apresentação

de cada questão, efetuamos alguns apontamentos sobre os distratores elaborados.

As questões de 1 a 5 tomam como contexto a realização de uma radiografia pela personagem fictícia Maria.

1) Por solicitação de seu dentista, Maria irá realizar uma radiografia dentária. Curiosa sobre os mecanismos envolvidos, ela pediu a seus colegas que cursam física explicações sobre o assunto. Eles lhe responderam da seguinte maneira. Qual deles está correto de acordo com a física?

a) Ivone: “Para produzir os raios X que irão ser usados pelo aparelho de radiografia são utilizados elementos radioativos”.

b) Marcos: “É importante colocar aquele colete de chumbo no tórax para evitar se expor à radioatividade que o aparelho emite”.

c) Suzane: “Os raios X são radiações produzidas por meio da desaceleração de elétrons bastante rápidos” [ALTERNATIVA CORRETA].

d) Igor: “O aparelho de radiografia emite nêutrons que ao atingirem o nosso corpo podem ou não conseguir atravessá-lo”.

e) Fabiana: “Os ossos do corpo deixam passar os raios X. Já os músculos e outros tecidos moles o absorvem”.

As alternativas “a” e “b” foram formuladas tendo em vista as concepções alternativas de que raios X e radioatividade são sinônimos e de que os elementos radioativos emitem raios X. A alternativa “d” traz consigo a concepção alternativa de que o aparelho de radiografia se utiliza de um feixe de partículas para a produção das imagens. Já a alternativa “e” está relacionada à concepção alternativa de que os raios X são capazes de atravessar tecidos mais densos como os ossos, mas não tecidos menos densos como os músculos. A experiência na observação de regiões claras e escuras em uma imagem radiográfica também pode levar à assinalação dessa alternativa, pois o fato de as regiões mais claras representarem os ossos tende a levar-nos à conclusão de que elas são as mais atingidas pelos raios X.

2) Na semana seguinte, Maria contou a seus colegas que durante a radiografia teve que usar um colete de chumbo para proteger seu tórax e seu abdome. Ela lhes questionou o motivo disso. Qual dos colegas deu a explicação correta de acordo com a física?

a) Ivone: “O colete serve para que os elementos radioativos não entrem em contato com seu corpo”.

b) Marcos: “O colete serve para que a radiação emitida pelos elementos radioativos não entre em contato com seu corpo”.

c) Suzane: “O colete tem como função manter a pessoa com a postura corporal correta durante o exame”.

d) Igor: “A função do colete é bloquear os raios X emitidos pelos elementos radioativos presentes no interior do aparelho”.

e) Fabiana: “O colete serve para evitar que os raios X atinjam partes do corpo de forma desnecessária” [ALTERNATIVA CORRETA].

As alternativas “a”, “b” e “d” foram formuladas tendo em vista as concepções alternativas de que raios X e radioatividade são sinônimos, de que os aparelhos de radiografia se utilizam de elementos radioativos no processo de produção das imagens radiográficas e de que elementos radioativos são capazes de emitir raios X. A alternativa “a” implicaria em uma contaminação radioativa. Já as alternativas “b” e “d” implicariam em sermos irradiados pela radiação emitida por elementos radioativos - quando, na verdade, somos irradiados pelos raios X produzidos pelo aparelho de maneira artificial. A alternativa “c” não tem como base nenhuma concepção alternativa, constituindo-se, a princípio, como um distrator ineficiente.

3) Alarmada com os possíveis riscos decorrentes da realização da radiografia dentária, Maria pediu a seus colegas para especificarem se havia de fato algum risco envolvido. Eles lhe responderam da seguinte maneira. Qual deles está correto de acordo com a física?

a) Ivone: “Os riscos são totalmente desprezíveis, pois os raios X não têm energia suficiente para causar danos ao ser humano”.

b) Marcos: “Os riscos são mínimos, mas existem, afinal, os raios X têm energia suficiente para causar danos ao ser humano” [ALTERNATIVA CORRETA].

c) Suzane: “Os riscos são grandes, pois a exposição aos raios X sempre causa câncer no futuro”.

d) Igor: “Os riscos são mínimos. O máximo que pode ocorrer é vermelhidão na pele”.

e) Fabiana: “Os riscos são grandes, tanto é que algumas pessoas perdem o cabelo nos dias seguintes após o exame”.

A alternativa “a” tem como base a consideração de que os raios X são radiações não-ionizantes, não tendo energia suficiente para causar danos à saúde humana. A alternativa “c” investe na concepção alternativa de que a relação entre se expor a pequenas doses de radiação ionizante e desenvolver doenças no futuro é de cunho determinístico – quando, na verdade, é de cunho probabilístico. As alternativas “d” e “e” trazem consigo a concepção alternativa de que a realização de radiografias pode acarretar em efeitos agudos como vermelhidão na pele e queda de cabelo, efeitos que só ocorrem quando a exposição à radiação ionizante ocorre em doses relativamente altas – o que não é o caso dos exames de diagnóstico médico por imagem como a radiografia.

4) Ainda confusa sobre os efeitos maléficos que a realização de uma radiografia pode causar ao ser humano, Maria pediu para seus colegas detalharem quais e de que tipos seriam tais efeitos. Qual dos colegas deu a resposta correta de acordo com a física?

a) Ivone: “Como numa radiografia somos expostos a uma dose relativamente pequena de radiação ionizante, futuramente, isso pode levar ao desenvolvimento de tumores. Ainda que a probabilidade seja pequena” [ALTERNATIVA CORRETA].

b) Marcos: “Como numa radiografia somos expostos a uma dose relativamente pequena de radiação ionizante, não há a possibilidade de haver qualquer efeito, seja logo após o exame ou no futuro”.

c) Suzane: “Como numa radiografia somos expostos a uma dose relativamente alta de radiação ionizante, nas horas ou dias após o exame podemos sentir

efeitos agudos como vermelhidão na pele, queda de cabelo e mal-estar”.

d) Igor: “Como numa radiografia somos expostos a uma dose relativamente alta de radiação ionizante, futuramente, isso pode levar ao desenvolvimento de tumores”.

e) Fabiana: “Como numa radiografia não somos expostos à radiação ionizante, mas sim aos raios X, não há qualquer tipo de possível efeito maléfico, nem a curto e nem a longo prazo”.

Os distratores dessa questão combinam dois pares de concepções alternativas: a de que a dose de radiação ionizante que recebemos em radiografias é relativamente alta (alternativas “c” e “d”) ou inexistente (alternativa “e”); e a de que os possíveis efeitos em realizar uma radiografia são agudos (alternativa “c”) ou inexistentes (alternativas “b” e “e”).

5) Convencida pelos colegas de que a realização de uma radiografia implica em possíveis efeitos maléficos a longo prazo, Maria gostaria de entender o motivo disso. Seus colegas lhe responderam da seguinte maneira. Qual deles está correto de acordo com a física?

a) Ivone: “É que radiações ionizantes como os raios X têm energia suficiente para arrancar elétrons de nossos átomos” [ALTERNATIVA CORRETA].

b) Marcos: “É que radiações ionizantes como os raios X têm energia suficiente para quebrar os núcleos de nossos átomos”.

c) Suzane: “É que radiações ionizantes como os raios X têm energia suficiente para arrancar nêutrons de nossos átomos”.

d) Igor: “É que radiações ionizantes como os raios X têm energia suficiente para fazer nossos átomos vibrarem de forma mais acentuada”.

e) Fabiana: “É que radiações ionizantes como os raios X têm energia suficiente para causar a fusão de nossos átomos”.

Embora todos os distratores apontem de maneira correta os raios X como um tipo de radiação ionizante, eles diferem entre si no que diz respeito à

forma como as radiações ionizantes agem quando em contato com os átomos que compõem o corpo humano. A alternativa “b” traz consigo a concepção alternativa de que os raios X são capazes de fissionar nossos átomos. Estudantes que tenham algum conhecimento sobre o processo de geração de energia em usinas nucleares podem acabar assinalando essa alternativa ao lembrarem que nesse tipo de usina ocorre a fissão nuclear do material utilizado como combustível (em geral, compostos de urânio). Já a alternativa “d” traz consigo a concepção alternativa de que os raios X são capazes de agitar nossos átomos, algo semelhante ao efeito da radiação (não-ionizante, isto é, menos energética) utilizada pelos fornos de micro-ondas. Estudantes que tenham algum conhecimento sobre o funcionamento desse artefato tecnológico podem acabar assinalando essa alternativa por acreditarem se tratar do mecanismo pelo qual todas as radiações interagem com a matéria. As alternativas “c” e “e” não têm como base nenhuma concepção alternativa, constituindo-se, a princípio, como distratores ineficientes.

As questões de 6 a 13 tomam como contextos a visualização de um documentário sobre radioatividade por João e a realização de um exame de tomografia por emissão de pósitron (PET) por seu pai.

6) João assistiu um documentário sobre radioatividade e ficou em dúvida sobre a diferença entre os conceitos de radiação, radiação ionizante, raios X e radioatividade. Seus colegas responderam o seguinte. Qual deles está correto do ponto de vista da física?

a) Ademir: “Radiação e radiação ionizante são sinônimos, pois toda radiação é ionizante”.

b) Jéssica: “Raios X e radioatividade são sinônimos, pois todo elemento radioativo emite raios X”.

c) Marcos: “Pelo fenômeno da radioatividade, elementos radioativos emitem radiações. Elas podem ser ionizantes ou não”.

d) Rafaela: “Todos os tipos de radiação ionizante são provenientes de elementos radioativos”.

e) Arnaldo: “Apenas alguns tipos de radiação são ionizantes. Os raios X, por exemplo” [ALTERNATIVA CORRETA].

A alternativa “a” foi formulada tendo em vista a concepção alternativa de que toda radiação causa danos ao ser humano, quando, na verdade, apenas as radiações ionizantes têm energia suficiente para causar danos aos seres humanos (embora haja controvérsias a respeito no âmbito da própria ciência). A alternativa “b” tem como base a confusão entre raios X e radioatividade. A alternativa “c” indica que as radiações emitidas por elementos radioativos podem não ser ionizantes. Entretanto, tanto os raios gama quanto os raios alfa e beta são ionizantes. Já a alternativa “d” está relacionada à concepção alternativa de que as radiações ionizantes só podem ser emitidas por elementos radioativos. Em síntese, portanto, os distratores dessa questão se fundamentam em sentidos que costumam circular pelo senso comum, como os de que a palavra “radiação” está relacionada à radioatividade e implica em perigo.

7) O documentário que João assistiu mencionava que no final do século XIX os cientistas notaram que as radiações emitidas por elementos radioativos eram extremamente duradouras. Tentando sanar a curiosidade de João a respeito da origem dessas emissões, seus colegas explicaram da seguinte maneira. Qual deles está correto do ponto de vista da física?

a) Ademir: “Isso ocorre porque os elementos radioativos absorvem muita radiação solar para depois emitir outros tipos de radiação”.

b) Jéssica: “Isso ocorre porque os elementos radioativos se envolvem em reações químicas que liberam energia”.

c) Marcos: “Isso ocorre porque os elementos radioativos absorvem energia do ambiente de maneira contínua a fim de emitirem radiação”.

d) Rafaela: “Isso ocorre porque os núcleos atômicos dos elementos radioativos sofrem transformações” [ALTERNATIVA CORRETA].

e) Arnaldo: “Isso ocorre porque os elétrons atômicos dos elementos radioativos absorvem energia para depois reemiti-la”.

As alternativas “a” e “c” estão relacionadas a concepções alternativas que em determinados

momentos históricos foram defendidas pelos próprios cientistas que estavam estudando o fenômeno da radioatividade. Henri Becquerel, tido como o descobridor da radioatividade, interpretou o fenômeno como um tipo especial de fosforescência – algo como se o material estocasse energia recebida de outra fonte para depois reemiti-la (Martins, 1990). A própria Marie Curie, defensora da ideia de que a energia emitida pelos elementos radioativos era proveniente do próprio material, num primeiro momento, sugeriu que eles absorviam radiação do ambiente para depois reemiti-la (Martins, 2003). A alternativa “b” investe na concepção alternativa de que a radioatividade tem relação com reações químicas, necessitando de reagentes, por exemplo. Já a alternativa “e” foi formulada tendo em vista a concepção alternativa de que a radioatividade é um fenômeno eletrônico, quando, na verdade, trata-se de um fenômeno nuclear.

8) João lembrou que os elementos radioativos podem emitir três tipos de radiação: raios alfa, raios beta e raios gama. Seus colegas complementaram das seguintes maneiras. Qual deles está correto do ponto de vista da física?

a) Ademir: “Um raio beta nada mais é do que um elétron. Esse tipo de emissão tem origem fora do núcleo do elemento, isto é, na eletrosfera”.

b) Jéssica: “Um raio alfa é composto por dois prótons. Portanto, esse tipo de emissão diminui o número de massa do elemento em duas unidades”.

c) Marcos: “Um raio gama é uma onda eletromagnética. Logo, esse tipo de emissão não acarreta a transmutação do elemento radioativo” [ALTERNATIVA CORRETA].

d) Rafaela: “A emissão de um raio beta não implica na ocorrência de uma transmutação, pois o número de prótons e nêutrons do elemento não se altera”.

e) Arnaldo: “Os raios gama são similares aos raios X. A única diferença é que eles podem ser negativos ou positivos”.

A alternativa “a” foi formulada tendo em vista a concepção alternativa de que a radioatividade é

um fenômeno eletrônico. Nesse sentido, poderia se pensar que a emissão de um raio beta menos (um elétron extremamente rápido) ocorreria a partir da eletrosfera e não do núcleo atômico. A alternativa “b” conta com o esquecimento de que os raios alfa são compostos não apenas por dois prótons, mas também por dois nêutrons. A alternativa “d” investe no desconhecimento do processo pelo qual um raio beta é emitido – a transformação de um próton em um nêutron no decaimento beta mais e a transformação de um nêutron em um próton no decaimento beta menos. Nesse sentido, num decaimento beta, tanto o número de prótons quanto o número de nêutrons serão alterados. Já a alternativa “e” tem como base a concepção alternativa de que os raios gama podem ter carga elétrica, quando, na verdade, por serem ondas eletromagnéticas assim como os raios X, não faz sentido pensar em cargas elétricas.

9) Ainda sobre as características associadas a cada um dos três tipos de radiação emitidos pelos elementos radioativos, os colegas de João acrescentaram o seguinte. Qual deles está correto do ponto de vista da física?

a) Ademir: “Por terem carga elétrica, os raios alfa e os raios beta têm maior poder de penetração na matéria em comparação aos raios gama”.

b) Jéssica: “Por serem ondas eletromagnéticas e não terem carga elétrica, os raios gama têm maior poder de ionização em comparação aos raios alfa e beta”.

c) Marcos: “Os poderes de penetração na matéria e de ionização são inversamente proporcionais” [ALTERNATIVA CORRETA].

d) Rafaela: “Quanto maior o poder de penetração na matéria, maior o poder de ionização”.

e) Arnaldo: “Por terem maior massa, os raios alfa possuem maior poder de penetração em comparação aos raios beta e gama”.

As alternativas dessa questão exploram a forma pela qual os estudantes relacionam os conceitos de potencial de penetração na matéria e potencial de ionização. Do ponto de vista científico, radiações

(corpúsculares ou eletromagnéticas) sem carga elétrica tendem a penetrar distâncias maiores na matéria, pois as cargas elétricas das radiações podem interagir com as cargas elétricas da matéria – o que explica também o motivo pelo qual radiações com carga elétrica possuem maior poder de ionização. Assim, as alternativas “a”, “b” e “d” invertem a lógica associada a tais conceitos. Já a alternativa “e” investe na concepção alternativa de que quanto maior a massa da partícula, maior seu poder de penetração na matéria. A assinalação dessa alternativa pode ter como raciocínio a analogia com situações macroscópicas como a colisão entre um veículo e uma parede. Pode-se pensar: “Por ter maior massa, um caminhão conseguiria atravessar uma parede espessa, diferentemente de um carro”.

10) João lembrou que o documentário que assistiu também comentava sobre o conceito de meia-vida física. Seus colegas interviram e complementaram das seguintes maneiras. Qual deles está correto do ponto de vista da física?

a) Ademir: “Meia-vida é o tempo para que metade dos núcleos radioativos se transformem em outros núcleos” [ALTERNATIVA CORRETA].

b) Jéssica: “Meia-vida é o tempo para que metade dos núcleos deixem de ser radioativos”.

c) Marcos: “Meia-vida é o tempo para que metade dos núcleos se tornem radioativos”.

d) Rafaela: “O tempo de meia-vida depende bastante das condições de temperatura e pressão”.

e) Arnaldo: “Meia-vida é o tempo que um núcleo radioativo leva para decair”.

A alternativa “b” foi formulada tendo em vista a não consideração das chamadas séries radioativas: quando um núcleo radioativo decai ele se transforma em outro núcleo que também costuma ser radioativo. Somente após uma longa série de decaimentos é produzido um núcleo estável. A alternativa “c” implica na concepção alternativa de considerar que os elementos vão se tornando radioativos com o passar do tempo. A alternativa

“d” investe na concepção alternativa de que o tempo de meia-vida pode variar sensivelmente na dependência de fatores como temperatura e pressão, quando, na verdade, trata-se de um parâmetro que depende apenas de qual é o elemento radioativo em questão. Já a alternativa “e” está relacionada à concepção alternativa de que o conceito de meia-vida é determinístico e válido para núcleos de forma individual. Há que se lembrar, contudo, que tal conceito só faz sentido estatisticamente, ou seja, quando há uma amostra com muitos núcleos radioativos (um núcleo pode decair antes ou depois do tempo de meia-vida).

11) Alguns meses depois, o pai de João teve que realizar uma PET (tomografia por emissão de pósitrons). Pesquisando sobre o assunto, João leu que nesse tipo de exame são utilizados elementos tornados radioativos de forma artificial. Questionou então seus colegas a respeito de características da radioatividade induzida. Eles lhe responderam das seguintes maneiras. Qual deles está correto de acordo com a física?

a) Ademir: “A meia-vida dos elementos tornados radioativos por esse processo pode ser regulada”.

b) Jéssica: “Mesmo na radioatividade induzida não é possível controlar quando um núcleo radioativo vai emitir radiação” [ALTERNATIVA CORRETA].

c) Marcos: “A radioatividade induzida implica na transformação de elementos. Flúor se transforma em Urânio, por exemplo”.

d) Rafaela: “Pela radioatividade induzida é possível também remover a radioatividade de elementos radioativos”.

e) Arnaldo: “O conceito de meia-vida não pode ser aplicado a elementos radioativos produzidos por meio desse processo”.

A alternativa “a” investe na concepção alternativa de que na radioatividade induzida se pode escolher qual será a meia-vida do elemento produzido. A alternativa “c” tem como base a concepção alternativa de que seria possível transmutar elementos de maneira artificial, algo como uma alquimia. A alternativa “d” foi formulada tendo em vista a

concepção alternativa de que é possível cancelar a radioatividade de elementos radioativos, tornando-os estáveis. Já a alternativa “e” não tem como base nenhuma concepção alternativa, constituindo-se, a princípio, como um distrator ineficiente.

12) João disse que após fazer a PET seu pai teve que ficar isolado por algumas horas, sem contato com outras pessoas. Curioso sobre o motivo disso, João leu em uma página da internet que na PET o paciente fica radioativamente contaminado por algumas horas. Confuso sobre tal conceito, ele pediu para que seus colegas lhe dessem exemplos de outras situações em que uma pessoa fica contaminada e de situações em que não ocorre contaminação, mas somente irradiação. Qual dos colegas de João deu um exemplo correto de acordo com a física?

a) Ademir: “Quando uma pessoa faz uma radiografia ela fica contaminada pelos raios X”.

b) Jéssica: “Quando uma pessoa vai a Angra dos Reis, volta de lá contaminada por ficar próxima das usinas nucleares”.

c) Marcos: “Técnicos que trabalham tirando radiografias ficam contaminados pelos raios X”.

d) Rafaela: “Em acidentes nucleares como o da usina de Chernobyl as pessoas podem ser radioativamente contaminadas” [ALTERNATIVA CORRETA].

e) Arnaldo: “Pessoas que investigam acidentes radioativos usam máscaras para evitar serem irradiados”.

Ao oferecerem possíveis exemplos, todos os distratores dessa questão investem na compreensão deficiente dos conceitos de contaminação e irradiação. Destacamos as alternativas “a” e “c” como os distratores mais eficientes, pois parece fazer parte do senso comum a concepção alternativa de que os raios X vão se acumulando no ser humano. Ao realizarmos radiografias estaríamos sendo contaminados por esse tipo de radiação – o que seria ainda mais grave com relação aos técnicos que trabalham realizando tais exames.

13) O médico do pai de João explicou a ele que naturalmente estamos expostos à radiação ionizante proveniente dos raios cósmicos e de materiais como

o granito e a argila. Disse também que, na média mundial, cada pessoa recebe por ano uma dose de radiação ionizante proveniente de fontes naturais de cerca de 2,4 mSv. João gostaria de saber se os exames de diagnóstico médico por imagem implicam em doses maiores ou menores que essa. Seus colegas comentaram o seguinte. Qual deles está correto?

a) Ademir: “Uma radiografia dentária implica em receber uma dose de radiação ionizante maior que 5 mSv. Portanto, deve-se evitar tal tipo de exame”.

b) Jéssica: “Exames como a radiografia e a tomografia computadorizada não utilizam radiações ionizantes e, portanto, a dose recebida ao realizá-las é zero”.

c) Marcos: “Em geral as tomografias computadorizadas implicam em doses da ordem de 0,001 mSv. Logo, realizá-las não traz qualquer risco à saúde”.

d) Rafaela: “As tomografias computadorizadas costumam envolver doses maiores que 2,4 mSv. Em contrapartida, produzem imagens melhores que as radiografias” [ALTERNATIVA CORRETA].

e) Arnaldo: “Tanto as radiografias quanto as tomografias computadorizadas costumam envolver doses menores que 2,4 mSv”.

As alternativas dessa questão exploram a capacidade dos estudantes em relacionar/comparar as doses de radiação ionizante recebidas na realização de exames de diagnóstico médico por imagem com a dose de radiação ionizante recebida anualmente de fontes naturais. A alternativa “a” implica em um duplo equívoco: afirmar que nas radiografias as doses recebidas costumam ser maiores que 2,4 mSv e que tal tipo de exame deve ser evitado. A alternativa “b” tem como base a concepção alternativa de que nas radiografias e tomografias computadorizadas não são utilizadas radiações ionizantes – quando, na verdade, ambas utilizam raios X. A alternativa “c” também implica em um duplo equívoco: afirmar que nas tomografias computadorizadas as doses recebidas costumam ser menores que 2,4 mSv e que realizá-las não traz risco à saúde – vale ressaltar que a posição cientificamente dominante defende que qualquer exposição à radiação ionizante traz riscos à saúde humana (por menor que seja o valor

da dose envolvida). Já a alternativa “e” se equivoca ao afirmar que as tomografias computadorizadas também costumam envolver doses menores que 2,4 mSv.

3. Considerações Finais

Esperamos que este trabalho possa de alguma forma inspirar o desenvolvimento e a publicação de mais investigações que visem a pensar aspectos associados à elaboração, à utilização e à análise de questionários conceituais de física. Nesse sentido, talvez suas principais contribuições sejam a apresentação de um panorama das pesquisas sobre testes conceituais no ensino de física e a proposição de um questionário conceitual sobre um tema para o qual não encontramos questionários documentados. Por outro lado, acreditamos que sua principal limitação seja a não apresentação de resultados formais da aplicação das questões elaboradas. Conseqüentemente, esperamos que elas venham a ser aplicadas em diferentes oportunidades - não somente com turmas da nossa instituição -, possibilitando, assim, a coleta e a análise sistemática dos resultados obtidos pelos estudantes. Tais análises poderão proporcionar o aperfeiçoamento dos enunciados e especialmente das alternativas, pois elaborá-las foi a principal dificuldade com a qual nos deparamos. De fato, não se mostrou tarefa simples redigir alternativas que fomentassem os estudantes a pensar, inter-relacionando ideias para julgar suas pertinências. Em outras palavras: nossa maior dificuldade foi limitar o uso de alternativas que pudessem ser avaliadas como certas ou erradas apenas a partir da memorização de supostas definições da física.

Por fim, não descartamos a possibilidade de que as questões elaboradas possam ser usadas também no início do curso, funcionando como instrumentos para o levantamento de concepções prévias. Nesse caso, contudo, há que se considerar a pertinência em tentar adaptar os distratores das questões, uma vez que distratores que se mostram razoáveis ao final do curso podem não ser efetivos no início do mesmo (Rebello, Zollman, 2004).

4. Referências Bibliográficas

- AKARSU, B. Evaluating College Students' Conceptual Knowledge of Modern Physics: Test of Understanding on Concepts of Modern Physics (TUCO-MP). **European Journal of Physics Education**, Kayseri, Turquia, v. 2, n. 1, pp. 11-16, 2011.
- ASLANIDES, J. S.; SAVAGE, C. M. Relativity concept inventory: Development, analysis, and results. **Physical Review - Physics Education Research**, Nova York, EUA, v. 9, n. 1, pp. 1-10, 2013.
- BARAM-TSABARI, A.; YARDEN, A. Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. **International Journal of Science Education**, Londres, Reino Unido, v. 27, n. 7, pp. 803-826, 2005.
- BARDAR, E. M. *et al.* The Need for a Light and Spectroscopy Concept Inventory for Assessing Innovations in Introductory Astronomy Survey Courses. **Astronomy Education Review**, Washington, EUA, v. 4, n. 2, pp. 20-27, 2006.
- BARDAR, E. M. *et al.* Development and Validation of the Light and Spectroscopy Concept Inventory. **Astronomy Education Review**, Washington, EUA, v. 5, n. 2, pp. 103-113, 2007.
- BEICHNER, R. J. Testing student interpretation of kinematics graphs. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 62, n. 8, pp. 750-762, 1994.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+)**. Brasília, 2002.
- CAKMAKCI, G. *et al.* Investigating Turkish Primary School Students' Interest in Science by Using Their Self-Generated Questions. **Research in Science Education**, Dordrecht, Holanda, v. 42, n. 3, pp. 469-489, 2012.
- CATALOGLU, E.; ROBINETT, R. W. Testing the development of student conceptual and visualization understanding in quantum mechanics through the undergraduate career. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 70, n. 3, pp. 238-251, 2002.
- CHRISTIDOU, V. Greek Students' Science-related Interests and Experiences: Gender differences and correlations. **International Journal of Science Education**, Londres, Reino Unido, v. 28, n. 10, pp. 1181-1199, 2006.
- CUPPARI, A. *et al.* Gradual introduction of some aspects of quantum mechanics in a high school curriculum. **Physics Education**, Bristol, Reino Unido, v. 32, n. 5, pp. 302-308, 1997.
- DING, L. *et al.* Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. **Physical Review - Physics Education Research**, Nova York, EUA, v. 2, n. 1, pp. 1-7, 2006.
- ENGELHARDT, P. V.; BEICHNER, R. J. Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 72, n. 1, pp. 98-115, 2004.
- GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, Brasil, v. 16, n. 1-4, 1994.
- GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, Brasil, v. 29, n. 4, p. 575-583, 2007.
- HENDERSON, C. Common Concerns About the Force Concept Inventory. **The Physics Teacher**, College Park, EUA, v. 40, n. 9, pp. 542-547, 2002.
- HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. **The Physics Teacher**, College Park, EUA, v. 30, n. 3, pp. 141-158, 1992.
- HUFFMAN, D.; HELLER, P. What does the force concept inventory actually measure? **The Physics Teacher**, College Park, EUA, v. 33, n. 3, pp. 138-143, 1995.
- HUFNAGEL, B. Development of the Astronomy Diagnostic Test. **Astronomy Education Review**, Washington, EUA, v. 1, n. 1, pp. 47-51, 2001.
- JONES, A. T.; KIRK, C. M. Gender differences in students' interests in applications of school physics.

- Physics Education**, Bristol, Reino Unido, v. 25, n. 6, pp. 308-313, 1990.
- JONES, M. G.; HOWE, A.; RUA, M. J. Gender Differences in Students' Experiences, Interests, and Attitudes toward Science and Scientists. **Science Education**, Madison, EUA, v. 84, n. 2, pp. 180-192, 2000.
- LOPRESTO, M. C.; MURRELL, S. R. Using the Star Properties Concept Inventory to Compare Instruction with Lecture Tutorials to Traditional Lectures. **Astronomy Education Review**, Washington, EUA, v. 8, n. 1, pp. 1-5, 2009.
- MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção e validação de um sistema hipermédia para o ensino de física moderna. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, Espanha, v. 6, n. 1, pp. 90-116, 2007.
- MALONEY, D. P. *et al.* Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 69, n. S1, pp. 12-23, 2001.
- MARTIN, J.; MITCHELL, J.; NEWELL, T. **Development of a concept inventory for fluid mechanics**. *In*: Frontiers In Education Conference, IEEE, 2003.
- MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, Brasil, v. 7, n. especial, pp. 27-45, 1990.
- MARTINS, R. A. As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 1, n. 1, pp. 29-41, 2003.
- MCKAGAN, S. B.; WIEMAN, C. E. **Exploring Student Understanding of Energy through the Quantum Mechanics Conceptual Survey**. *In*: Physics Education Research Conference Proceedings, 2006.
- MIDKIFF, K. C.; LITZINGER, T. A.; EVANS, D. L. **Development of Engineering Thermodynamics Concept Inventory Instruments**. *In*: Frontiers in Education Conference, 2001.
- NIEMINEN, P.; SAVINAINEN, A.; VIIRI, J. Force Concept Inventory-based multiple-choice test for investigating students' representational consistency. **Physical Review - Physics Education Research**, Nova York, EUA, v. 6, n. 2, pp. 1-12, 2010.
- NOTAROS, B. M. **Concept inventory assessment instruments for electromagnetics education**. *In*: Antennas and Propagation Society International Symposium, IEEE, 2002.
- OGUNFUNMI, T.; RAHMAN, M. **A concept inventory for an Electric Circuits course: Rationale and fundamental topics**. *In*: International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), IEEE, 2010.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Tópicos de Física Contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica Delphi**. *In*: VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Florianópolis, 1998.
- OSTERMANN, F.; FERREIRA, L. M.; CAVALCANTI, C. J. H. Tópicos de Física Contemporânea no ensino médio: um texto para professores sobre supercondutividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, Brasil, v. 20, n. 3, pp. 270-288, 1998.
- OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H.; PRADO, S. D.; RICCI, T. F. Fundamentos da física quântica à luz de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, Espanha, v. 8, pp. 1094-1116, 2009.
- PENA, F. L. A. Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de física moderna e contemporânea na sala de aula? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, Brasil, v. 28, n. 1, pp. 1-2, 2006.
- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, Brasil, v. 16, n. 1, pp. 7-34, 1999.
- PRINCE, M.; VIGEANT, M.; NOTTIS, K. Development of the Heat and Energy Concept Inventory: Preliminary Results on the Prevalence and Persistence of Engineering Students' Misconceptions. **Journal of Engineering Education**, Medford, EUA, v. 101, n. 3, pp. 412-438, 2012.

- REBELLO, N. S.; ZOLLMAN, D. A. The effect of distracters on student performance on the force concept inventory. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 72, n. 1, pp. 116-125, 2004.
- ROEDEL, R.J. *et al.* **The Wave Concepts Inventory-an assessment tool for courses in electromagnetic engineering**. In: *Frontiers in Education Conference, IEEE*, 1999.
- ROTH, W. Personal Health - Personalized Science: A new driver for science education? **International Journal of Science Education**, Londres, Reino Unido, v. 36, n. 9, pp. 1434-1456, 2014.
- SADAGHIANI, H. R.; POLLOCK, S. J. Quantum mechanics concept assessment: Development and validation study. **Physical Review - Physics Education Research**, Nova York, EUA, v. 11, n. 1, pp. 1-14, 2015.
- SADLER, P. M. *et al.* The Astronomy and Space Science Concept Inventory: Development and Validation of Assessment Instruments Aligned with the K-12 National Science Standards. **Astronomy Education Review**, Washington, EUA, v. 8, n. 1, pp. 1-26, 2009.
- SAVINAINEN, A.; SCOTT, P. Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching. **Physics Education**, Bristol, Reino Unido, v. 37, n. 1, pp. 53-58, 2002a.
- SAVINAINEN, A.; SCOTT, P. The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning. **Physics Education**, Bristol, Reino Unido, v. 37, n. 1, pp. 45-52, 2002b.
- SAVINAINEN, A.; VIIRI, J. The Force Concept Inventory as a Measure of Students Conceptual Coherence. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Dordrecht, Holanda, v. 6, n. 4, pp. 719-740, 2008.
- SILVA, A. C. **Leitura sobre ressonância magnética nuclear em aulas de física do ensino médio**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Educação, Campinas (SP), 2013.
- SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Física Quântica no Ensino Médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, Brasil, v. 28, n. 3, pp. 624-652, 2011.
- SILVA, T. H.; SILVA, G. S. F.; MANSOR, M. **O Uso do Inventário dos Conceitos de Força Para Análise das Concepções de Mecânica Newtoniana de Alunos de Licenciatura em Física**. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.
- SINGH, C. Student understanding of quantum mechanics at the beginning of graduate instruction. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 76, n. 3, pp. 277-287, 2008.
- SINGH, C.; ROSENGRANT, D. Multiple-choice test of energy and momentum concepts. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 71, n. 6, pp. 607-617, 2003.
- STEIF, P. S.; DANTZLER, J. A. A Statics Concept Inventory: Development and Psychometric Analysis. **Journal of Engineering Education**, Medford, EUA, v. 94, n. 4, pp. 363-371, 2005.
- STEWART, J.; GRIFFIN, H.; STEWART, G. Context sensitivity in the force concept inventory. **Physical Review - Physics Education Research**, Nova York, EUA, v. 3, n. 1, pp. 1-6, 2007.
- TERRAZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de Física na escola de 2º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, Brasil, v. 9, n. 3, pp. 209-214, 1992.
- THORNTON, R. K.; SOKOLOFF, D. R. Assessing student learning of Newton's laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. **American Journal of Physics**, Melville, EUA, v. 66, n. 4, pp. 338-351, 1998.
- THORNTON, R. K. *et al.* Comparing the force and motion conceptual evaluation and the force concept inventory. **Physical Review - Physics Education Research**, Nova York, EUA, v. 5, n. 1, pp. 1-8, 2009.
- USCINSKI, J.; LARKIN, T. L. **Probing a Deeper Understanding of Modern Physics Concepts**. In: 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Rapid City, 2011.

- VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, Brasil, v. 15, n. 2, pp. 121-135, 1998.
- WELTNER, K. *et al.* Interest of Intermediate-Level Secondary Students in Physics and Technology. **European Journal of Science Education**, Kayseri, Turquia, v. 2, n. 2, pp. 183-189, 1980.
- WUTTIPROM, S. *et al.* Development and Use of a Conceptual Survey in Introductory Quantum Physics. **International Journal of Science Education**, Londres, Reino Unido, v. 31, n. 5, pp. 631-654, 2009.
- YEO, S.; ZADNIK, M. Introductory Thermal Concept Evaluation: Assessing Students' Understanding. **The Physics Teacher**, College Park, EUA, v. 3, pp. 496-504, 2001.
- YERDELEN-DAMAR, S.; ERYILMAZ, A. Questions About Physics: The Case of a Turkish 'Ask a Scientist' Website. **Research in Science Education**, Dordrecht, Holanda, v. 40, n. 2, pp. 223-238, 2010.



ATTITUDES DE ALUNOS EM RELAÇÃO A SERES VIVOS E ECOSISTEMAS

STUDENT ATTITUDES TOWARDS LIVING BEINGS AND ECOSYSTEMS

ACTITUDES DE ALUMNOS EN RELACIÓN A LOS SERES VIVOS Y LOS ECOSISTEMAS

David Figueiredo de Almeida^{*}, Yolanda Maria Barros Marcello^{**},
Anthony Basílio Dalmácio Cordeiro^{***}, Nayron Costa Alves^{****}

Cómo citar este artículo: Figueiredo de Almeida, D., Barros Marcello, Y. M., Dalmácio Cordeiro, A. B. y Costa Alves, N. (2019). Atitudes de alunos em relação a seres vivos e ecossistemas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 80-87. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13185>

Resumo

Investigando as atitudes de alunos de uma escola secundária da Amazônia brasileira, observamos, por exemplo, que não há diferenças estatisticamente significativas na atitude estética dos alunos em relação a Cerrado (um tipo brasileiro de Savana) e Desertos. Oceanos, mesmo não fazendo parte da geografia local, sobressaíram-se em relação ao Cerrado, em todos os casos. As evidências indicaram ainda que a Floresta Amazônia é o ecossistema mais apreciado pelos alunos. Em relação aos Seres Vivos, as atitudes dos alunos para Microorganismos foram mais negativistas que a Plantas e Animais, enquanto que esses últimos se destacaram mais em atitudes dos tipos utilitarista, estética, ecológica e naturalista. Sugerimos a importância de atividades educativas que valorizem a formação de atitudes culturalmente diversas em relação aos organismos e aos ecossistemas pouco apreciados pelos alunos.

Palavras chaves: educação ambiental, estética, ecologia, Brasil.

Abstract

When investigating student attitudes from a secondary school in the Brazilian Amazon, we observed no significant differences between the aesthetic attitude of students living

Recibido: 27 de marzo de 2018; aprobado: 15 de junio de 2018

* Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP. Doutorando na Universidade de São Paulo – USP, (Brasil). Correo eletrônico: lparadoxa@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7836-1162>

** Técnica em Edificações pelo IFAP. Bacharelanda em Física na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, (Brasil). Correo eletrônico: yolandamarcello@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-3078>

*** Técnico em Edificações pelo IFAP, (Brasil). Correo eletrônico: anthonydalmacio76@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8749-2671>

****Técnico em Edificações pelo IFAP. Licenciando em Física na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, (Brasil). Correo eletrônico: nayroncostaalves@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8630-5929>

in the Cerrado (Brazilian Savanna) and in deserts. Oceans stood out in comparison to the Cerrado, even though they are not part of the local geography. Evidence pointed out that the Amazon Forest is the ecosystem most appreciated by the students. Respect to student attitudes towards living things, we observed that in front of microorganisms were more negativistic than towards plants and animals. In the latter category, they stood out in attitudes like the utilitarian, aesthetic, ecologists, and naturalistic. We highlight that educational activities are important to encourage education of culturally diverse attitudes towards the organisms and ecosystems little appreciated by students.

Keywords: Environmental Education, Aesthetics, Ecology, Brazil.

Resumen

Estudiando actitudes de alumnos de una escuela secundaria de la Amazonia brasileña, observamos, por ejemplo, que no hay diferencias estadísticamente significativas en la actitud estética de los alumnos en relación a Cerrado (un tipo brasileño de Sabana) y desiertos. Aun cuando los océanos no forman parte de la geografía local, sobresalieron en relación al Cerrado, en todos los casos. Las evidencias indicaron además que la selva amazónica es el ecosistema más apreciado por los alumnos. En cuanto a los seres vivos, las actitudes de los alumnos a microorganismos fueron más negativas que a plantas y animales, mientras que estos últimos se destacaron más en actitudes de los tipos utilitarista, estético, ecológico y naturalista. Sugerimos la importancia de actividades educativas que tengan en cuenta la formación de actitudes culturalmente diversas en relación a los organismos y a los ecosistemas poco apreciados por los alumnos.

Palabras clave: educación ambiental, estética, ecología, Brasil.



Introdução

Neste artigo, analisamos atitudes de alunos de ensino médio em relação a seres vivos e a ecossistemas, usando como ponto de referência uma tipologia apresentada pelo ecologista social Stephen Robert Kellert, da Escola de Estudos Florestais e Ambientais da Universidade de Yale. A Tipologia de Kellert (TK) foi desenvolvida entre 1973 e 1976 durante um estudo sobre os pontos de vista da população norte-americana sobre animais (Kellert, 1984). A TK se modificou ao longo do tempo. Para o presente trabalho, adotamos a versão descrita em Kellert (1996), com nove categorias de atitudes:

Utilitarista: Nessa categoria, a ênfase está na exploração material dos seres vivos e ecossistemas. Como exemplos, podemos citar plantas medicinais, espécies importantes na alimentação e ecossistemas usados na exploração mineral.

Dominionista: Ecossistemas ou espécies de seres vivos podem ser parte de atividades que têm como objetivo aperfeiçoar capacidades físicas e mentais humanas, como esportes. Isso ocorre com a caça esportiva, kayakismo, surf, etc.

Negativista: Muitas espécies e ecossistemas despertam nas pessoas sentimentos de medo e/ou aversão. Isto ocorre principalmente com insetos, sapos, serpentes, morcegos, grandes carnívoros e, em alguns casos, florestas consideradas perigosas. No conto Hansel & Gretel (João e Maria, no Brasil), por exemplo, uma floresta é considerada perigosa em decorrência da presença de lobos, espíritos malignos, trolls e bruxas canibais.

Estética: Ênfase na agradabilidade visual proporcionada por algumas seres vivos/ecossistemas, especialmente os multicoloridos, com texturas, brilhos e formas chamativos. Inclui os peixes de aquário, plantas ornamentais e paisagens paradisíacas.

Simbólica: Para algumas pessoas, as borboletas podem simbolizar o amor, as andorinhas a liberdade e os pombos brancos a paz. Elementos naturais podem também simbolizar datas comemorativas ou servirem de inspiração em composições musicais e cultura material.

Moralista: Envolve uma preocupação para com o tratamento dado pelos seres humanos à natureza. Nessa categoria, as pessoas demonstram indignação em relação aos maus-tratos contra animais, plantas e ambientes.

Humanista: Tipo de valor muito frequente em relação a animais de estimação, que despertam sentimentos de afeto, união, companheirismo. Envolve, ainda, certa antropomorfização de outros organismos, como ocorre nos contos de fada, em que alguns animais possuem comportamentos e sentimentos exclusivamente humanos.

Ecológica: Ênfase na apreciação das interações dos seres vivos entre si e com o meio, independente de interesses humanos. A polinização causada por muitos insetos, a “limpeza” ambiental realizado por urubus e o fato de as árvores servirem de habitat para muitos organismos, mesmo nos casos em que tais situações não envolvem benefícios conhecidos aos seres humanos, por parte das pessoas que apresentam este tipo de valoração.

Naturalista: Caracteriza-se pela apreciação de atividades ao ar livre, em contato com o que muito se chama por vida selvagem. Muitas pessoas preferem se afastar dos grandes centros urbanos e passar algum tempo em ambientes pouco urbanizados, em contato com rios, florestas, campos, etc.

Não é difícil perceber, a partir dessa descrição, que uma situação pode abranger mais de um domínio da TK. Por exemplo, uma situação de aprendizagem desenvolvida em uma Unidade de Conservação, pode combinar valores naturalistas, estéticos, moralistas, etc. A onça-pintada, no trabalho de Almeida, Maniva, Campos (2015), é considerada por algumas pessoas como um animal bonito (valor estético) e perigoso (valor negativista), ao mesmo tempo. Porém, é provável que na maioria dos casos possamos falar em valor prioritário, ou seja, o valor considerado mais importante por certa pessoa, em certo momento. Então, os valores da TK não se excluem, mas se complementam.

No contexto escolar, a TK pode permitir o mapeamento de atitudes de alunos e professores em relação à natureza, o que é importante para o planejamento

de situações para a aprendizagem. Por exemplo, se o professor detectou que a importância médica de alguns seres vivos (tubarões, cobras, baratas) não é tão reconhecida ou é ignorada, ele poderá explorar isto em sala de aula (Almeida, Vasconcelos, Strecht-Ribeiro, 2014). No estudo de Almeida, Maniva, Campos (2015), as atitudes negativas tangentes à onça-pintada (*Panthera onca*) também se associaram à atitude de não proteção da espécie. Num caso como esse, é evidente que o ensino poderá ser diferenciado comparando-se a outros contextos, em que as atitudes para com a onça-pintada são diferentes. A importância de atitudes ambientais é flagrante nos casos de organismos frequentemente hostilizados, como serpentes, morcegos, invertebrados diversos, grandes carnívoros (Kellert, 1993; Kellert, 1996; Prokop, Özel, Uşak, 2009; Prokop, Fančovičová, Kubiátko, 2009; Wagler, Wagler, 2011).

No geral, o uso da TK na literatura científica se direciona principalmente aos animais. No presente trabalho, interessamo-nos por também conhecer atitudes de alunos em relação aos outros grupos de seres vivos e alguns tipos de ecossistemas. Outra relevância deste trabalho diz respeito às circunstâncias em que ele se desenvolveu: uma zona pouco conhecida na Amazônia brasileira. Por razões históricas, as pesquisas sobre a TK se concentram nos países do Hemisfério Norte. Assim, estudos em contextos pouco investigados são importantes para sabermos o quanto as análises aí realizadas aproximam-se ou afastam-se dos achados tradicionalmente investigados.

1. Método

Investigamos em uma escola de ensino médio de Macapá, cidade localizada na Amazônia brasileira, às margens do Rio Amazonas, onde ecossistema predominante é a Floresta Amazônica, junto a combinações de Cerrado (um tipo de Savana) e de outros ecossistemas, como Campos Inundados (Drummond, Pereira, 2007). No entorno de Macapá, o Cerrado está sujeito a distúrbios, como pastagens, plantações de *Pinus*, abertura de estradas,

etc. (Drummond, Pereira, 2007). Entretanto, a cidade de Macapá está inserida numa região com alta proporção de áreas naturais legalmente protegidas.

Participaram deste estudo 108 alunos, sendo 62 do gênero masculino (57,4%) e 46 do gênero feminino (42,6%), com idade entre 14 e 18 anos, os quais responderam a um questionário que continha nove sentenças generalistas construídas a partir das nove categorias da TK. Por exemplo, para as categorias estética e utilitarista, respectivamente, construímos os seguintes itens: “Tem como característica a beleza (cores, formas, brilhos e/ou texturas)”; “Importante para a sobrevivência humana como fonte de alimento, remédio, matéria-prima e/ou outros recursos”. Os alunos opinaram se os itens construídos se aplicavam, num nível de 1 a 5, a cada grupo de ser vivo (ex.: Bactérias, Plantas, Animais) e tipo de ecossistema (ex.: Floresta Amazônica, Cerrado, Oceanos) apresentados no questionário. Usamos, portanto, afirmativas com respostas no formato de Likert (1932).

Para a análise dos dados, observamos a média aritmética e o desvio-padrão (σ) de cada item do questionário, para cada tipo de ecossistema e de ser vivo. Comparações múltiplas entre as médias ocorreram pelos testes de Kruskal-Wallis e de Nemenyi, considerando $p < 0,05$ para diferenças significativas, contudo, em razão da grande quantidade de dados, optamos por enfatizar e por discutir os principais padrões encontrados e alguns casos atípicos em relação ao conjunto de dados.

2. Resultados

O item ecológico superou os demais itens inspirados na TK, em todos os tipos apresentados de ecossistemas (Figura 1) e de seres vivos (Figura 2), sempre com médias superiores a 3.0. Todavia, as diferenças entre o item ecológico e os demais não foram significativas em todos os casos. Por exemplo, ao tratar-se de Montanhas, o item estético ($4,37\sigma: 1,02$) foi tão elevado quanto o ecológico ($4,38\sigma: 0,97$). Para Vírus, não houve diferença significativa entre o item ecológico ($3,26\sigma: 1,50$) e o negativista ($3,22\sigma: 1,60$).

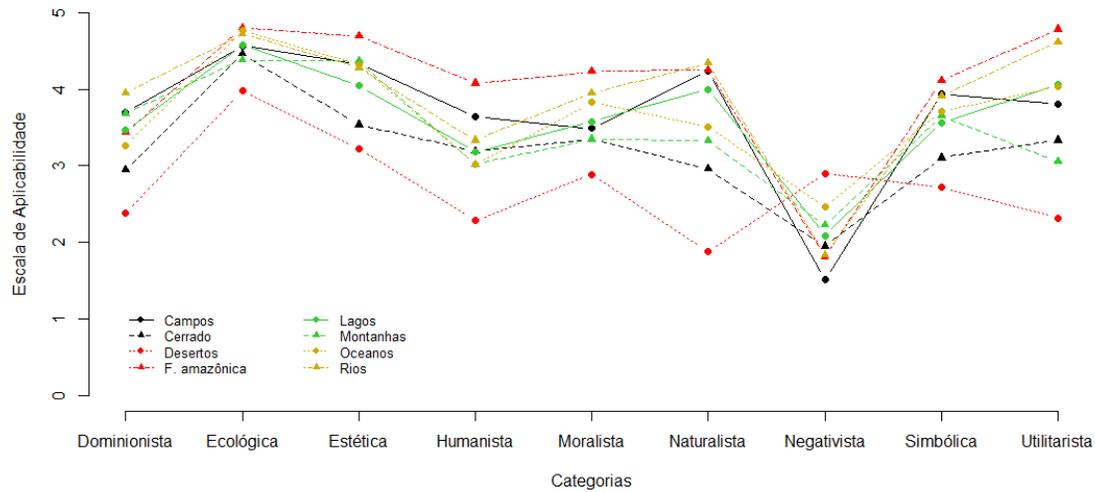


Figura 1. Médias das respostas dos alunos para os ecossistemas, por categoria de Kellert.

Fonte: autores.

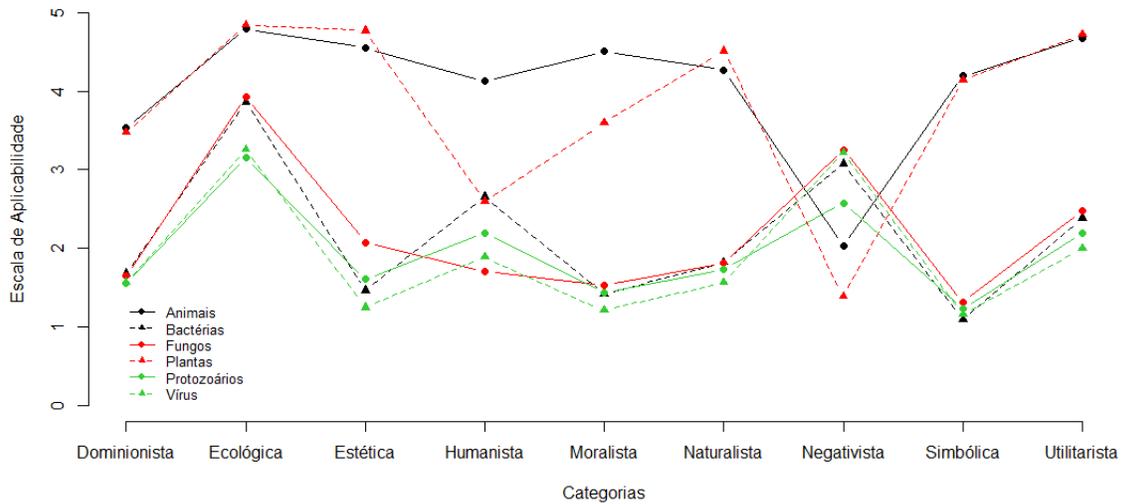


Figura 2. Médias das respostas dos alunos para os grupos de seres vivos, por categoria de Kellert.

Fonte: autores.

Além disso, considerando as médias gerais de cada ecossistema, em todos os itens, a Floresta Amazônica (4,02σ:1,39) superou os demais ecossistemas, exceto Rios (3,88σ:1,40). Por outro lado, a média geral de Desertos (2,73σ:1,48) foi consideravelmente inferior às médias dos demais ecossistemas,

enquanto a de Cerrados (3,20σ:1,43) foi a segunda menor.

Já a média estética (3,54σ:1,37) de Cerrados, por uma diferença pouco significativa, só não foi menor que a de Desertos. Semelhantemente, no restante das categoriais, Cerrados foi superado pelos demais

ecossistemas. Por exemplo, Oceanos, ainda que não façam parte da geografia local, pontuaram mais que Cerrado em todos os aspectos. Sobre os Seres Vivos, a média geral de Animais (4,08 σ :1,33) foi significativamente maior que as dos demais organismos, sem exceção. A menor média geral foi de Vírus (1,90 σ :1,38), que não registrou diferença significativa apenas em relação aos Protozoários(1,96 σ :1,27).

Em seguida, Plantas e Animais obtiveram médias superiores a 4.0 na maioria dos itens, ao passo que Vírus, Bactérias, Protozoários e Fungos tenderam a registrar médias inferiores a 2.0 (Figura 2). Apenas no item negativista estes organismos se sobressaíram. Fungos registraram a maior média negativista (3,26 σ : 1,33), mas esta média não diferiu significativamente da média negativista de Vírus (3,22 σ :1,60), Bactérias (3,08 σ : 1,42) e Protozoários (2,58 σ :1,37). Assim, pareceu evidente que Plantas e Animais foram mais apreciados pelos alunos que os organismos mais simples.

3. Discussão

O discurso ecológico está amplamente difundido na sociedade moderna. Alguns autores sugeriram relação positiva entre as atitudes ecológicas e os níveis de escolaridade (Kellert, 1996; Rowe, 2006; Zimmermann, Wabakken, Dötterer, 2001). Segundo Samir, Wolfgang (2014), o nível educacional no mundo aumentou ao longo do século XX e continuará crescendo nas próximas décadas. Então, espera-se que as pessoas passem a apreciar cada vez mais os organismos e os ecossistemas do ponto de vista ecológico, dessa forma, pensamos que os resultados para o item ecológico, apresentados no presente artigo, estejam conectados a essa globalização do discurso ecológico, com a mediação da escola. É importante mencionar, porém, que nem sempre essa valoração segue padrões acadêmicos, conforme o verificado por Páramo, Galvis (2010), que estudaram crianças em contextos culturais distintos: um grupo integrado ao sistema convencional acadêmico da Colômbia, provenientes de famílias camponesas e urbanas, e outro participante de uma

tribo da amazônia colombiana, Uitoto. Em tal pesquisa, ambos apresentaram forte valoração ecológico-científica, apesar de o primeiro ter apreendido a maior parte do conhecimento sobre fauna e flora local em sala de aula, enquanto o segundo a partir do contato direto e rotineiro com a natureza.

Ao contrário do caráter relativamente recente da mundialização do discurso ecológico, a atitude estética em relação a Montanhas tem atravessado diferentes culturas por muito tempo (Struminsk, 2003; Lund, 2005). No presente estudo, os dados sobre o item estético para Montanhas talvez sejam mais explicados por fatores externos (mídia, por exemplo), em razão da inexistência desse tipo de ambiente nas proximidades de Macapá. Nessa região, porém, são moderadamente populares as formações rochosas do tipo “inselbergs”, que se localizam numa área extremamente remota e quase inacessível do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque. A distância entre este parque e Macapá é de aproximadamente 246 quilômetros.

O grande destaque dado à Floresta Amazônica, na maioria dos itens que apresentamos aos alunos, pode ser justificado pelo fato de esse ser um ecossistema de grande apelo popular em decorrência da sua elevada riqueza biológica e da prestação de serviços ecossistêmicos, bem como, também é influente a proximidade, já que os sujeitos de pesquisa residem no referido ecossistema e, para Hunter, Brehm (2004), a orientação de valores resulta das experiências de vida. Isso também explica as atitudes dos alunos mediante a Rios, pois o principal ponto de encontro dos jovens de Macapá é uma praça construída em frente ao Rio Amazonas e conhecida popularmente como “Praça Beira Rio”, assim como também é comum famílias visitarem os “balneários”, regiões com rios e igarapés que oferecem momentos de lazer ao ar livre (atitude naturalista) e natação (atitude dominionista).

As atitudes dos alunos diante do Cerrado não estiveram à altura da importância deste tipo de ecossistema, o segundo maior do Brasil e um dos principais hotspots para a conservação da biodiversidade

mundial (Klink, Machado, 2005). Professores entrevistados por Bizerril, Faria (2003), numa região brasileira com forte presença de Cerrado, foram unânimes em afirmar que o ecossistema não é tratado em suas escolas ou é tratado superficialmente. Esses autores registraram ainda que alguns alunos imaginam o Cerrado como um lugar triste, vazio, seco, pobre em seres vivos e sem importância. Assim, a tímida valoração deste ecossistema parece não ser uma peculiaridade do contexto aqui investigado. Nossos dados, porém, não são totalmente sombrios para o Cerrado. Por exemplo, os alunos tenderam a concordar com o item ecológico para este ecossistema.

As baixas médias para Desertos são certamente consequências do fato de este ser considerado um ambiente extremo, onde ocorrem altas temperaturas e escassez de água. Desertos também possuem baixa diversidade faunística (Corbalán, Debandi, 2008), o que pode diminuir sua valoração pelas pessoas. Embora a concordância dos alunos em relação ao item negativista não tenha sido tão alta, é mais simples inferir que esta visão dos desertos como ambientes extremos explique a baixa valoração desses ecossistemas pelos alunos. Exemplo disso é o item naturalista dos Desertos, que apresentou uma das menores médias na TK para os ecossistemas, conseqüentemente, se Desertos são ambientes extremos, é plausível esperar um baixo interesse em experiências diretas neste tipo de ecossistema (atitude naturalista).

Em relação aos Seres Vivos, microorganismos tendem a receber menos atenção que organismos multicelulares, como Animais e Plantas (Kellert, 1996; Cockell, 2008; Schwarz, André, Sevegnani, 2012), visto que o pequeno tamanho destes seres torna difícil, por exemplo, a apreciação estética (Hargrove, 1989). Isso ajuda a explicar o desempenho inferior de vírus, bactérias e protozoários na maioria dos itens. Por outro lado, a interferência dos microorganismos na saúde humana é mais facilmente notada que outras interferências, o que explica o destaque dos microorganismos no item negativista.

4. Considerações Finais

Nossa análise sobre as atitudes dos alunos nos permite inferir que: a) os organismos mais simples são muito menos significativos para os alunos que os organismos mais complexos; b) nem sempre os ecossistemas mais levados em conta pelos alunos são aqueles que fazem parte de sua realidade geográfica. A consistência dessas conclusões com a literatura e, principalmente, com aspectos da realidade local, nos ajuda a validar o método adotado.

Nós reconhecemos e incentivamos também o uso de outras abordagens para o estudo da Tipologia de Kellert no contexto escolar, como as autobiografias e outros métodos qualitativos, que podem ser de grande utilidade para aprofundar a descrição das atitudes dos alunos em relação à natureza.

No que diz respeito ao aqui reportado, consideramos importante discutir, em ambiente escolar, as múltiplas visões sobre os Microorganismos. Não se trata de substituir um tipo de atitude por outro, mas de reconhecer que esses seres também são importantes dos pontos de vista ecológico e utilitarista, por exemplo. A mesma sugestão se aplica a ecossistemas como Cerrado e Desertos. Se as atitudes são formadas com as experiências e se tornam estáveis ao longo do tempo (Lukas, Ross, 2014), então o ensino pode ser organizado de modo a favorecer a formação de visões mais diversificadas.

5. Reconhecimentos

Una parte de este trabajo fue financiada por el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Amapá – IFAP (Brasil).

6. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, A.; VASCONCELOS, C.; STRECHT-RIBEIRO, O. Attitudes toward animals: a study of portuguese children. *Anthrozoos*, Sydney, v. 27, n. 2, pp. 173-190, 2014.
- ALMEIDA, D.; MANIVA, L.; CAMPOS, C. The value of the jaguar (*Panthera onca*) according to

- secondary students. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, pp. 123-132, 2015.
- BIZERRIL, M.; FARIA, D. A escola e a conservação do cerrado: uma análise do ensino fundamental do Distrito Federal. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, n. 10, pp. 19-31, 2003.
- COCKELL, C. Environmental ethics and size. **Ethics and the Environment**, Indiana, v. 13, n. 1, pp. 23-39, 2008.
- CORBALÁN, V. ; DEBANDI, G. La Lacertofauna de Mendoza: Lista actualizada, distribución y riqueza. **Cuadernos de Herpetología**, Buenos Aires, v. 22, n. 4, pp. 05-24, 2008.
- DRUMMOND, J.; PEREIRA, M. **O Amapá nos tempos do manganês: um estudo sobre o desenvolvimento de um estado amazônico**. Garamond Universitária. Rio de Janeiro: Brasil, 2007.
- HARGROVE, E. Foundations of Environmental Ethics. **Philosophy East and West**, Honolulu, v. 42, n. 1, pp. 175-177, 1992.
- HUNTER, L.; BREHM, J. A Qualitative Examination of Value Orientations Toward Wildlife and Biodiversity by Rural Residents of the Intermountain Region. **Research in Human Ecology**, Bar Harbor, v. 11, n. 1, pp. 13-26, 2004.
- KELLERT, S. American attitudes toward and knowledge of animals: an up- date. In: FOX, M.; MICKLEY, L. **Advances in animal welfare science**. The Humane Society of the United States. Washington: Estados Unidos, 1984. pp. 177-213.
- KELLERT, S. Values and perceptions of invertebrates. **Conservation Biology**, Washington, v. 7, n. 4, pp. 845-855, 1993.
- KELLERT, S. **The value of life: biological diversity and human society**. Island Press. Nova York: Estados Unidos, 1996, 282p.
- KLINK, C.; MACHADO, R. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Brasília, v. 1, n. 1, pp. 147-155, 2005.
- LIKERT, R. **A Technique for the Measurement of Attitudes**. The Science Press. New York: Estados Unidos, 1932, 55p.
- LUKAS, K.; ROSS, L. Naturalistic exhibits may be more effective than traditional exhibits at improving zoo-visitor attitudes toward african apes. **Anthrozoos**, Sydney, n. 27, pp. 435-455, 2014.
- LUND, K. Seeing in Motion and the Touching Eye: Walking over Scotland's Mountains. **Etnofoor**, Amsterdam, n. 18, pp. 27-42, 2005.
- PÁRAMO, P.; GALVIS, C. Conceptualizaciones acerca de los animales en niños de la sociedad mayoritaria y de la comunidad indígena Uitoto en Colombia. **Folios**, Bogotá, n. 32, pp. 111-124, 2010.
- PROKOP, P., FANCOVICOVÁ, J. ; KUBIATKO, M. Vampires Are Still Alive: Slovakian Students' Attitudes toward Bats. **Anthrozoos**, Sydney, v. 22. N. 1, p. 19-30, 2009.
- PROKOP, P., ÖZEL, M.; UŞAK, M. Cross-cultural comparison of students attitudes toward snakes. **Society and Animals**, Ann Arbor, n. 17, pp. 224-240, 2009.
- ROWE, D. Análisis de la percepción del oso pardo cantábrico entre la población oriental y occidental. 199p. **Doutorado en "Planificación Territorial y Desarrollo Regional**, Universitat de Barcelona, 2006.
- SCHWARZ, M., ANDRÉ, P.; SEVEGNANI, L. Children's representations of the biological richness of the mata atlântica biome. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 18, n. 1, pp. 155-172, 2012.
- STRUMINSK, E. A ética do montanhismo. **Desenvolvimento e Ambiente**, Curitiba, n. 7, pp. 121-130, 2003.
- WAGLER, R.; WAGLER, A. Arthropods: Attitude and incorporation in preservice elementary teachers. **International Journal of Environmental & Science Education**, Kazan, v. 6, n. 3, pp. 229-250, 2011.
- ZIMMERMANN, B., WABAKKEN, P.; DÖTTERER, M. Human-carnivore interactions in Norway: How does the re-appearance of large carnivores affect people's attitudes and levels of fear? **Forest Snow and Landscape Research**, Birmensdorf, v. 76, n. 1, pp. 137-153, 2001.



A TRADIÇÃO DE PESQUISA SEGUNDO LAUDAN EM EDUCAÇÃO EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS NUM EVENTO DE ENSINO DE CIÊNCIAS

THE LAUDAN RESEARCH TRADITION IN NON-FORMAL EDUCATION SPACES, IN A SCIENCE TEACHING EVENT

LA TRADICIÓN DE INVESTIGACIÓN PARA LA EDUCACIÓN EN ESPACIOS NO FORMALES SEGÚN LAUDAN, EN UN EVENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Saulo Cezar Seiffert Santos^{*}, Márcia Borin da Cunha^{}**

Cómo citar este artículo: Seiffert Santos, S.C. y Borin da Cunha, M. (2019). A tradição de pesquisa segundo Laudan en educação em espaços não formais num evento de ensino de ciências. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 88-107. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13369>

Resumo

A pesquisa em Educação Não Formal em Ciências tem crescido no Brasil, principalmente em eventos. No Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências – ENPEC essa discussão está presente em uma linha temática desde 1997, e recebe trabalhos de todo o país. Assim, aqui o questionamento é se essa temática possui tradição própria de pesquisa nos termos de Larry Laudan, na obra “O Progresso e seus Problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico” e se possui diferenças em relação aos outros campos de pesquisa na Educação em Ciências. Diante disso, o objetivo da pesquisa é analisar os trabalhos do ENPEC nas edições de 2011 a 2017 com base no Modelo Reticulado de Racionalidade – MRR de Laudan. Foram encontrados 114 trabalhos com os descritores “não formal”. A pesquisa é de cunho qualitativo e seus dados são tratados pelos pressupostos da análise de conteúdo com a técnica análise categorial temática com base nas categorias do MRR. O uso dos indicadores junto às categorias métodos, teorias e fins/metabolismos possibilitou verificar uma grande diversidade de trabalhos, públicos, métodos e reflexões. Foi, contudo, verificada em poucos trabalhos a influência museológica para a educação em ciências, mas uma lógica própria nessa

Recibido: 24 de mayo de 2018; aprobado: 21 de junio de 2018

* Doutorando em Educação em Ciências no PPGCEM, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE (Brasil). Professor Assistente do Departamento de Biologia no Instituto de Ciências Biológicas na Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM (Brasil). Correio eletrônico: sauloseiffert@ufam.edu.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7890-1886>

** Pós-doutora em Educação na Universidade Federal de São João del-Rei (Brasil). Professora Associada da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemático - PPGCEM, Campus de Cascavel-PR (Brasil). Correio eletrônico: borin.unioeste@gmail.com – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3953-5198>

temática denominável de Tradição em Educação Não Formal em Ciências com os campos de Enriquecimento Cultural, Complementaridade Escolar e Exploração de Alternativas Não Formais.

Palavras chaves: epistemologia, Larry Laudan, educação informal, educação científica.

Abstract

Research in Non-Formal Education in Sciences has grown in Brazil, mainly in events. At the National Meeting of Researchers in Science Education (ENPEC, in Portuguese) this discussion has been present in a thematic line since 1997 and receives works from all over the country. Thus, we ask whether this theme has its own research tradition, according to LAUDAN (2011) and if it has differences in relation to other research fields in Science Education. Therefore, the objective of this research is to analyze the work of ENPEC in its editions from 2011 to 2017 based on Laudan's Reticulated Rationality Model (RRM). We found 114 studies with descriptors "non-formal". This research was qualitative whose data follow the assumptions of the content analysis with the technique categorical analysis based on the MRR categories. The use of indicators along the categories methods, theories and goals enabled (RRM) to verify a great diversity of works, public, methods, and reflections. However, the museological influence for science education has been verified in a few papers, but a logic of its own in what we call the Non-Formal Education in Science with the fields of Cultural Enrichment, School Complementarity, and Non-formal Alternative Exploitation.

Keywords: Epistemology, Larry Laudan, Informal Education, Science Education.

Resumen

La investigación en educación no formal en ciencias ha crecido en Brasil, principalmente en eventos. En el Encuentro Nacional de Investigadores en Educación en Ciencias (ENPEC) estuvo presente esta discusión en una línea temática desde 1997 y recibió trabajos de todo el país. Así, cuestionamos si esa temática posee tradición propia de investigación, de acuerdo con Laudan (2011), y si se tienen diferencias en relación con los otros campos de investigación en la educación en ciencias. El objetivo de esta investigación es analizar los trabajos del ENPEC en las ediciones de 2011 a 2017 con base en el modelo reticulado de racionalidad (MRR) de Laudan. Se encontraron 114 trabajos con los descriptores "no formal". La referida investigación es de carácter cualitativo, cuyos datos siguen presupuestos del análisis de contenido con la técnica de análisis categorial temática con base en las categorías del MRR. El uso de los indicadores junto a las categorías métodos, teorías y fines/metapasibilitaron (MRR) verificar una gran diversidad de trabajos, públicos abordados, métodos y reflexiones. Sin embargo,

se verificó que trabajan muy poco la influencia museológica para la educación en ciencias, aún cuando existe una lógica propia en esa temática, que llamamos *tradicón en educación no formal en ciencias* con los campos de enriquecimiento cultural, complementariedad escolar y exploración de alternativas no formales.

Palabras clave: epistemología, Larry Laudan, educación informal, educación científica.



Introdução

Nos últimos anos a temática da “educação em espaço não formal” tem crescido na pesquisa em educação em ciências como alternativa metodológica ou didática de conteúdos formais (escolares), ou para contribuição na divulgação científica aberta para o público geral (Ovigli, 2015; Marques, Freitas, 2017).

Ovigli (2015) denominou essa temática de “educação não formal em ciência” e a ela associa as atividades em museus de ciências [e tecnologia]. Esse autor destaca que esse tipo de pesquisa foi contemplado em uma linha de investigação que foi criada no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, organizado pela Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação em Ciências – ABRAPEC:

A escolha pela caracterização da educação em museus de ciências como subcampo da Educação em Ciências relaciona-a diretamente à linha de pesquisa – constituída no contexto da educação científica – intitulada Educação em Espaços Não Formais e Divulgação Científica, área temática presente nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec) desde sua primeira edição, em 1997. (Ovigli, 2015 p. 582)

Bendrath (2014) apresenta outro temo, a “Educação Não Formal”, termo que foi um conceito de política educacional internacional, a partir do final da década de 1960, como alternativa educacional em países em desenvolvimento, devido aos problemas com a educação formal em não suprir as necessidades de seus cidadãos. Sendo que um dos

documentos importantes da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, em 1972, intitulado *Learning to be: the world of education today and tomorrow*, chamado de “*The Faure report*”¹, estabeleceu alvos quanto à “educação ao longo da vida” (*lifelong education*) e à “sociedade de aprendizagem” (*learning society*). Nesse documento são apresentadas a educação formal e a educação não formal como alternativas educativas.²

Nesse contexto, os museus de ciências são inseridos como educação não formal, mas sofrem influências das circunstâncias históricas quanto a se inserirem em educação formal ou informal. Sua missão, contudo, continua presente e, segundo o Conselho Internacional de Museus (*International Council of Museums – ICOM*), a definição de museu continua sendo a de

[...] instituição de interesse público que tem a finalidade de conservar, estudar, expor e valorizar os testemunhos materiais do homem e de seu ambiente, para educação e lazer da sociedade. (Ovigli, 2015, p. 582)

Os museus de ciências são considerados uma categoria em que são locados também outros espaços, como os centros de ciências, os aquários, os zoológicos, os jardins botânicos, os centros de tecnologia e outros ligados à apresentação de artefatos e de objetos de exposição para o desenvolvimento cultural (Maciel, Fachín-Terán, 2014).

Todavia, a linha do ENPEC de Educação em Espaços Não Formais e Divulgação Científica está relacionada à difusão científica. A difusão científica abarca todo e qualquer processo ou recurso

1. Tradução livre: “Aprender a ser: o mundo da educação hoje e amanhã”, “O Relatório Faure” (ou seja, de Edgar Faure / 1908-1988), estadista francês. Foi primeiro ministro da França e ocupou vários cargos políticos. Em 1969 ocupou o Ministério da Educação Nacional, de que o relatório trata).
2. Com propósito de distinguir o “não formal” do “formal” e do “informal”, é importante entender que não há nomenclatura consensual. Normalmente se atribui ao termo “formal” à atividade escolar (conteúdo programático, avaliação compulsória, certificada e chancelada pelo Estado, entre outras características) e o termo “informal” é associado à aprendizagem livre e comunitária ocorrida na convivência espontânea (família, igreja, comunidades de práticas, etc.). Esses termos qualificadores podem fazer relação com os termos educação, ensino, aprendizagem, espaço, entre outros. Dependendo do quadro teórico e do problema elencado.

utilizado para veiculação de informação científica e tecnológica (Bueno, 1984).

Silva, Carneiro (2006) fazem distinção entre difusão científica e disseminação científica, sendo a última ligada à transferência de informação e comunicação com especialistas. Dessa forma, a difusão científica é uma prática social, ou seja,

[...] práticas da educação científica e tecnológica, seja nas práticas sociais realizadas nos espaços formais de educação (sistema de ensino formal-escola), ou nos espaços não-formais de educação. (Gouvêa De Sousa, 2000 p. 38 citado por Silva, Carneiro, 2006 p. 2)

Relacionado à difusão científica, segundo Bueno (1984), está o conceito de divulgação científica, que se entende como o uso de recursos técnicos e processos na veiculação de informações científicas e tecnológicas ao público em geral. Essa atividade implica um processo de recodificação de uma linguagem do especialista visando tornar o seu conteúdo de acesso fácil a uma vasta audiência. Assim, Bueno (1984 p. 19) observa ainda que a “[...] divulgação científica, muitas vezes denominada popularização ou vulgarização da ciência, tem sido reduzida à veiculação de informações de ciência e tecnologia pela imprensa”, coincidindo com a conceitualização de jornalismo científico.

Dessa forma, a linha do ENPEC compreende a difusão científica, podendo ser em Educação em Espaços Não Formais em ciências (museus, por exemplo), e por divulgação científica, em mídias (jornalismo científico e difusão em diversas mídias e canais). Entendimento análogo é encontrado em Nascimento, Rezende Jr. (2010, 2011).

Para caracterizar essa linha de pesquisa, Ovigli (2015) realizou uma pesquisa sobre educação não formal em ciências com 153 dissertações/teses brasileiras analisadas entre 1980 a 2010, Nesses trabalhos encontrou as seguintes qualidades: i) abordagem de aprendizagem baseada na teoria sociocultural de Lev Vygotsky; ii) autores encontrados em Comunicação (Bruce Lewenstein, Sue Allen), em Linguística (Mikhail Bakhtin), em Sociologia (Pierre Bourdieu), em

Filosofia (Maurice Merleau-Ponty, Michel Foucault) e em Psicologia (Lev Vygotsky); iii) referenciais em estudos de museus foram apresentados por Eilean Hooper Greenhill, Jorge Wagensberg, John Falk, Lynn Dierking, Laurence Simonneaux, Daniel Jacobi, Michel Allard e Susane Boucher; iv) os focos temáticos construídos foram em programas/ações/exposições, aprendizagem, formação de professores, história dos museus e exposições, organização e funcionamento dos museus de ciências, tecnologias da informação e comunicação; e v) a ampliação de estudos em Educação Não Formal em museus iniciou-se em programas de pós-graduação em educação e se consolidou com forte expansão dos programas de pós-graduação em educação em ciências.

Reforçando essa caracterização, Marques, Freitas (2017), em sua pesquisa, propõem uma tipologia da “educação não formal” (Tabela 1) que sumarizasse as dimensões e os fatores que caracterizam a pesquisa em educação não formal. As autoras entendem que as dimensões do processo (relação e práticas entre os sujeitos), do conteúdo (aspectos do conhecimento e do saber), da estrutura (aspectos do planejamento e recursos) e do propósito (objetivos e estatutos da educação) são multifacetadas e intercambiáveis nos fatores pelo processo não formal educativo.

A contribuição acima, de Marques, Freitas (2017), nos fez buscar outras fontes que contribuem para a verificação de possíveis formas para a Tradição de Pesquisa ligada à temática em Educação Não Formal. Assim nos propusemos a ver se, segundo Jaume Trilla (2008), professor catedrático da Universidade de Barcelona, a educação não formal é estruturada de forma diferenciada e distribuída em quatro âmbitos: o do trabalho, o do lazer e cultura, o da educação social e o da própria escola (ponto distinto de outros pesquisadores). Nada obstante, segundo Joana B. V. Marques e Denise de Freitas (2017), pesquisadoras da UFSCar, em artigo recente, podemos observar a predominância nos âmbitos educação em museus (cultura) e social (no seu trabalho).

Nada impede que a área da educação em ciência tenha uma associação com a educação formal, com a escola, e então a educação não formal pode ser vista

na relação com a educação formal como atividade livre e espontânea, extraescolar, atividade complementar escolar (Ovigli, 2015), ou até há a possibilidade de que essas atividades sejam reconhecidas pela escola (Silva, Carneiro, 2006). Nesse sentido, é compreensível o termo adotado pelo ENPEC, de “Educação em Espaços Não Formais”, pois, a partir do exposto, é cabível o entendimento de atividade de educação não formal independente da educação formal e, ao mesmo tempo, não exclui a recepção de escolares para atividade educativa que corresponda a demandas escolares. Buscamos utilizar esse último termo do ENPEC com o entendimento de que não separa necessariamente a concepção da educação

não formal, e também não afasta outras possibilidades intercambiáveis educativas.

Segundo Chagas (1993), a educação não formal pode ser melhor integrada com atividades específicas para o público escolar. Conforme essa possibilidade de pesquisa é percebida, temos que a linha de propostas pedagógicas próprias dos museus brasileiros possui uma tradição própria e caracterizada (Ovigli, 2015).

Por outro lado, os trabalhos de Educação em Espaços Não Formais podem possuir uma tradição de pesquisa própria, aproximando-se da ideia de Tradição de Pesquisa de Laudan (2011). Entretanto, como ocorrem diferentes abordagens de investigação nessa

Tabela 1. As dimensões educativas com os fatores educacionais de Marques, Freitas (2017) sobre a tipologia de Educação Não Formal.

Dimensão	Fatores
Processo	1 – Relação professor-aluno: - menos hierárquica, mais informal, papéis não fixos, relação de apoio e centrada no aprendiz; 2 – Avaliação: normalmente não é avaliada; 3 - Aprendizagem coletiva ou individual: coletiva, colaborativa, centralidade dos aspetos sociais e também pode ser individualizada; 4 – Abordagem pedagógica: referenciais behavioristas ou cognitivistas, referenciais construtivistas; construção social do conhecimento e observacional ou participatória; 5 – Mediação da aprendizagem: é mediada pelo outro e pelo aprendiz; 6 – Aprendizagem tácita ou explícita: 7 – Aprendizagem contextual ou generalizável: pela flexibilidade, há mais possibilidades de interdisciplinaridade e de contextualização; 8 – Papel das emoções na aprendizagem: possui componente emocional.
Conteúdo	9 – Natureza e tipo do conhecimento: prático, sensorial, tradicional, motor, mental e lúdico; 10 – Estatuto do conhecimento: subvalorizado, com pouco valor no mercado de trabalho; 11 – Localização: fora do quadro do formal, instituições próprias (museus, zoológicos) e espaços das trajetórias dos indivíduos (ONGs, igrejas, associações, partidos), institucionalizado e espaço flexível.
Estrutura	12 – Grau de planejamento e de estrutura: estruturado, organizado, sistemático, planejado, flexível, sem currículo ou com currículo de escolhas e não organizado em séries, idade e outros; 13 – Determinação dos objetivos e resultados: controle tipicamente mais interno e menos burocrático; 14 – Duração/tempo da aprendizagem: duração variável, aberto, flexível, focado no presente e tempo parcial, curto; 15 – Tipos de grupos: grupos heterogêneos.
Propósito	16 – Intencionalidade do professor/aluno: intencional, voluntária e motivação tipicamente intrínseca; 17 – Certificação: em geral não é certificadora e sem qualificações ou com qualificações não reconhecidas; 18 – Interesses endereçados: endereçada e adaptada a subgrupos específicos da população, dá condições de desenvolvimento do grupo, e fortemente associada a diferenças socioeconômicas, gênero e identidade étnico-religiosa; 19 – Objetivos da aprendizagem: conteúdos e objetivos adaptados ao grupo específico em questão; 20 – Estatuto educativo: educação e aprendizagem é o propósito principal; 21 – Medição dos resultados: muitos resultados imprevistos e é difícil de medir os resultados.

Fonte: Adaptado de Marques, Freitas, 2017.

área de pesquisa, haveria mudanças nos seus pressupostos axiológicos, metodológicos e factuais?

Desse modo, o nosso objetivo consiste em analisar as pesquisas que possuem o termo “não formal” na linha temática da Educação em Espaços Não Formais e da Divulgação Científica apresentados nos trabalhos do ENPEC (2011 a 2017), análise essa a ser realizada a partir das contribuições do pensamento epistemológico de Larry Laudan.

1. Da Epistemologia de Larry Laudan

Para analisar essa problemática não formal nos inspiramos no trabalho de Larry Laudan (2011), em seu livro “O Progresso e seus Problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico”. Tendo como referência esse trabalho, trazemos aqui uma síntese das ideias desse autor com a finalidade de compreender as necessidades de analisar problemas empíricos, os preceitos conceituais e as antinomias. Também apresentaremos o Modelo Reticular de Racionalidade – MRR, do mesmo Laudan.

Laudan (2011) assume as seguintes proposições para a sua reflexão sobre o progresso da ciência: i) a ciência não é acumulativa; ii) normalmente não se refutam teorias por suas anomalias; iii) as mudanças e as controvérsias científicas são, normalmente, resolvidas conceitualmente, muito mais que empiricamente; iv) os princípios da racionalidade do pensamento científico passam por mudanças no decorrer do tempo; v) é comum a existência de teorias rivais, de tal forma que o progresso das teorias é uma atividade comparativa. Esse autor não busca tomar o problema da demarcação científica, pois sobre isso afirma que todas as propostas nesse sentido fracassaram. Propõe, contudo, que o objetivo da ciência é produzir teorias eficazes na solução de problemas, ou modelos científicos para resolver os problemas científicos.

Entende, além disso, que outras formas de conhecimentos também resolvem problemas, contudo os modelos científicos normalmente se mostram mais eficazes. Assim, afirma que uma teoria nova, que faz tudo que a anterior faz e traz mais contribuições, essa teoria é, evidentemente, superior à antecessora.

Laudan (2011) classifica os problemas científicos em empíricos e em conceituais. A classe dos problemas científicos empíricos, primeira e mais básica e concreta, inclui todo problema que é tomado como estranho e precisa de explicação no contexto em que foi tomado. A segunda classe, a dos problemas conceituais, refere-se a problemas de inconsistência apresentada em alguma teoria, sendo que as teorias são produtos de primeira ordem (respondem à perguntas de pesquisa) e os problemas conceituais são de segunda ordem. Com isso essa classe traz também anomalias, ou seja, casos em que a teoria existente previamente não descreve a situação, que, portanto, precisa de uma teoria própria ou, então, a descrição ocorre de forma insatisfatória.

Ao contrário do filósofo da ciência Karl Popper, Laudan não acredita que a ciência tem sua função nas anomalias, mas que estas são importantes. Também não crê que as anomalias fragmentam um paradigma, como pensa o também filósofo Thomas Kuhn, pois há problemas em que as anomalias podem ser suportadas, enquanto outros casos podem comprometer a confiança na teoria.

Segundo Laudan (2011), os problemas científicos são o aporte principal do pensar científico e as teorias são os produtos (finais), pois: o problema produz perguntas da ciência e teorias, e, assim, resultados adequados. Isso conduz as duas teses sobre a função das teorias na ciência: a) uma teoria é boa se proporcionar soluções satisfatórias a problemas importantes; e b) a avaliação de relevância de uma teoria se verifica se ela resolve problemas relevantes de forma adequada e, então, ou é bem confirmada ou não é corroborada.

Nisso há uma distinção importante entre fatos e suas explicações e em problemas empíricos e suas soluções. Um fato continua sendo fato, mesmo que não compreendido, enquanto que problemas empíricos são problemas conhecidos e isso está ligado à visão de mundo. Acontece que os problemas empíricos podem ser resolvidos adequadamente por uma teoria ou, pelo menos, parcialmente e, neste último caso, tornam-se problemas anômalos, podendo vir a ser resolvidos por teoria alternativa. Assim, o

progresso da ciência está em tornar problemas não resolvidos ou anômalos em problemas resolvidos. Isto é, a comunidade entende que um problema está resolvido quando uma teoria o explica, mesmo que a explicação seja apenas aproximada (Laudan, 2011).

Os problemas conceituais podem ser vistos na perspectiva da consistência e da estrutura conceitual teórica, podendo ser de ordem interna (ambiguidades ou circularidades dentro da teoria) ou externa (tensões com outras teorias, explicações diferenciadas de outras teorias, reforço de conclusões de outra teoria sem implicar por completo ambas).

Os problemas externos podem ser originados das dificuldades denominadas de intracientíficas, ou seja, duas teorias inconsistentes com a realidade; ou dificuldade normativa, isto é, tensões entre metodologias vigentes e teorias científicas; e também visões de mundo diferentes que assumem compromissos e pressupostos diferentes para uma mesma construção teórica.

Laudan emprega o termo “tradição de pesquisa”, que ele define como:

[...] uma tradição de pesquisa é um conjunto de suposições acerca das entidades e dos processos de uma área de estudo e dos métodos adequados a serem utilizados para investigar os problemas e construir teorias dessa área do saber. (Laudan, 2011 p. 115)

As tradições de pesquisas não são tendências que se constituem rapidamente. Pelo contrário, são historicamente consolidadas pela adesão de mais cientistas que, assim, as fortalecem ao decorrer do tempo. No caso, essas tradições de pesquisa e as teorias possuem condicionais históricos e conceituais, como conjuntos de leis que corroboram empiricamente as explicações e os usos de métodos acerca da natureza. Logo,

[...] toda tradição de pesquisa contém diretrizes significativas acerca da maneira como suas teorias podem ser modificadas e transformadas, para incrementar sua capacidade de resolver problemas. [...] Contudo, o papel estabilizador está na tradição. As “tradições de

pesquisa justificam muitas suposições feitas por suas teorias; podem servir para marcar certas teorias como inadmissíveis por ser incompatíveis com a tradição de pesquisa; podem influenciar o reconhecimento e a ponderação dos problemas empíricos e conceituais de suas teorias componentes; e podem oferecer diretrizes heurísticas para a geração ou modificação de teorias específicas. (Laudan, 2011 pp. 130, 132)

As tradições de pesquisa podem ser melhor consolidadas, o que se parece com a ciência normal de Kuhn, ou podem ocorrer mudanças gradativas no seu núcleo, ou até serem abandonadas. Mesmo assim, ocorrem situações em que são retomadas, e os seus pressupostos, teorias e métodos colaboram com novas teorias e propostas. Desta forma, Laudan discorda de Kuhn sobre o funcionamento normal científico e suas antinomias, e discorda também do filósofo Imre Lakatos por considerar que as mudanças heurísticas negativas são necessárias para grupo de teorias no enfrentamento dos seus problemas de pesquisa (Colombo de Cudmani, 1997).

Uma das oposições de Laudan a Kuhn mais interessante está no resgate da racionalidade por meio dos pressupostos cognitivos nos objetivos das investigações numa tradição de pesquisa. Laudan levanta a questão da mudança de paradigma na racionalidade por novas opções axiológicas, metodológicas e factuais. Segundo Kuhn, a adoção ao novo paradigma se aproxima de uma iluminação (*insight*), semelhante ao *geltaltismo*, numa visão hierárquica e holística conceitual do novo paradigma e não por meio das decisões racionais. Todavia, Laudan considera ser necessária uma racionalidade do tipo intrarrevolucionária para a seleção de teorias, métodos e fins nas investigações, e não aceitando saltos de *insight*. Assim, propõe o Modelo Reticulado de Racionalidade Científica (Laudan, 1984) em função dos métodos, teorias e objetivos (fins e metas de pesquisa) (Figura 1). Entendendo que demandas axiológicas, metodológicas e factuais estão conectadas de tal forma que na produção do conhecimento os objetivos justificam os métodos, as teorias restringem (limitam) as metodologias, os

objetivos (fins e metas de pesquisa) justificam as metodologias, as metodologias tornam factíveis os fins e metas da pesquisa (objetivos), e as teorias devem se harmonizar com os fins e metas de pesquisa (objetivos) (Colombo de Cudmani, 1997).



Figura 1. Modelo esquemático reticulado de racionalidade científica.

Fonte: adaptado a partir de Laudan, 1984.

Todos esses elementos garantem os ajustes necessários na racionalidade da pesquisa, e também a progressiva mudança dentro da tradição, ou interevolução científica, em que se podem perceber as decisões e suas avaliações para a pesquisa. Além disso, possui um valor pedagógico no ensino de ciências de colaborar para análise racional entre métodos, teorias e fins/metos da escolha dos pesquisadores.

2. Da Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é de abordagem qualitativa com a finalidade de compreensão dos fenômenos humanos e sociais (Malheiros, 2011). Segundo Richardson (2012), a pesquisa qualitativa é a mais adequada para os fenômenos sociais no aspecto metodológico, formas de coleta e análise de dados. Nesta investigação construiu-se um *corpus* de documentos a partir de trabalhos de edições do ENPEC para realizar uma análise de conteúdo qualitativo nos termos inicialmente formulados por Bardin (2009) e por Richardson (2012).

Segundo Bardin (2009), a análise de conteúdo pode ser definida como;

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (Bardin, 2009 p. 44, grifo da autora)

A análise de conteúdo, segundo Bardin (2009), possui os seguintes polos: i) pré-análise (leitura fluente, escolha dos documentos, formação de hipótese e objetivos, e a referenciação de índices e indicadores); ii) a análise do material (mediante a codificação, categorização e quantificação da informação); e iii) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Para tanto é empregada a técnica da análise categorial temática.

A hipótese assumida ao início deste trabalho foi: A tradição de pesquisa em Educação Não Formal no âmbito da cultura científica está ligada aos pressupostos das práticas museológicas e da educação em ciências, de tal forma que as pesquisas buscam aproximar as escolas dos museus e dos centros de ciências.

A investigação se orienta nas seguintes questões: a) Quais são os modelos científicos encontrados nas pesquisas do ENPEC em relação à educação não formal? e b) Que problemas de pesquisa estão relacionados à educação não formal e que conformam a tradição de pesquisa nessa área do saber?

Na etapa da pré-análise selecionamos os trabalhos das edições de 2011, 2013, 2015 e 2017 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, organizado pela Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação em Ciências – ABRAPEC³. O critério de escolha desse evento foi a importância e o prestígio nacional para a área de Educação/Ensino de Ciências. As palavras-chave utilizadas como descritores foram “não formal” e “não-formal”. Isso ocorreu devido à presença de termos variados relacionados ao processo educativo, como educação não formal,

3. No ENPEC foi criada a linha temática "Divulgação Científica e Educação Não Formal" em 1997. O nosso recorte a partir de 2011 está levando em consideração o trabalho de Seiffert-Santos, Fachín-Terán (2013) e Pin, Gonzalez, Rocha (2017), que informam o grande número de publicações com termo “não formal” e “museu” a partir de 2009/2010.

espaço não formal, ensino não formal, entre outros – além do fato de que a grafia "não-formal" (com hífen), tradicional até o ano de 2009, foi então adotada como "não formal" (sem hífen) pela Academia Brasileira de Letras. Então, com as opções acima, a leitura passou a indicar com melhor precisão o seu sentido.

Optou-se por realizar a categorização *a priori* com o modelo reticulado de racionalidade científica de Laudan (1984) em função dos métodos, teorias e fins/metapas, que serão apresentados na Figura 2.

Realizamos a leitura e análise dos resumos que foram selecionados a partir da busca com o uso das palavras-chave. Na leitura analítica dos resumos foram selecionados fragmentos dos textos utilizando como filtro de busca os elementos que compõem a pesquisa para compreender o modelo de pesquisa e, por meio desse recurso, buscamos conhecer a tradição de pesquisa em educação não formal. Após a seleção dos fragmentos e sua classificação, foi realizado comentário interpretativo dos pesquisadores sobre os fragmentos. Em seguida, os fragmentos e comentários foram agrupados e interpretados e, por

fim, sintetizados para elaborar o ciclo hermenêutico, conforme a análise de conteúdo.

Salientamos que alguns resumos não nos forneceram as informações necessárias para a sua categorização, o que nos levou a consultar o texto completo do trabalho e, deste modo, foi possível a obtenção dos dados necessários. Apresentamos a organização da pesquisa na Figura 2. Na figura, ENF significa Espaço Não Formal.

3. Resultado e Discussão

As edições do ENPEC de 2011, 2013, 2015 e 2017 totalizaram 4.777 artigos publicados e a linha temática em "Educação em Espaço Não Formal e Divulgação Científica" somou 300 trabalhos, totalizando 6,28% das publicações do ENPEC. Foi verificada a presença de 114 trabalhos mediante o uso dos descritores "não formal" e "não-formal", o que resulta em, aproximadamente, 2,38% dos trabalhos.

Percebemos um quadro teórico diferenciado da museologia⁴ e da educação formal, com campos

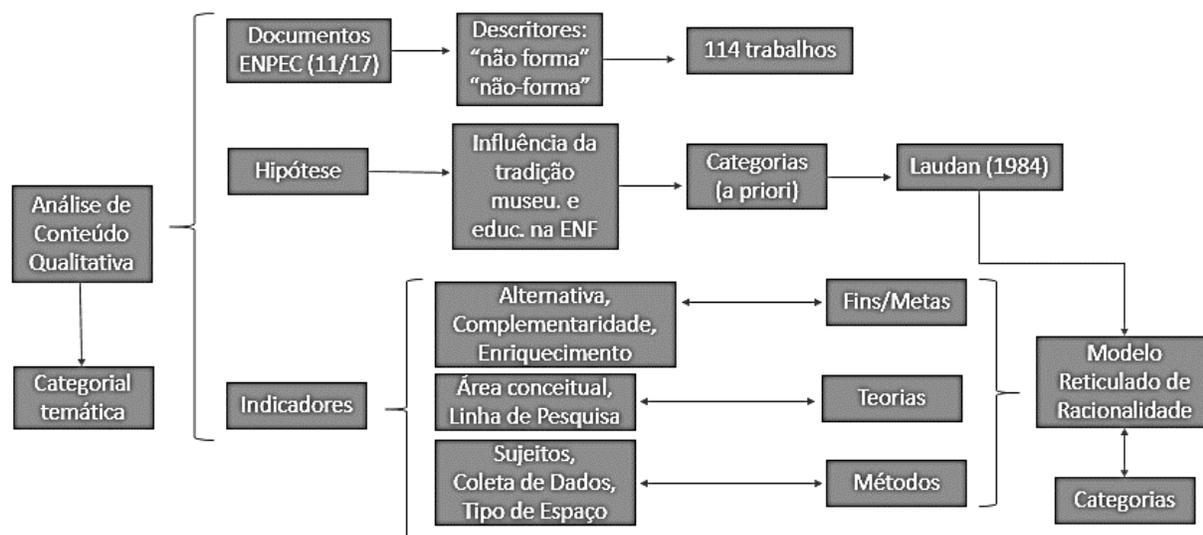


Figura 2. Esquema metodológico da Análise de Conteúdo.

Fonte: autores.

4. A Museologia é uma disciplina voltada para a experimentação, a sistematização e a teorização do conhecimento produzido em torno da relação do homem com o objeto no cenário institucionalizado dos museus. Essa disciplina tem sido influenciada pela corrente da sociomuseologia, que considera que a compreensão da cultura é criadora das condições necessárias para o desenvolvimento e, portanto, a sua preservação é tida como fator indispensável para tal e se trabalha com a hipótese de que essa disciplina desenvolve aí suas potencialidades (Cândido; Duarte, 2003).

próprios, conforme trazemos resumidamente na Figura 3. Interpretamos esses campos como parte da tradição de pesquisa e foram qualificados como de enriquecimento cultural, de complementaridade escolar e de exposição de alternativa não formal. Vão agora apresentados os resultados nas seções fins/metaspesquisas, teoria (área conceitual e linha de pesquisa), campo metodológico e relação com o modelo MRR.

3.1 Fins e Metaspesquisas

O principal fim e meta do uso da educação em espaço não formal foi o enriquecimento cultural. Depois ocorrem pesquisas alternativas sobre a educação não formal (como revisões, análises textuais ou pesquisa de opinião) e, por fim, a utilização da educação em espaço não formal como complementação didática para escola.

No Quadro 1 apresentamos os trabalhos do tipo pesquisa “Alternativa” Não Formal. Esse tipo de pesquisa cresce discretamente, e aumenta diferenciadamente em 2017; os trabalhos de “Complementação” Escolar cresceram nas últimas edições, mas ainda o volume é pequeno; os trabalhos do tipo “Enriquecimento” Cultural são numerosos até a edição de 2015, tendo ocorrido uma queda na última edição.⁵

Nas pesquisas em Alternativa Não Formal (n=32; 28,07%) foram considerados os casos das atividades ofertadas de cursos nos Espaços Não Formais sem a obrigatoriedade de complementação em sala de aula, ou pesquisas sobre possíveis vantagens. Trata-se, no entanto, de temáticas diversificadas na área pedagógica: trabalhos de levantamento de pesquisa, como *survey*, alternativas didáticas, pesquisas sobre o discurso de sujeitos, escola e emancipação e formação de conceitos. Observamos que foi a finalidade de pesquisa que mais cresceu em 2017.

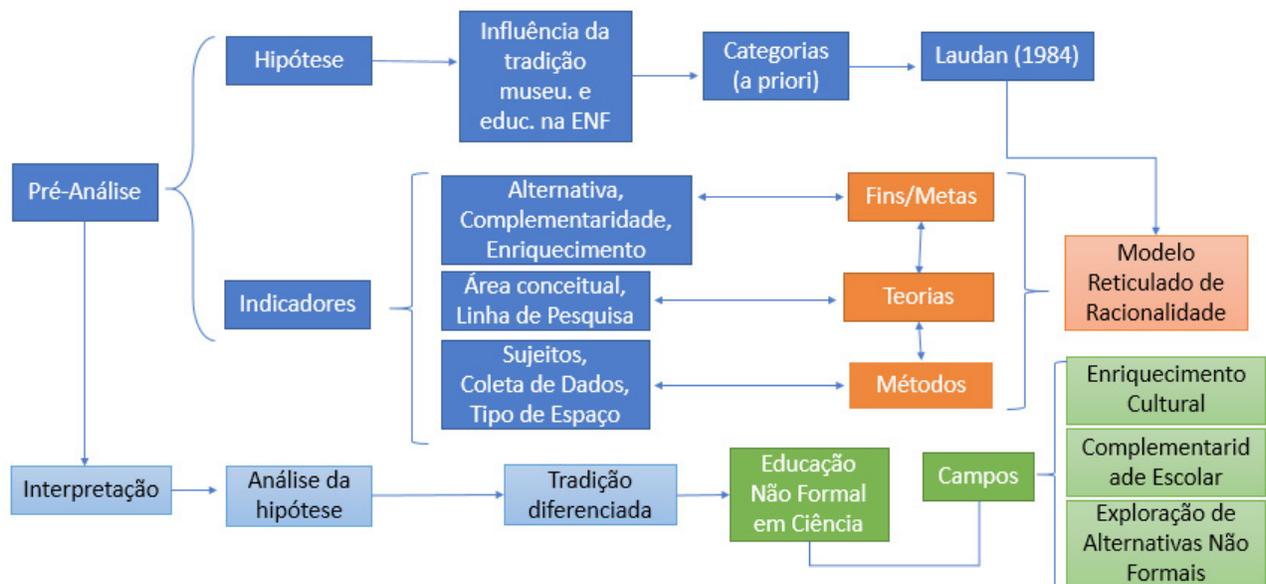


Figura 3. Esquema do percurso do resultado.

Fonte: autores.

5. Para Primo (1999), o museólogo trata da museografia herdada, mas atualmente busca uma nova linguagem museográfica não herdada. E, nesse sentido, introduz elementos para o diálogo social com propósito de conduzir a experiência estética, ou percepção, por meio dos artefatos [estéticos] na interação com o indivíduo, conduzindo a “ideia” e a “forma” para comunicar o “conteúdo”. Assim, a “memória e o conteúdo” são produzidos na ação equilibrada da “ideia e da forma” na exposição. Aqui se valoriza o discurso museológico na exposição nos artefatos e na configuração do ambiente.

Quadro 1. Fim e Meta do uso de Educação Não Formal em trabalhos do ENPEC.

Fim e Meta	2011	2013	2015	2017	Soma	Porcentagem
Alternativa	3	5	4	20	32	28,07%
Complementação	5	2	6	9	22	19,30%
Enriquecimento	13	23	18	6	60	52,63%
Total	21	30	28	35	114	100,00%

Fonte: autores.

Quadro 2. Área Conceitual do uso de Educação Não Formal em trabalhos do ENPEC.

Área Conceitual	2011	2013	2015	2017	Soma	Porcentagem
Ambiental	0	1	2	5	8	7,02%
Biologia	3	4	7	7	21	18,42%
Ciência & Tecnologia	16	15	11	19	61	53,51%
Física	0	7	2	1	10	8,77%
Química	2	3	6	2	13	11,40%
Outros	0	0	0	1	1	0,88%
Total	21	30	28	35	114	100,00%

Fonte: autores.

Nas pesquisas em Alternativa Não Formal (n=32; 28,07%) foram considerados os casos das atividades ofertadas de cursos nos Espaços Não Formais sem a obrigatoriedade de complementação em sala de aula, ou pesquisas sobre possíveis vantagens. Trata-se, no entanto, de temáticas diversificadas na área pedagógica: trabalhos de levantamento de pesquisa, como *survey*, alternativas didáticas, pesquisas sobre o discurso de sujeitos, escola e emancipação e formação de conceitos. Observamos que foi a finalidade de pesquisa que mais cresceu em 2017.

No que se refere à Complementação Escolar (n=22; 19,30%), esta ocorreu em atividade específica de conteúdo, em que houve a verificação de avaliação com objetivos formais.

O Enriquecimento Cultural (n=60; 52,63%), ou seja, a atividade do uso do Espaço Não Formal foi uma opção cultural para acrescentar algo à formação, sem a necessidade de estar vinculado ao currículo ou como atividade operativa de avaliação. Observamos que foi a finalidade de pesquisa predominante, mas diminuiu em 2017.

Em outras pesquisas com *corpora* parcialmente semelhantes a este *corpus*, por exemplo, no trabalho

de Back, Günzel (2017) sobre trabalhos do ENPEC (2011 a 2015), esses autores elaboram as categorias “motivação”, “complementação” e “contextualização” de forma similar em alguns aspectos ao nosso trabalho. Entendemos, contudo, que a motivação está presente em todas as nossas categorias, e igualmente com a contextualização. A novidade do trabalho presente é a identificação da finalidade de pesquisa alternativa.

No trabalho de Pin, Gonzalez, Rocha (2017) sobre trabalhos do ENPEC relacionando museus do Rio de Janeiro encontramos as categorias “curso de educadores”, “análise de visita escolar”, “análise de visita não escolar” e “relação museu e divulgação científica”. Todas elas são contempladas nas nossas categorias.

Nenhum desses trabalhos foi relacionado com Laudan na sua análise e caracterizam-se por qualidades descritivas e exploratórias.

3.2. Área Conceitual e Linha de Pesquisa

As áreas conceituais e linhas de pesquisa conformam, na nossa pesquisa, o núcleo teórico.

A área conceitual das pesquisas, ou seja, a área dos conteúdos que foi objeto de aprendizagem, foi mais citada nos trabalhos do ENPEC e consiste em Ciência & Tecnologia, seguida da Biologia, Química, Física e Ambiental (Meio Ambiente), respectivamente (Quadro 2).

A área conceitual de Ciência & Tecnologia relaciona conteúdos científicos, discussão com Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e, normalmente, não enfatiza o conteúdo em si, mas da reflexão racional e humana no seio da sociedade por meio de problemáticas ou temáticas. Nas outras áreas foram tratados assuntos específicos disciplinares, mesmo que em atividades interdisciplinares ocorra o foco para um assunto na área conceitual. Teixeira, Megid, Neto (2012) informam esse acontecimento sobre a área de C&T como falta de informação dos conteúdos específicos nos resumos.

As linhas de pesquisa são temáticas de pesquisa presentes nos trabalhos. Predominaram as Atividades Não Formais, associadas à sequência didática/museal. Ou seja, atividades com propostas prévias presentes no espaço, ou atividades integradas entre professor e o uso do espaço. Fazendo-se também presente investigação de formação de professores, divulgação científica, cursos não formais (atividades em parques, por exemplo) e aprendizagem em museu (Quadro 3).

Nascimento, Rezende Jr. (2010, 2011) entendem que a Divulgação Científica é o campo de pesquisa em que temáticas científicas são mediadas com discursos, textos, espaços não formais e outras

atividades que se dão. Não obstante, as pesquisas de atividades não formais e cursos se aproximam de agentes e objetivos formais com uso do espaço não formal, sendo a Divulgação Científica secundária enquanto atividade livre, autônoma, dialogal e de motivação intrínseca do sujeito. Por outro lado, as outras linhas se adéquam à liberdade apreçoada na Divulgação Científica para formar mediadores, ou para incentivar a experiência educativa com flexibilidade relativa.

3.3. Campo Metodológico

Os sujeitos mais frequentemente pesquisados foram os estudantes da educação básica e também professores da área das ciências da natureza e pesquisa documental (Quadro 4). Dessa forma, pode-se afirmar que os sujeitos escolares são os mais requisitados em pesquisa. Essa situação é apontada como importante por Bourdieu, Darbel (2007) para colaborar no desenvolvimento de capital cultural.

No Quadro 5 vemos os instrumentos de coletas de dados, e que são provenientes da pesquisa qualitativa. A maioria das pesquisas utiliza mais de dois instrumentos de coleta, como anotações, gravação de áudio e/ou vídeo, descrição dos ambientes, ou seja, ocorreu o uso de, no mínimo, dois ou todos eles em um único trabalho. Utilizamos então a denominação “instrumentos etnográficos” nesses casos do uso de vários instrumentos. Também ocorreu coleta por meio de questionários, análise de textos (conteúdo, discurso ou textual discursivo), emprego

Quadro 3. Linhas de Pesquisa do uso de Educação Não Formal do ENPEC.

Linhas de Pesquisa	2011	2013	2015	2017	Soma	Porcentagem
Atividade Não Formal	12	14	24	15	65	57,02%
Aprendizagem em Museu	2	1	1	3	7	6,14%
Curso Não Formal	2	3	1	4	10	8,77%
Divulgação Científica	4	4	1	2	11	9,65%
Formação de Professores	1	6	0	5	12	10,53%
Outros	0	2	1	6	9	7,89%
Total	21	30	28	35	114	100,00%

Fonte: Dos autores.

de narrativa (relato), entrevistas e ensaios (pesquisa bibliográfica para finalidade de ensaio teórico), respectivamente (Quadro 5).

Teixeira, Megid Neto (2012) também observaram que as pesquisas em ensino de ciências são predominantemente de abordagem qualitativa. Então os nossos dados corroboram os resultados da pesquisa desses autores.

No que tange aos espaços utilizados nas pesquisas, ocorre um equilíbrio nas edições de 2011 e 2013, mas, a partir de 2015, observa-se que os espaços institucionais predominam nas pesquisas (Quadro 6). Diferentemente, na edição do ENPEC de 2017 ocorre um avanço em trabalhos documentais (revisões bibliográficas e análise de textos), trabalhos denominadas como "outros" no Quadro 6.

Quadro 4. Sujeitos ou objetos de Pesquisa do uso de Educação Não Formal do ENPEC.

Sujeitos de pesquisa	2011	2013	2015	2017	Soma	Porcentagem
Alunos da Educação Básica	06	11	15	08	40	35,08%
• <i>Alunos (não especificado)</i>	2	5	8	3	18	15,79%
• <i>Infantil</i>	1	1	1	1	4	3,51%
• <i>Ensino Fundamental</i>	2	3	5	2	12	10,53%
• <i>Ensino Médio</i>	1	2	1	2	6	5,26%
Documentos	5	2	3	3	13	11,40%
Graduação	2	2	3	3	10	8,77%
Monitores	2	0	3	2	7	6,14%
Professores	2	8	2	6	18	15,79%
Público Específico	1	2	2	4	9	7,89%
Público Livre	3	4	0	4	11	9,65%
Outros	0	1	0	5	6	5,26%
Total	21	30	28	35	114	100,00%

Fonte: Dos autores.

Quadro 5. Instrumentos de Coleta de Dados nas pesquisas em Educação Não Formal do ENPEC.

Instrumentos de coleta de dados	2011	2013	2015	2017	Soma	Porcentagem
Análise de Textos	4	4	3	3	14	12,28%
Ensaio	2	0	2	3	7	6,14%
Entrevistas	1	1	1	5	8	7,02%
Instrumentos Etnográficos	5	12	15	15	47	41,23%
Questionários	4	7	6	4	21	18,42%
Relatos	4	4	1	5	14	12,28%
Outros	1	2	0	0	3	2,63%
Total	21	30	28	35	114	100,00%

Fonte: Dos autores.

Quadro 6. Espaços de Pesquisa do uso de Educação Não Formal em trabalhos do ENPEC.

Espaços	2011	2013	2015	2017	Soma	Porcentagem
Institucional	9	12	15	21	57	50,00%
Não institucional	8	16	11	7	42	36,84%
Outros	4	2	2	7	15	13,16%
Total	21	30	28	35	114	100,00%

Fonte: Dos autores.

A pesquisa com documentos e textos, e estes sendo textos de Divulgação Científica, apontam para uma possível tendência do uso e desenvolvimento de instrumentos analíticos para conteúdo, discursos e abordagens textuais diversificadas para compreensão e discussões dos contextos culturais e situações/problemas sociais na aprendizagem em ciências.

3.4. Relação do Modelo Reticulado de Racionalidade

Segundo Laudan (2011), a tradição de pesquisa é um conjunto de suposições acerca das entidades e dos processos de uma área de estudo e dos métodos adequados a serem utilizados para investigar os problemas e construir teorias dessa área do saber. Assim, a área de saber é a Educação em Ciências, as suposições das entidades relacionam-se à educação fora da escola, em especial em museus, sendo os processos de pesquisa na abordagem qualitativa e de campo, em especial na área de transposição museal, ou didática específica as atividades em centro de ciências. É o que se pode verificar no quadro esquemático do Modelo Reticular de Racionalidade

– MRR sobre Educação em Espaços Não Formais e Divulgação Científica – ENPEC (Quadro 7).

Os problemas encontrados são do tipo empírico e foram casos pontuais os que indicam problemas conceituais. Por isso foi baixo o alinhamento teórico com as pesquisas de dissertações e de teses de Ovigli (2015). Podemos destacar a presença de Vygotsky na psicologia da aprendizagem, percebendo-se uma menor quantidade de outros referenciais (pontuais), em especial marcos legais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais brasileiros. Isso foi particularmente insuficiente devido à necessidade de quadros conceituais distintos, concisos e claros para fazer as análises e comparação de coerências e antinomias teóricas entre teorias da mesma tradição. Os elementos mais claros e distintos foram os Fins/Metas e, depois, os Métodos.

No Quadro 7 consta um resumo das características das correntes das pesquisas e estudos com uso dos termos “não formal” nos trabalhos do ENPEC para entendimento de uma possível conformação da Tradição de Pesquisa em Educação Não Formal em Ciências.

Quadro 7. Análise MRR da de Tradição de Pesquisa em Educação Não Formal em Ciências nos trabalhos do ENPEC.

Correntes	Enriquecimento cultural	Complementação escolar	Alternativa não formal
Fins/Metas	Atividades como opção cultural sem avaliação formal	Atividade com a presença de avaliação escolar	Atividade informal sem obrigação de atividades em sala de aula
Teorias: Objeto de aprendizagem	Conteúdo de Ciência & Tecnologia	Conteúdos de Ciência & Tecnologia	Ciência & Tecnologia seguido da Biologia
Teorias: Linha de pesquisa	Atividades Não Formais	Atividades Não Formais	Atividades Não Formais e Divulgação Científica
Métodos: Sujeitos e objetos de pesquisa	Participantes da Educação Básica e cursos para professores	Participantes da Educação Básica	Pesquisa documental (análise textual) ou revisão da literatura
Métodos: Instrumentos de coleta	Instrumentos etnográficos, questionário e relatos de atividades	Instrumentos etnográficos	Instrumentos etnográficos, análises de textos e questionários
Métodos: Espaços	Ambientes institucionais e não institucionais de forma equilibrada	Ambientes institucionais	Ambientes institucionais, ou somente pesquisa textuais
Tendências	Pesquisa em educação não formal em Ciência	Pesquisa de educação formal em espaços não formais	Pesquisa em Divulgação Científica sobre comunicação com ênfase em análises textuais.

Fonte: autores.

A análise desse panorama do Quadro 7, das pesquisas em Fim/Meta, Teorias e Métodos de pesquisa, permite perceber três perfis de pesquisa com o modelo reticulado de racionalidade científica de Laudan (1984):

- As pesquisas de finalidade de enriquecimento predominam por tratarem de conteúdo de Ciência & Tecnologia e realizarem investigação em Atividades Não Formais com público da Educação Básica e cursos para professores, os quais utilizam pesquisas com instrumentos etnográficos, questionários e relatos de atividades, sendo o uso de espaços não formais institucionais e não institucionais de forma equilibrada. Essas pesquisas não visavam avaliações escolares, mas o foco no desenvolvimento cultural. Chamaremos essa tendência de “Corrente das Pesquisas de Enriquecimento Cultural”;
- A pesquisa de meta de complementaridade também tratou com maior frequência de conteúdos de Ciência & Tecnologia e enfocaram Atividades Não Formais com público da Educação Básica, utilizando instrumentos etnográficos e espaços não formais institucionais. Essas pesquisas visavam avaliações formais com foco no desenvolvimento de conteúdos. Denominaremos essa tendência de “Corrente de Complementaridade Escolar”.
- Por fim, as pesquisas alternativas às supracitadas trataram de conteúdo em Ciência & Tecnologia seguido da Biologia e investigaram em atividades Não Formais e Divulgação Científica, fazendo-se presente, predominantemente, a pesquisa documental ou revisão da literatura, ocorrendo instrumentos etnográficos, análises de textos e questionários, realizados em espaços

institucionais, ou somente pesquisas textuais. Chamaremos essa tendência de “Corrente da Exploração de Alternativas Não Formais”.

Comparando essas correntes com a tipologia de Marques, Freitas (2017) de Educação Não Formal, elas se aproximam com bastante plausibilidade das correntes “Enriquecimento Cultural” e “Complementaridade Escolar”, nas dimensões processo, conteúdo, estrutura e propósito, com ênfase na dimensão estrutura, pois as atividades foram realizadas em museus e em centros de ciências e com estudantes, predominantemente, devido à sua estrutura de atendimento e configuração. A corrente de “Alternativas Não Formais” apresentou composição diversificada, contudo as pesquisas textuais se aproximaram do campo da pesquisa comunicativa, normalmente (Marandino, 2007).

Pelo que já foi discutido até aqui, é possível aproximar, pelas suas tendências, a corrente “Enriquecimento Cultural” das pesquisas em educação não formal científica, como as desenvolvidas em museus de ciências⁶ concebidas nos objetivos educativos da terceira geração; a corrente “Complementaridade Escolar” se aproxima da perspectiva de pesquisa de educação escolar que usa para os seus propósitos os espaços não formais educativos; e a corrente de “Alternativa não Formal” apresentou propostas mais diversificadas, todavia, predominou a pesquisa em Divulgação Científica com referência do campo da comunicação com ênfase em análises textuais sobre os espaços não formais.

Assim, com esses dados podemos sintetizar que as pesquisas na linha temática de Educação Não Formal para Educação em Ciências presente no ENPEC foram predominantemente realizadas em instituições não formais de educação científica,

6. Segundo Friedman (2010), o museu e sua pesquisa possuem uma história de modificações que se dirigiu da pesquisa e conservação de coleções para o papel formativo e educativo historicamente. Para Friedman (2010), a primeira geração de museus foi em artes, história e história natural; a primeira logo foi acompanhada da criação da segunda geração de museus em tecnologia, artefatos industriais e ciência e indústria; e, por fim, a última geração, a terceira, especializada na educação pública (informal) em centros de ciências e tecnologia. Cada geração acompanhou uma forma de pesquisa nas suas ênfases. Atualmente, na pesquisa em educação não formal, se trata da pesquisa com objetivo de disponibilização da informação científica e suas experiências educativas com o público.

pesquisas feitas por pós-graduandos em Educação em Ciência, normalmente relacionadas à pesquisa em museus, ou professores das Ciências da Natureza utilizando centros de ciências e/ou museus. Trata-se de pesquisas é qualitativo-descritivas, utilizando vários instrumentos de coleta de dados para estudar os fenômenos ligados à Educação em Espaço Não Formal. Os sujeitos dessas pesquisas mais presentes foram escolares da educação básica e professores, sendo estudados em exposições e/ou atividades não formais organizadas e/ou utilizadas pelos pesquisadores nos assuntos de Ciência & Tecnologia. Acreditamos que podemos chamar essas atividades de Tradição de Pesquisa em Educação Não Formal em Ciências para o contexto brasileiro.

Entendemos que essa tradição é influenciada, ou até (talvez) derivada da tradição de pesquisa em museologia, conforme se observa em trabalhos nacionais e internacionais. Não acreditamos que ocorram elementos suficientes para nova tradição que se contraponha à educação não formal em ciências da educação em espaços não formais do ENPEC. Trata-se somente de alguns ajustes, que Laudan aponta como normais, no desenvolvimento de toda tradição de pesquisa.

4. Considerações Finais

A hipótese de pesquisa foi parcialmente confirmada. A saber, se as tradições de pesquisa em museologia não apresentaram influência hegemônica, mas, sim, os referenciais da educação em ciências na Educação em Espaço Não Formal no âmbito da cultura científica. Dessa forma, as pesquisas buscam aproximar as escolas dos museus e dos centros de ciências para o enriquecimento cultural predominantemente, apesar de ocorrerem considerações de outras formas.

A conclusão se justifica, em parte, devido à baixa quantidade de teorias ligadas à museologia, assunto que foi encontrado em poucos trabalhos, tais como: aprendizagem mediada por monitoria (Allen, 2002), tópicos educativos para análise em museus com Ramey-Gassert, Walberg, Walberg (1994), modelo

de aprendizagem contextual para museus (Falk, Storksdieck, 2005), os enfoques de exposição dos museus de Montpetit (1998), junto com citações de trabalhos de pesquisadoras brasileiras como Cazelli, Marandino, Sasseron e Valente (sempre lembradas).

Outra situação foram as teorias e os argumentos mais encontrados no âmbito didático escolar sobre a investigação das potencialidades dos espaços não formais e suas exposições para escolares, como: aprendizagem com uso do socioconstrutivismo, em especial de Vygotsky, uso dos Parâmetros Curriculares Nacionais e potencialidades dos ambientes diferentes da escola.

Não foi encontrada diretamente, na maioria dos trabalhos, a colaboração de teorias museológicas e educativas, mas, sim, a construção de uma lógica distinta, primariamente ligada à escola por meio dos alunos e dos professores para o desenvolvimento de cultura científica por meio dos espaços e seus recursos (exposição, literatura, monitoria, aula de campo, atividades práticas, entre outras). Isso nos pareceu ricamente contextualizado na realidade brasileira.

Não ocorreram, contudo, a nosso ver, confrontos teóricos de quadros conceituais que interpretariam realidades empíricas de formas diferentes. Mesmo assim, em algumas pesquisas, em especial nas Alternativas Não Formais, foram iniciados alguns ensaios de crítica à perspectiva cognitivista e behaviorista em favor de uma perspectiva socioconstrutivista e tópicos de análises culturais.

Para responder à nossa primeira indagação de pesquisa, compreendemos que o modelo de pesquisa científica mais frequente ocorreu nas investigações de processos de enriquecimento cultural, ou seja, pesquisas em que as atividades não formais não ocorriam necessariamente por motivo de obrigações escolares, mas a sua participação.

Na nossa segunda indagação de pesquisa, entendemos que os problemas de pesquisa mais frequentes foram relacionados às investigações das formas de interação do público (em especial os escolares) com exposições e atividades fora da sala de aula (Atividade Não Formal). Todavia, acreditamos que contribuições dos aspectos da sociomuseologia

possuem perspectivas positivas para a pesquisa educativa em dialogar com os aspectos culturais e comunicacionais da realidade. Sabemos que esses ainda são aspectos pouco explorados nas pesquisas analisadas e percebemos que não é só de perspectiva teórica, mas especialmente por contingências metodológicas, pois exigem procedimentos que privilegiam atividades em grupo, o diálogo entre sujeitos e as relações ideológicas e culturais para promoção da cultura científica para uma possibilidade de ofertar uma reflexão relevante socialmente. Entendemos que procedimentos que buscam tal projeto são complexos e diferentes das pesquisas hegemônicas.

Ressaltamos que reflexões desse gênero já ocorrem. Um exemplo é um tratamento inicial para uma agenda de pesquisa nesse sentido nos Estados Unidos, de acordo com Rennie *et al.* (2003) e o National Research Council (Estados Unidos da América 2009) promovem construção integrada de projetos de pesquisa e agenda para promoção nacional em aprendizagem informal científica (*informal learning scientific*), termo análogo conceitualmente ao de Educação em Espaço Não Formal e que busca contribuir para a pesquisa em diferentes configurações educativas fora-da-escola, e por meio de *designers* planejados com enfoque na pesquisa da experiência individual e grupal para além do cognitivo, mas para compreensão cultural e cidadã em todas as idades. Aqui seria uma situação interessante de confronto de visões diferentes sobre o tema e, possivelmente, de tradição com a perspectiva brasileira.

No contexto brasileiro, sugerimos a denominação das pesquisas nesta área do ENPEC de Tradição de Pesquisa em “Educação Não Formal em Ciências”, já presente essa expressão em Ovigli (2015) em dissertações e teses. Essa possível tradição neste *corpus* é composta das seguintes correntes: “Enriquecimento Cultural”, “Complementaridade Escolar” e “Exploração de Alternativas Não Formais”.

Observamos que as atividades baseadas principalmente no protagonismo do professor em espaço não formal, sem o uso do espaço institucional (estruturado para atividade educativa), podem ser

denominadas de “aulas de campo”. Essa modalidade foi encontrada em baixíssima frequência e relacionada mais a aulas de pós-graduação. Logo, há uma codependência do professor e do espaço estruturado, em especial ao se tratar de crianças e de adolescentes. Isso se dá a propósito da linha temática do ENPEC, e acreditamos que seja razões que dificultam a autonomia do professor em aulas fora da escola, tais como o planejamento, a questão de autorização de responsáveis, o transporte, a monitoria, o agendamento e o apoio da escola (Seiffert-Santos, 2016).

Entendemos que o MRR de Laudan contribui para a percepção das distinções das correntes e dos projetos de pesquisa em educação não formal científica. Compreendemos, não obstante, que a corrente alternativas não formais constituem uma reação para o diálogo cultural por meio das pesquisas com divulgação científica pelos textos de divulgação científica e análise do discurso. Mesmo assim não é só nisto, pois esse diálogo epistemológico e conceitual pode contribuir para avanços na pesquisa em educação não formal, do ponto de vista do enriquecimento cultural, com as propostas de pesquisas comunicacionais, com uso analítico dos discursos e associação da perspectiva cognitivista com as perspectivas culturais para um entendimento humano integral, e não facetados e “pseudofinalizado” do psiquismo.

5. Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES pelo apoio financeiro via bolsa de estudos, e também à Dra. Fernanda Aparecida Meglioratti, pela sugestão para o desenvolvimento do tema. *S.D.g.*

6. Referências Bibliográficas

ALLEN, S. Looking for learning in visitor talk: a methodological exploration. In: LEINHARDT, G.; CROWLEY, K.; KNUTSON, K. (Ed.). **Learning conversations in museums**. Taylor & Francis. New Jersey: Estados Unidos, 2002. pp. 259-303.

- BACK, D.; GÜNZEL, R.E. Educação em Espaços não Formais no Ensino de Ciências. Em: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11. Florianópolis. **Anais. ABRAPEC**, 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Edições. Lisboa: Brasil, 70 p., 2009.
- BENDRATH, E.A. **A educação não-formal a partir dos relatórios da UNESCO**. 311 f. Doutorado em Educação – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.
- BOURDIEU, P.; DARBEL, A. **O amor pela arte: os museus na Europa e seu público**. EdUSP; Zouk. São Paulo; Porto Alegre: Brasil, 2007.
- BUENO, W. C. **Jornalismo científico no Brasil: os compromissos de uma prática dependente**. 364 f. Doutorado em Ciência da Comunicação – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- CÂNDIDO, M.M.D.; DUARTE, M.M. **Ondas do pensamento museológico brasileiro**. Cadernos de Sociomuseologia. Edições Universitárias Lusófonas. Portugal. 2003. Disponível em: <<http://recil.ulusofona.pt/handle/10437/4478>>.
- CHAGAS, I. Aprendizagem não Formal/Formal das Ciências. Relações entre os museus de Ciência e as escolas. **Revista de Educação**, Lisboa, n. 3, pp. 51-59, 1993.
- COLOMBO DE CUDMANI, L. Historia y epistemología de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 17, n. 2, pp. 327-331, 1997.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits**. (P. BELL, B. LEWENSTEIN, A. W. SHOUSE, M. A. FEDER, Eds.). The National Academies Press. Washington DC, 2009.
- FALK, F.; STORKSDIECK, M. Learning science from museums. **História, Ciência e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 12, n. supl., pp. 117-198, 2005.
- FRIEDMAN, A.J. The evolution of the science museum. **Physics Today**, s.l., v. 63, n. 10, pp. 45-51, 2010. Disponível em: <<http://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/1.3502548>>. Acesso em 27/02/2017.
- GOUVÊA DE SOUSA, G.A. **Divulgação científica para crianças: o caso da Ciência Hoje das Crianças**. Doutorado em Bioquímica Médica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.
- LAUDAN, L. **Science and values: the aims of science and their role in scientific debate**. University of California Press. Berkeley: Estado Unidos, 1984.
- LAUDAN, L. **O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico**. EdUNESP. São Paulo: Brasil, 2011.
- MACIEL, H.M.; FACHÍN-TERÁN, A. **O potencial pedagógico dos espaços não formais da cidade de Manaus**. Editora CRV. Curitiba, PR: Brasil, 2014.
- MALHEIROS, B. T. **Metodologia da pesquisa em educação**. LTC. Rio de Janeiro: Brasil, 2011.
- MARANDINO, M. Perspectivas da pesquisa educacional em museus de ciências. In: SANTOS, F.M.T.; GRECA, I.M. (Ed.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Editora da Unijui. Ijuí, RS: Brasil, 2007. pp. 89-122.
- MARQUES, J.B.V.; FREITAS, D. Fatores de caracterização da educação não formal: uma revisão da literatura. **Educação & Pesquisa**, s.l., Ahead of p, pp. 1-24, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022017005002101-&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 27/02/2017.
- MONTPETIT, R. Du science center à l'interprétation sociale des sciences et techniques. In: SCHIELE, B.; KOSTER, E. H. (Org.). **La révolution de la muséologie des sciences**. Presses Universitaires de Lyon/Éditions Multimondes. Lyon: France, 1998. pp. 175-186.
- NASCIMENTO, T.G.; REZENDE Jr, M.F. A produção sobre divulgação científica na área de educação em ciências: referenciais teóricos e principais temáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, pp. 97-120, 2010. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ien-ci/article/view/317/204>>. Acesso em 27/11/2017.
- NASCIMENTO, T.G.; REZENDE Jr, M.F. A produção de textos de divulgação científica na formação

- inicial de licenciandos em ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, pp. 1-22, 2011. Disponível em: <https://seer.ufmg.br/in_dex.php/rbpec/article/view/2185/1585>. Acesso em 27/11/2017.
- OVIGLI, D. Panorama das pesquisas brasileiras sobre educação em museus. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, n. 96, pp. 577-595, 2015.
- PIN, J.R. DE O.; GONZALEZ, A.H.G.; ROCHA, M.B. Divulgação da ciência em espaços não formais: levantamento de trabalhos publicados nas edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Em: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11. Florianópolis. **Anais**. ABRAPEC, 2017.
- PRIMO, J. S. (1999). O sonho do museólogo. A exposição: desafio para uma nova linguagem museográfica. **Cadernos de Sociomuseologia**, Lisboa, n. 16, pp. 103-129.
- RAMEY-GASSERT, L.; WALBERG, H. J.; WALBERG, H. J. Reexamining connections: Museums as Science Learning Environments. **Science Education**, s.l., v. 78, n. 4, pp. 345-363, 1994.
- RENNIE, L.J. *et al.* Toward an agenda for advancing research on Science Learning in Out-of-School Settings. **Journal of Research in Science Teaching**, Champaign, v. 40, n. 2, pp. 112-120, 2003. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.7664&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 27/11/2017.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social e técnicas**. 14. ed. Atlas. São Paulo: Brasil, 2012.
- SEIFFERT SANTOS, S. C. Aproximações dos espaços educativos não formais e a didática. In: SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA, 6. Manaus. **Anais**. PPGECA/UEA, 2016.
- SEIFFERT SANTOS, S. C.; FACHIN-TERAN, A. The use of expression: non-formal spaces in science teaching. **Arete Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 6, n. 11, pp. 1-15, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/477>>. Acesso em 27/11/2013.
- SILVA, M.R.; CARNEIRO, M.H.S. Popularização da ciência: análise de uma situação não-formal de ensino. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 16. **Anais**. ANPED - GT: Educação e Comunicação, 2006.
- TEIXEIRA, M.; MEGID NETO, J. O estado da arte da pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, s. l., v. 11, n. 2, pp. 273-297, 2012.
- TRILLA, J. Educação não-formal. In: ARANTES, V.A. (Ed.). **Educação formal e não-formal**. Summus Editorial. São Paulo: Brasil, 2008. pp. 15-55.



FUNÇÕES QUADRÁTICAS E TECNOLOGIAS MÓVEIS: AÇÕES COOPERATIVAS EM UM EXPERIMENTO NO ENSINO MÉDIO

QUADRATIC FUNCTIONS AND MOBILE TECHNOLOGIES: COOPERATIVE ACTIONS IN AN EXPERIMENT TO TEACHING IN HIGH SCHOOL

FUNCIONES CUADRÁTICAS Y TECNOLOGÍAS MÓVILES: ACCIONES COOPERATIVAS EN UN EXPERIMENTO PARA LA ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN MEDIA

Rodrigo Sychocki da Silva*, Shéridan dos Reis Pinto**

Cómo citar este artículo: Sychocki da Silva, R. y dos Reis Pinto, S. (2019). Funções quadráticas e tecnologias móveis: ações cooperativas em um experimento no ensino médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 108-125. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13317>

Resumo

O presente texto é resultado de uma pesquisa realizada com estudantes do ensino médio e tratou da temática do ensino e aprendizagem de funções quadráticas. O celular, e seu uso em sala de aula, com o aplicativo de matemática instalado foi o propulsor das discussões inerentes às atividades propostas. De cunho qualitativo, a pesquisa procurou analisar como a cooperação entre os estudantes, manifestada a partir de diálogos, construção de conjecturas e argumentação promoveriam a aprendizagem. Após a realização da pesquisa uma consequência, e contribuição, é que o diálogo entre os pares na sala de aula seja um elemento necessário para a aprendizagem da matemática. Notou-se que oportunizar momentos de compartilhamento e enfrentamento de situações de forma conjunta é profícuo para o grupo (coletivo) e também benéfico para o sujeito (individual). Tal metodologia de trabalho diametralmente se afasta da prática unidirecional de transmissão dos conhecimentos em sala de aula, e dessa forma, infere-se sobre a importância de se trabalhar em sala de aula atividades de forma conjunta e com características cooperativas.

Palavras chaves: aprendizagem, escola básica, ensino, matemática.

Recibido: 08 de mayo de 2018; aprobado: 27 de junio de 2018

* Doutor em Informática na Educação - UFRGS. Docente permante do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática – UFRGS, (Brasil). Correio eletrônico: sychocki.rodrigo@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7406-2517>

** Licenciada em Matemática – UFRGS. Discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática – UFRGS, (Brasil). Correio eletrônico: sherydrp@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2903-803X>

Abstract

We present the results of a research with high school students and dealt with the topic of teaching and learning quadratic functions. The cell phone, and its use in the classroom, with the math application installed, was the propellant of discussions inherent in the proposed activities. In a qualitative way, the research sought to analyze how cooperation among students, manifested through dialogues, construction of conjectures and argumentation would promote learning. After the research, our consequence contribution is that the dialogue between the peers in the classroom is a necessary element for mathematics learning. It was noted that providing opportunities for sharing and coping with situations together is beneficial for the (collective) group and also important for the individual. Such a work methodology diametrically departs from the unidirectional practice of transmitting knowledge in the classroom, and in this way, it is inferred on the importance of working in classroom activities together and with cooperative characteristics.

Keywords: Learning, Primary School, Teaching, Mathematics.

Resumen

Este trabajo presenta resultados de una investigación realizada con estudiantes de educación media, sobre la temática de la enseñanza y el aprendizaje de funciones cuadráticas. El celular, y su uso en el aula, con la aplicación de matemáticas instalada, fue el propulsor de las discusiones inherentes a las actividades propuestas. De tipo cualitativa, la investigación buscó analizar cómo la cooperación entre los estudiantes, manifestada a partir de diálogos, construcción de conjeturas y argumentación promovería el aprendizaje. Después de la realización de la investigación observamos que el diálogo entre pares en el aula es un elemento necesario para el aprendizaje de las matemáticas. Se notó que propició momentos de compartir y enfrentar situaciones de forma conjunta, lo cual es provechoso para el grupo (colectivo) y también beneficioso para el sujeto (individual). Tal metodología de trabajo se aparta diametralmente de la práctica unidireccional de transmisión de los conocimientos en el aula, y de esa forma, se infiere la importancia de trabajar en el aula actividades de forma conjunta y con características cooperativas.

Palabras clave: aprendizaje, escuela básica, educación, matemáticas.



Introdução

O presente texto, recorte da pesquisa de conclusão de curso de Pinto (2018), propõe uma apresentação, explanação e reflexão sobre o ensino das funções quadráticas fazendo-se uso das tecnologias digitais. O principal objetivo da pesquisa foi analisar como as ações cooperativas entre os estudantes influenciava na aprendizagem das funções quadráticas.

A pesquisa ocorreu fazendo-se uso do *software* GeoGebra, que é atualmente um *software* amplamente utilizado por pesquisadores da Educação Matemática em diversas partes do mundo com objetivo de criar e executar estratégias para qualificar o ensino de conteúdos da matemática. Na ocasião para abordar o conteúdo de funções quadráticas por meio do estudo de seus coeficientes pretendeu-se analisar como era construído o conhecimento da matemática dando-se ênfase à cooperação entre os pares na sala de aula. Com isso, a pergunta central da pesquisa foi: *Como a cooperação entre os sujeitos influencia na aprendizagem das funções quadráticas por meio do estudo de seus coeficientes?*

Norteados a partir da leitura de pesquisas e documentos diretrizes para a educação no Brasil e também pela realização de práticas de ensino no âmbito de outras disciplinas da graduação em Licenciatura em Matemática notou-se que o conteúdo de funções reais de variável real é visto inicialmente pelos alunos da Educação Básica e eventualmente se estende até os cursos universitários. Portanto, considerou-se viável criar e refletir sobre uma prática de ensino na Educação Básica, a qual pudesse contribuir na formação inicial dos estudantes da escola sobre o assunto.

A escolha do tema desta pesquisa, justificada pela união da matemática com as tecnologias digitais, utiliza-se da ideia de que o ensino das funções quadráticas possa ocorrer por meio do uso de tecnologias digitais móveis, já que foi constatado emergente e atualmente crescente o número de dispositivos móveis que os estudantes tem acesso. Buscou-se analisar como a construção dos conhecimentos pode

ocorrer a partir da cooperação entre os estudantes. A partir de um desenho metodológico qualitativo houve a elaboração e execução de uma sequência de atividades que explorava o tema função quadrática. As atividades foram realizadas no Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, no ano de 2017.

A partir do nosso entendimento, no qual o estudante deva ser o protagonista no espaço da sala de aula, entende-se que essa pesquisa possa contribuir no planejamento pedagógico do professor, considerando o desenvolvimento e valorização de ações autônomas e de senso crítico dos estudantes. Portanto, considera-se que a discussão e polinização das ideias aqui tratadas torna-se relevante, pois busca se inserir e contribuir para uma Educação Matemática com suporte nas tecnologias digitais móveis, com ênfase na formação de cidadãos críticos e autônomos.

1. Fundamentos teóricos & revisão de literatura

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 2002), manifestam que o conhecimento inerente as funções oportuniza ao estudante a construção de uma linguagem algébrica que é fundamental para expressar relações entre grandezas e investigar situações-problema, por meio da construção de modelos descritivos dos fenômenos e consentindo conexões na matemática e fora dela. Além disso, os PCNEM (Brasil, 1999) destacam a importância da representação gráfica das funções quadráticas, referente à interpretação de sua forma algébrica, enfatizando que:

O estudo dessa função – posição do gráfico, coordenadas do ponto de máximo/mínimo, zeros da função – deve ser realizado de forma que o aluno consiga estabelecer as relações entre o “aspecto” do gráfico e os coeficientes de sua expressão algébrica, evitando-se a memorização de regras. (Brasil, 1999 p. 72)

É valorizada a utilização da tecnologia nas aulas de matemática, visto que a mesma “deve acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias nas diferentes áreas do conhecimento para se posicionar frente às questões de nossa atualidade” (Brasil, 2002 p. 118). Ainda é mencionado que ao inserir e fazer uso das tecnologias permite-se afirmar que aprender matemática no Ensino Médio deve ser mais do que memorizar resultados dessa matéria e que o conhecer matemático deve estar ligado ao saber fazer matemática e de um “saber pensar matemático” (Brasil, 1999 p. 41).

Inserido em um contexto de sala de aula, a partir de um olhar sobre o trabalho cooperativo entre os estudantes, as diretrizes mencionam que um dos objetivos da aprendizagem matemática no nível médio seja “promover a realização pessoal mediante o sentimento de segurança em relação às suas capacidades matemáticas, o desenvolvimento de atitudes de autonomia e cooperação” (Brasil, 1999, p. 42). O trabalhar cooperando também é destacado pelas diretrizes com a ênfase que esse tipo de exercício faz com que a aprendizagem das Ciências e da Matemática torne-se mais eficaz.

Ainda é mencionado pelas diretrizes que a aprendizagem não se dá com o estudante afastado, sem viabilidade de relacionar-se com os colegas e professor, mas em conjunto, demonstrando para si e para os outros seus pensamentos e argumentos. Assim, ao trabalharem coletivamente é exercida a comunicação oral. Em suma:

A Matemática deve ser compreendida como uma parcela do conhecimento humano essencial para a formação de todos os jovens, que contribui para a construção de uma visão de mundo, para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que deles serão exigidas ao longo da vida social e profissional. (Brasil, 2002 p. 111)

Assim, reunindo-se as informações sobre o que as diretrizes enunciam, o estudo da matemática deve contribuir para a formação global do estudante, e

que o mesmo seja capaz de fazer leituras de mundo com uma melhor apreensão a partir do saber pensar matemática. Entende-se, consoante com o proposto nas diretrizes que o trabalho coletivo entre os estudantes com a utilização da tecnologia, cria condições para o aprendizado desse conteúdo matemático.

Consoante ao que as diretrizes curriculares brasileiras consideram foi feita durante a pesquisa uma revisão de literatura. A consulta, reflexão e exposição de pesquisas realizadas que versam o tema abordado, ensino de funções quadráticas por meio de mídias digitais, buscam apresentar um recorte sobre como a comunidade de pesquisadores em Educação Matemática posiciona-se e reflete diante do desafio de ensinar com o suporte das tecnologias digitais.

A utilização do *software* GeoGebra segundo Borba, Gadanidis, Silva (2014) sugere que tal aplicação se aproxima ao uso de lápis e papel sobre o que é aprendido em matemática além de propiciar a “experimentação, visualização e de heurística dos humanos envolvidos nesse coletivo” (Borba, Gadanidis, Silva, 2014 p. 73). Devido a isso ao fazer uso do *software* GeoGebra no ensino de funções, Bortolossi, Pesco e Resende (2012, apud Borba, Gadanidis, Silva, 2014 p. 48), afirmam:

No GeoGebra, pontos podem ser criados sobre gráficos de funções de modo que, ao movê-los, eles continuem sempre sobre o gráfico da função. Os valores das coordenadas desses pontos podem ser então recuperados e usados em cálculos ou na criação de outros elementos geométricos (pontos, segmentos e retas). Esse tipo de recurso permite ao usuário estudar (graficamente, algebricamente e numericamente) como, por exemplo, características locais da função (taxas de variação média e instantânea) mudam de acordo com a posição do ponto sobre o gráfico da função. (Bortolossi, Pesco, Resende, 2012 p. 78)

Com vistas a possibilitar a construção do conhecimento por meio do aproveitamento dos instrumentos digitais atuais, Borba, Gadanidis, Silva (2014) refletem que a experimentação deva fazer

parte do processo de apreensão e aprendizagem das ideias matemáticas. Os autores destacam que é necessário planejar e implementar um “design experimental” (Borba, Gadanidis, Silva, 2014 p. 50) ao se realizar atividades de matemática. Nas palavras, dos autores “dessa forma, buscamos formar cenários de investigação matemática, ou seja, um ambiente heurístico, de descobertas, de formulação de conjecturas acerca de um problema e busca por possíveis e diversificadas soluções.” (Borba, Gadanidis, Silva, 2014 p. 50).

Giraldo, Guimarães, Muruci (2008) por meio da utilização do *software* Tabulae, analisaram o desenvolvimento das representações algébricas, gráficas e numéricas de funções. As atividades do minicurso envolviam a exploração dos esboços gráficos das funções reais no *software*. Os autores apresentam uma opção de proposta didática para os professores realizarem em suas salas de aula. Sobre as atividades elaboradas:

Ao longo dessas atividades os participantes serão levados à compreensão do processo de construção do gráfico de funções, sendo capazes de construir os seus próprios gráficos, utilizando as funcionalidades do ambiente. Esta construção envolve vários conceitos matemáticos, como translações e rotações, vetores, produto de escalar por vetor, lugar geométrico, parâmetros e variáveis, o que efetivamente contribuirá para um entendimento mais abrangente e aprofundado de diversos aspectos e propriedades relacionadas a sistema de coordenadas, funções e seus gráficos. (Giraldo, Guimarães, Muruci, 2008 p. 3)

Caires, Nascimento (2012) realizaram uma pesquisa qualitativa com atividades sobre funções e utilizaram o computador, por meio do *software* Kmplot. Os autores refletem sobre o uso da mídia digital em sala de aula:

O uso de diferentes esquemas se mostrou útil na assimilação de parte do conteúdo. Procurou-se através do suporte computacional, um esquema de trabalho que ajudasse aos alunos romperem a barreira

da representação, que eles encontraram no momento de fazer a representação gráfica de polinômios de primeiro grau e também dos polinômios de segundo grau. Mesmo visualizando no quadro os resultados mostrados através de exemplos, há uma dificuldade apresentada pelos discentes na representação das funções afim e quadrática a partir da plotagem. (Caires, Nascimento, 2012 p.407)

Santos, Silva, Soares (2012) em seu estudo buscaram por meio do uso do *software* WinPlot ensinar conteúdos matemáticos. Os autores elaboraram uma sequência de atividades com o *software* a qual propunha a análise dos parâmetros das funções afim e quadrática. Sobre a contribuição que a pesquisa tem, os autores mencionam:

Os resultados dessa pesquisa comprovam que o computador é uma importante ferramenta de motivação, e mostra quanto é importante inovar nas aulas para torná-las mais atrativas e dinâmicas. O dinamismo oferecido pelo *software* contribuiu significativamente para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos participantes. (Santos, Silva, Soares, 2012 p. 204)

Consoante a citação anterior, Bona, Lutz (2015) em um estudo realizado num curso de especialização em Educação Matemática pesquisaram sobre o ensino do conteúdo gráficos da função quadrática por meio da utilização de tecnologias e a recepção dos discentes quanto à proposta. A atividade foi construída com a ênfase de comparações entre diversos gráficos da função quadrática e o estudo dos coeficientes da função, com o auxílio do *software* Winplot. Colet (2015) utilizou a Engenharia Didática para uma pesquisa com foco no desempenho dos coeficientes da função quadrática por meio da aplicação do *software* Winplot destacando que “(...) é importante que o professor se alie a diferentes recursos e metodologias de ensino para poder abranger a diversidade de alunos existentes em uma mesma turma, considerando suas dificuldades e limitações.” (Colet, 2015 p. 10). Sobre o

uso das tecnologias, em suas conclusões a autora menciona que a “utilização dessas ferramentas tem se mostrado essencial para ampliar o conhecimento de conteúdos em estudo e desenvolver nos alunos novos hábitos de pensamento, autonomia e poder de investigação na realização das atividades.” (Colet, 2015 p. 20).

Em um estudo que investigou e analisou atividades de dois livros didáticos sobre a introdução de funções quadráticas especificando seu diagnóstico nas representações gráficas e algébricas dessas funções Lopes (2013) verificou que há uma descrição sobre as duas representações, e constatou que houve a ausência da conversão entre elas. Então, a partir de cada atividade do livro didático analisado, a proposta de pesquisa consistiu em alternativas de atividades realizadas com o *software* que utilizam o estudo dos parâmetros das funções quadráticas. Nesse sentido, Araújo, Silva (2016) relatam sobre a preocupação dos docentes em tornar visível aos estudantes conteúdos de maior abstração da matemática. Nesse sentido, foi elaborada uma proposta de atividade com a utilização do *software* GeoGebra para o ensino de funções quadráticas. Sobre o uso das tecnologias e a relação disso com o fazer docente os autores contribuem:

A tecnologia em sala de aula é grande aliada dos professores no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem, o uso dos softwares matemáticos, faz o docente refletir sobre sua própria prática, ou seja, levar o docente repensar suas atitudes. É preciso que o professor tenha vontade e desejo de mudança. (Araújo, Silva, 2016 p. 5)

Quanto à criação de materiais para o ensino de matemática Bortolossi, Pesco, Rezende (2012) em seu artigo focaram na utilização do *software* GeoGebra para oportunizar uma metodologia de trabalho dinâmico do ensino de funções afins, quadráticas e exponenciais. As atividades sobre os três tipos de funções envolviam o estudo das variações de seus coeficientes. Ainda nessa temática, Silva (2014) em seu estudo buscou introduzir a utilização

do *software* GeoGebra no ensino de funções quadráticas. Foram realizadas atividades com foco no estudo dos gráficos e coeficientes.

Medeiros, Schardosim (2011) trataram sobre uma proposta didática para a exploração do conceito de funções quadráticas com o auxílio do *software* GeoGebra. O objetivo da proposta foi estimular a curiosidade, a imaginação e a construção de diferentes caminhos para a resolução de problemas e o desenvolvimento das capacidades de abstração. Foram realizadas atividades com problemas de área e a construção das leis que expressavam as funções. Em seguida os estudantes interagiram com o *software* e os coeficientes das funções quadráticas. A utilização do *software* no ensino da função quadrática oportunizou a construção dos conceitos matemáticos apresentados nas atividades, na qual “o aluno trabalha com o processo algébrico e também geométrico das funções do tipo $y = ax^2 + bx + c (...)$ ” (Medeiros, Schardosim, 2011 p. 10).

Amaral, Filho, Nogueira (2014) descrevem uma atividade utilizando o *software* GeoGebra no ensino de funções quadráticas com ênfase na representação gráfica. Em cada atividade realizada, os estudantes analisaram os esboços gráficos obtidos com ênfase nas raízes das funções. Sobre o papel do professor no processo os autores refletem que o mesmo “tem papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem já que apenas com informática o aluno não conseguiria construir o conhecimento de maneira sólida. O professor deve então ser o mediador de todo processo de construção do conhecimento” (Amaral, Filho, Nogueira 2014 p. 11). Por fim, Ricardo (2012), em sua dissertação traz uma proposta para o ensino de funções quadráticas, utilizando o *software* GeoGebra. O autor teve como objetivo desenvolver, analisar e avaliar uma proposta de ensino mediada pela tecnologia no estudo de funções quadráticas. A análise dos dados e reflexões foi feita durante as atividades. Em relação ao papel de cada coeficiente, os estudantes, com suas palavras respondiam o que acontecia com o gráfico da função à medida que alteravam os coeficientes. O

autor reflete que a proposta “se enquadra no que planejamos não um trabalho que tenha finalidade de ensinar o conteúdo, mas um trabalho que sirva como apoio.” (Ricardo, 2012 p. 110). O mesmo ainda concluiu com a pesquisa que os discentes estão aptos e dispostos a conhecer algo novo, no qual seja usado pelo professor em sala de aula um método de trabalho diferenciado.

A fundamentação teórica e revisão de literatura enriqueceram a construção da presente proposta, visto que o estado da arte direcionava para o alcance das metas e objetivos inicialmente propostos. O fato é que a abordagem de funções quadráticas a partir de uma metodologia de trabalho que oportunizasse momentos de ação e reflexão por parte dos estudantes, estruturava-se como um desafio a ser encarado. A partir do cenário teórico estabelecido mostrou-se emergente conhecer e se apropriar das ideias de Piaget sobre ação cooperativa. A próxima seção explanará sobre a temática.

2. Sobre “cooperação”: um olhar nas ideias de Piaget

As articulações entre os fazeres individuais e coletivos dos estudantes envolvidos na pesquisa constituíram um elemento de incomensurável importância para o exercício da reflexão sobre o fazer docente em sala de aula. Para tal, foi necessário conhecer e explicar as ideias de Jean Piaget sobre cooperação. Nas palavras do autor:

A cooperação consiste ela mesma num sistema de operações, de tal forma que as atividades do sujeito se exercendo sobre os objetos, e as atividades dos sujeitos quando agem uns sobre os outros se reduzem na realidade a um só e mesmo sistema de conjunto, no qual o aspecto social e o aspecto lógico são inseparáveis na forma como no conteúdo. (Piaget, 1973 p. 103)

A cooperação “é operar em comum, isto é, ajustar por meio de novas operações (...) de correspondência, reciprocidade ou complementaridade.” (Piaget,

1973 p. 105). Ou seja, cooperação em uma discussão de um grupo de estudantes sobre um determinado assunto matemático, por exemplo, pode ser exercida pela troca de ideias e pensamentos desses estudantes sobre o mesmo. Além disso, Bona (2012) salienta:

Quando as ações dos estudantes são ajustadas umas às outras, parte-se do já realizado pelo colega, por meio da aceitação ou refutação da ação alheia. Essa integração ou negação ocorre mediante reflexionamentos elevados a um patamar mais elevado a cada interação cooperativa. (Bona, 2012 p. 62)

Dentro da sala de aula, quando os estudantes agem em conjunto nas atividades que incita discussões e reflexões entre os mesmos, emerge a cooperação. Ela encontra-se implícita e a cada ideia posta a partir das ações entre esses indivíduos possivelmente ocorrem momentos de aprendizagem. Em relação a aprendizagem:

A cooperação é um processo de aprendizagem criador de realidades novas, de novas perspectivas sobre um assunto de matemática, por exemplo, e não apenas um meio de trocas entre estudantes. Esse processo é viabilizado pelas tecnologias digitais em atividades síncronas e assíncronas. (Bona, 2012 p. 63)

A criação de novas realidades oportuniza aos estudantes a reflexão e “o desenvolvimento das operações racionais supõe uma cooperação entre os indivíduos liberando-os de seu egocentrismo intelectual inicial.” (Piaget, 1973 p. 83). Camargo, Becker (2012 p. 529) discorrem sobre a cooperação segundo Piaget. Esse percurso, tal como apresentado pelos autores, é dividido em quatro períodos. Primeiramente há o pensamento infantil: “a cooperação é explicada como um tipo de relação que permeia a autonomia moral”. Em um segundo momento o pensamento precede a linguagem: a cooperação é encontrada “na explicação do desenvolvimento do egocentrismo para a descentração cognitiva”. No

terceiro período mostra-se presente o conceito de operação: “cooperação é relacionada com coordenação de pontos de vista”. E por fim, no quarto período a “cooperação está relacionada à explicação da abstração reflexionante”.

Piaget em suas notas discorre sobre o trabalho em equipes nas escolas e critica a visão de senso comum de que a escola seja considerada um local de “transmissão do conhecimento”. O autor considera que “sendo o mestre detentor dos conhecimentos exatos às técnicas a adquirir, o ideal é a submissão da criança a sua autoridade e todo contato intelectual das crianças entre si não comporta senão perda de tempo e riscos de deformações e erros” (Piaget, 1993 p.3). Portanto, mostra-se assim uma dificuldade de o professor fazer o aluno compreendê-lo, pois “a criança não é um ser passivo, do qual se trate de recheiar o cérebro, mas um ser ativo, cuja tendência à pesquisa espontânea tem necessidade de alimentos” (Piaget, 1993 p. 3). Com isso, nota-se que para a evolução das relações nos espaços escolares seja necessário, porém não suficiente, cooperar. Nas palavras do autor:

A cooperação não age somente sobre a tomada de consciência do indivíduo e sobre o seu senso de objetividade, mas termina, afinal, por constituir toda uma estrutura normativa que remata sem dúvida o funcionamento da inteligência individual, mas completando-a no sentido da reciprocidade. (...) A cooperação é verdadeiramente criadora, ou o que vem a ser o mesmo, constitui a condição indispensável para a completa formação da razão. (Piaget, 1993 p. 8)

Assim, pôde-se compreender, a partir da leitura e apreensão das ideias de Piaget, que a cooperação em ações coletivas oportunizaram reflexões e posterior construção de conhecimentos matemáticos pelos estudantes. Dessa forma, tal aporte mostrou-se como necessário no entendimento sobre como os participantes da pesquisa, estudantes do ensino médio regular, estavam agindo e reagindo de forma cooperativa, e com isso promovendo a construção do conhecimento sobre funções quadráticas para si.

3. Fundamentos Metodológicos: materiais e métodos

As atividades foram elaboradas com foco no estudo das funções quadráticas por meio da variação dos parâmetros utilizando o *software GeoGebra Graphing Calculator*. Além da exploração com a tecnologia, cada questão foi construída com o intuito de provocar, a partir do trabalho coletivo, as reflexões dos participantes buscando a construção de uma resposta para a pergunta central da pesquisa e apresentada na introdução desse texto. A caracterização metodológica da pesquisa foi qualitativa, a qual converge para o pensamento de Flick (2009):

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos. (Flick, 2009 p. 23)

Além disso, Bodgan, Biklen (1994) citam as cinco características de uma pesquisa qualitativa, as quais foram utilizadas no presente estudo. As características serão explanadas a seguir.

Característica 1: A fonte dos dados é o ambiente natural, tomando o investigador como o objeto principal:

Os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência. (...) Os investigadores qualitativos assumem que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre, deslocando-se, sempre que possível, ao local de estudo. (Bodgan, Biklen, 1994 p.48)

Característica 2: A pesquisa qualitativa é descritiva, ou seja, “os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. Tentam

analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitado, tanto quanto o possível, a forma em que os dados foram registrados ou transcritos.” (Bodgan, Biklen, 1994 p.48).

Característica 3: Em pesquisa qualitativa há predominantemente “interesse no processo da pesquisa do que pelos resultados” (Bodgan, Biklen, 1994 p.49).

Característica 4: Há uma tendência de análise dos dados de forma indutiva:

Não recolhem dados ou provas com o objetivo de confirmar o infirmar hipóteses construídas previamente; ao invés disso, as abstrações são construídas à medida que os dados particulares que foram recolhidos se vão agrupando. (...) Está-se a construir um quadro que vai ganhando forma à medida que se recolhem e examinam as partes. (Bodgan, Biklen, 1994 p.50)

Característica 5: Destaca-se a importância do significado: “os investigadores que fazem uso deste tipo de abordagem estão interessados no modo como diferentes pessoas dão sentido às suas vidas” (Bodgan, Biklen, 1994 p.50).

A pesquisa se caracterizou por ser qualitativa, pois analisou como a cooperação influenciava na aprendizagem das funções quadráticas, a partir das observações nos tipos de discussões matemáticas que emergiam dos estudantes quando eram organizados para trabalharem em grupos.

A sequência de atividades foi aplicada durante o período da disciplina de Estágio em Educação Matemática III (EDU02X15) no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. No contexto, os estudantes, participantes da pesquisa, já haviam iniciado o estudo sobre a função afim, sendo que a próxima seria a função quadrática. A escola, lócus da pesquisa, foi o Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A turma participante do experimento era uma

turma de Ensino Médio regular do primeiro ano. A faixa etária do grupo estava entre os 15 e 17 anos. A coleta dos dados foi feita a partir do registro escrito pelos estudantes durante as atividades e também por meio de gravação de áudio.

A escola dispunha na época de laboratório de informática com 20 máquinas todas com acesso à internet. Porém, devido a constante lotação da sala de informática da escola durante a prática, foi necessário pensar numa alternativa para tornar exequível a sequência de atividades. Como na ocasião a escola tinha rede *Wireless* de internet, os estudantes poderiam utilizar o celular para fazer o *download* do aplicativo *GeoGebra Graphing Calculator*⁶, que dispõe de interface para esboçar gráficos. O aplicativo pode ser obtido por meio das plataformas de aplicativos de *smartphones*. Na figura 1 mostra-se o *layout* do aplicativo depois de instalado no celular:

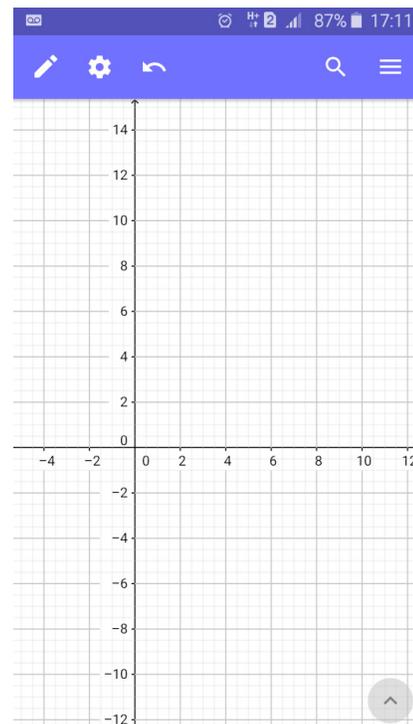


Figura 1. Layout do aplicativo GeoGebra Graphing Calculator.

Fonte: arquivo pessoal.

6. Disponível para Desktop em: <https://www.geogebra.org/graphing> (acesso em maio de 2018).

Na tabela 1 a seguir estão dispostas quais foram as atividades e o cronograma de execução em que ocorreram. As atividades foram pensadas de acordo com os objetivos inicialmente pensados. Cada uma das atividades e exercícios versava estimular discussões, as quais entende-se que estimulariam reflexões por parte dos estudantes.

Tabela 1. Distribuição da sequência de atividades executadas.

Data da atividade	Duração	Atividade
05/09/2017	1h e 30min	Variação dos parâmetros
08/09/2017	1h e 30min	Zeros da função
12/09/2017	1h e 30min	Pontos de máximo/mínimo
15/09/2017	1h e 30min	Pontos de máximo/mínimo

Fonte: arquivo pessoal.

A primeira atividade (Variação de parâmetros) iniciou-se com um pequeno manual sobre a utilização do aplicativo *GeoGebra Graphing Calculator*. As instruções foram úteis para os durante a realização das tarefas. As atividades seguiram-se após os estudantes inserirem no campo de entrada a função: $f(x) = ax^2 + bx + c$. A primeira questão objetivou que os participantes conseguissem entender o papel de cada parâmetro no gráfico da função, por meio das variações de a , b e c utilizando a ferramenta controle deslizante do aplicativo.

A segunda questão exigiu que os estudantes já tivessem compreendido quais os parâmetros que acompanhavam as variáveis da lei da função. A última questão forneceu o gráfico e solicitou que os sujeitos encontrassem os parâmetros que constituíam a lei de cada uma. A resolução dessa questão exigiu que os estudantes soubessem resolver sistemas de equações, pois para obter os parâmetros a e b com o conhecimento recentemente explorado, necessitou tal método de resolução.

Todas as questões elaboradas da primeira atividade incitavam cooperações, as quais estimulavam o exercício da autonomia dos estudantes, o trabalho em conjunto e a atribuição da tecnologia para promover a construção do conhecimento sobre o papel de cada parâmetro no gráfico da função

quadrática. Desejou-se que os participantes, por meio do trabalho coletivo conseguissem conjecturar e verificassem as hipóteses durante o desenvolvimento da atividade.

A partir da definição dos zeros da função quadrática (Zeros da função) os estudantes analisaram os gráficos, localizaram e identificaram as raízes em cada um. Em cada função apresentada na primeira questão era possível encontrar os zeros a partir da análise gráfica, sem ser necessário efetuar cálculos. Na segunda questão, objetivou-se que eles analisassem cada gráfico e refletissem se fosse possível encontrar os zeros da função sem efetuar cálculos e na terceira questão, a proposta foi de que os participantes explorassem a relação entre essas duas questões. As relações evidenciaram-se na construção dos argumentos para a quarta questão. Após as discussões e o conhecimento explorado durante as questões anteriores, na quinta questão a proposta era aplicar os conhecimentos até o momento construídos para indicar a lei da função que fosse gerar cada gráfico.

A atividade (Pontos de máximo/mínimo) foi composta de seis questões sobre os conceitos de pontos mínimo e máximo de uma função quadrática. Essa atividade explorou a simetria da parábola. Na segunda questão dessa atividade, os estudantes já tendo explorado a simetria da parábola, deveriam intuir as coordenadas dos pontos de máximo ou mínimo de cada gráfico esboçado no *GeoGebra* móvel. Objetivou-se com essa questão que os participantes conseguissem construir conjecturas de como calcular as coordenadas dos pontos máximo/mínimo dos gráficos.

Aspirou-se que os estudantes conseguissem encontrar os pontos de máximo/mínimo, na terceira questão, e além a provocação foi para que os sujeitos refletissem sobre a questão: toda parábola tem ponto de máximo/mínimo? Nas questões quatro e cinco, objetivou-se que os estudantes percebessem de que há infinitas parábolas com mesmo ponto de máximo/mínimo. Por meio da análise de que os parâmetros da função variam, e de que podem variar mantendo os mesmos pontos de máximo/mínimo.

A sexta questão explorou o conhecimento dos estudantes da parábola e o papel dos parâmetros no gráfico. Assim, eles deveriam concluir que somente o parâmetro a possibilita a existência da parábola.

A partir disso, por meio do trabalho em conjunto, observando-se cooperações, com a utilização do software *GeoGebra Graphing Calculator* buscou-se além das investigações das atividades propostas, oportunizar o exercício e desenvolvimento da autonomia dos participantes. É importante mencionar, aos interessados na proposta, que todas as atividades e questões supracitadas podem ser consultadas e acessadas de forma integral em Pinto (2018). Tal disponibilidade de acesso visa alcançar professores e demais interessados em conhecer e aplicar tal sequência de atividades.

4. Análises pós experimentos

A análise das atividades foi feita na ordem em que foram aplicadas. Apresentam-se os resultados do experimento por meio das transcrições de trechos de áudios de dois grupos da turma. Esses áudios exemplificam como os estudantes conjecturaram e refletiram sobre as questões propostas. Como o presente artigo trata-se de um recorte de uma pesquisa mais ampla (Pinto, 2018), escolheu-se apresentar uma diagonal da análise produzida a partir do primeiro dia de experimento, ou seja da atividade “Variação dos parâmetros”.

No primeiro momento, a professora pesquisadora entregou a primeira atividade e deixou que os estudantes lessem e se familiarizassem com a mesma. Todos pareceram saber utilizar o *GeoGebra Graphing Calculator* e não manifestaram dúvidas. Pode-se afirmar que durante toda a execução da sequência de atividades houveram discussões e a manifestação de argumentos por parte dos estudantes, ou seja, um importante acolhimento e dedicação dos participantes diante da proposta.

Diante do referencial estudado, inferiu-se que a cooperação fosse um fator que estimulasse as discussões dos estudantes que em conjunto trabalharam na investigação e resolução de situações-problema. Tal

fato ocorreu nas passagens apresentadas no quadro 1, em que os estudantes discutiram e analisaram o esboço do gráfico de uma função. Quando a função não tem raízes reais, seu gráfico não intercepta o eixo x . O estudante A trouxe esse apontamento na discussão da resposta do item (b). Sobre a intervenção da professora, ela auxilia da forma que eles tentem conjecturar e discutir sobre o papel do parâmetro b . Então, os estudantes foram orientados a observar a linha de corte do eixo y . Nesse momento o aluno B, conseguiu inferir sobre o papel do parâmetro no gráfico.

Borba, Gadanidis, Silva (2014), e Borba, Pentado (2002), enfatizam a importância da utilização das tecnologias digitais nas aulas de matemática. Percebeu-se que devido a exploração do *GeoGebra Graphing Calculator* pelos estudantes, conjecturas matemáticas foram criadas. A mediação da professora durante a aula, na condução das atividades, oportunizou aos estudantes desenvolver confiança própria, ou seja, à medida em que avançavam nas discussões dos problemas mais intensas eram as trocas e ações em conjunto entre os pares na sala de aula. Constatou-se que o uso da tecnologia digital tenha sido profícuo para os estudantes nesse sentido, sendo que a mesma oportunizou e estimulou a participação na construção e verificação de conjecturas no momento das atividades.

No quadro 2, ao variarem o parâmetro c , a primeira conjectura foi elaborada pelos estudantes. “Positivo ou negativo” demonstra o que os mesmos veem, o deslocamento vertical para baixo e para cima é o que eles enxergam. Após eles pensarem em negativo e positivo, o estudante B cita o para baixo e para cima. Percebe-se na discussão entre o grupo, que mesmo com o uso de palavras coloquiais, eles manifestam verbalmente o que estão apreendendo sobre o parâmetro. Estendendo a ideia para o trabalho desenvolvido em sala de aula pelo professor, em consoância com as ideias de Piaget (1973), isso torna possível a cada sujeito libertar-se de seu egocentrismo intelectual, compartilhando e construindo coletivamente conhecimentos.

Quadro 1. Diálogo grupo 1, atividade 1, questão 1, item (b).

Professora: Explica primeiro o que que ta mudando.
A: Ah, tem vezes que nem no eixo x ela não passa, só no eixo y.
Professora: são coisas importantes que tu ta falando. Mas difícil de descobrir tudo ao mesmo tempo. Pensa primeiro o que o b ta fazendo no gráfico, o desenho dele, como ele corta o eixo y.
B: o a tá fixo? É ele vai girando em volta do a, não?
A: acho que não.
Professora: o que é esse movimento do corte no eixo y?
A: é tipo uma, ele sobe desce.
Professora: Esse subir e descer em matemática, tem um nome mais bonitinho?
B: variação?
Professora: Isso. Subir, o que pode ser na linguagem matemática?
B: crescimento?
Professora: isso. E descer?
A: decrescimento.
Professora: Isso, onde ele tá subindo? Variando o b. Quando o b é positivo, ele sobe ou desce?
C: quando ele é positivo ele desce.
A: não.
C: Ah não, ele sobe.
A: quando o b é negativo ele sobe.
C: Sim.
Professora: o b é positivo.
A: mas é isso que eu to dizendo sora, ele também é negativo, por que ele também tem ponto no gráfico.
Professora: É que assim, o b é só a parte de crescer e decrescer o gráfico quando corta o eixo y. Por exemplo aqui, ele é positivo e quando ele corta o eixo y, ele ta crescendo ou decrescendo?
A: cresce?
Professora: tá e quando ele é negativo?
B: Negativo. Decresce.

Fonte: arquivo pessoal.

Quadro 2. Diálogo grupo 1, atividade 1, questão 1, item (c).

B: Vamos variar a letra c.
C: Hum, positivo e negativo.
B: c definirá se é positivo ou negativo.
B: no caso da reta, definirá.
C: é.
A: Não.
B: No caso da reta, definirá.
B: é, embaixo e em cima.
A: Não.
C e B: Sim.
A: vamos dar um zoom. O sora o c aqui, sora.
Professora: Variem o c.
A: Vai pra cima ou pra baixo.
C: Sim, meu. Pra cima, pra cá positivo pra lá negativo.
A: não, nada ver isso.
C: Olha aqui a ponta do gráfico.
A: quem diz se é positivo ou negativo é o a. Tá, ele vai pra cima e pra baixo, mas não diz se é positivo ou negativo.
C: Mas não é essa ponta aqui que diz do gráfico?
A: ó, ele vai pra baixo.

Fonte: arquivo pessoal.

Novamente Piaget (1973), citado na fundamentação teórica do artigo, enuncia cooperação como o “operar em comum” (p. 105) reajustando ações por “correspondência, reciprocidade ou complementaridade” (p. 105). Percebe-se esses reajustes no quadro 2 anterior, os argumentos, negativo ou positivo, contrariam a opinião do estudante A. Na passagem o estudante A manifesta insatisfação enfatizando que apenas o parâmetro a indica se o gráfico é “positivo ou negativo”, enquanto os estudantes B e C argumentam que o gráfico se desloca verticalmente. Trata-se de um alinhamento e processo gradual de construção de conhecimentos, por meio de ajustes e argumentação individual perante o coletivo.

Quadro 3. Diálogo grupo 1, atividade 1, questão 1, item (c).

*Depois de um tempo analisando o gráfico.
A: Ah, acho que eu já sei o que é.
C: O c vai indicar o ponto que tá marcando na reta (eixo y).*

Fonte: arquivo pessoal.

No quadro 3 acima, o ajuste de ações ocorreu e os estudantes entraram em acordo; concluíram que o parâmetro c indicava a coordenada y quando $x = 0$. Destaca-se que a questão 1 foi resolvida pela análise gráfica com o *GeoGebra Graphing Calculator*. Durante a exploração do grupo no aplicativo, os estudantes trabalharam em conjunto em prol da compreensão da questão e puderam conjecturar, explorar, analisar, inferir e (re)construir hipóteses sobre os parâmetros da função quadrática. Menciona-se que durante toda a execução das atividades houve diversas ações articuladas individuais e em conjunto, já exemplificadas nos quadros anteriores, e isso confirmou uma das hipóteses da pesquisa mencionadas anteriormente, a qual cita que em termos de evidenciar a aprendizagem, tais condutas em sala de aula tornam-se elementos profícuos para isso ocorra. Além disso, entende-se que durante todo o trabalho conduzido pela professora e autora desse artigo, com a cooperação potencializada, o trabalho docente afastou-se de uma prática unidirecional transmissora de conhecimentos.

Dados $f(x) = x^2 - 6x + 8$. Quais os parâmetros a , b e c dessa função? $a = 1$

Figura 2. Layout Resolução da atividade 1, grupo 2, questão 2.

Fonte: arquivo pessoal.

A questão apresentada na figura 2 anteriormente explorou o entendimento de onde se localizavam os parâmetros a , b e c na lei de formação da função explicitada. Os dois grupos não registraram suas falas nessa questão. Entende-se que os grupos tenham transcrito para o material impresso as observações feitas na tela do celular. Sobre a questão três dessa atividade, o debate está transcrito no quadro 4, a seguir.

Quadro 4. Diálogo grupo 1, atividade 1, questão 3, item (a).

*C: Sora vem cá. Olha só, é correto afirmar que aqui nesse primeiro gráfico, o c é 2 por que tá cortando no 2.
Professora: Certo.
C: O b ele é -1 , por que tá descendo no -1 .
Professora: não está correto.
A: Acho que o b seria 0, não? Zero não? Seria 1,5 né? Também não tá certo?
Professora: vocês vão ter que fazer um sistema pra descobrir o a e o b . Não tem como olhar no gráfico e saber. Só dá pra saber quando ele é 0. Mas quando não é zero, não dá pra saber. Só pelo sisteminha.
A: tá, mas no caso, tá pedindo o valor do b aqui?
Professora: do b , do c e do a .
A: Tá, mas como é que a gente vai saber o valor do b ?
Professora: Sistema.
A: Qual sistema?
Professora: Tá, tu já sabe que o c é 2 então aquele $ax^2 + bx + c$ é $ax^2 + bx + 2$.
C: é.
Professora: Então daí, assim, tu vai pegar pontos que tu sabe do gráfico x e o y e vai substituir no lugar do x e do y . Vai ficar incógnitas a e b . Tentem fazer isso.*

Fonte: arquivo pessoal.

Como foi observado no trecho acima, no início da questão, o grupo necessitou de uma intervenção da professora para explicar como eles encontrariam os parâmetros a e b . Porém, eles conseguiram, por meio da análise gráfica conjecturar e verificar que o parâmetro c tinha um valor e qual seria o sinal do parâmetro a . Com o objetivo de construir uma solução, os estudantes articularam outros conhecimentos matemáticos, por exemplo, a resolução de sistemas lineares. Tais conhecimentos foram necessários para o encaminhamento e reflexão das

respostas construídas. Durante todo momento os grupos manifestaram e articularam ações em forma coletiva para avançar na construção e interpretação da questão proposta. Verifica-se que os ajustes e argumentação matemática, frutos de ações individuais dentro de um contexto coletivo, influenciaram os debates, construção e mobilização de saberes matemáticos. Os estudantes, a partir de discussões, avançaram na direção do conhecimento e isso é uma qualidade do trabalho desenvolvido em conjunto. Quando é possibilitado ao sujeito contribuir com ideias e argumentar sobre o que está pensando, além de promover e evidenciar a própria aprendizagem, influencia e contribuiu para que os demais sejam mobilizados a pensar sobre o assunto em debate. Evocando novamente Piaget (1993) o qual afirma:

A cooperação não age somente sobre a tomada de consciência do indivíduo e sobre o seu senso de objetividade, mas termina, afinal, por constituir toda uma estrutura normativa que remata sem dúvida o funcionamento da inteligência individual, mas completando-a no sentido da reciprocidade. (...) A cooperação é verdadeiramente criadora, ou o que vem a ser o mesmo, constitui a condição indispensável para a completa formação da razão. (Piaget, 1993 p.8)

Pode-se inferir que a cooperação entre os pares observada ao longo da realização das atividades foi o combustível para a discussão e construção de ideias matemáticas. Abaixo, na figura 3, ilustra-se a resolução proposta de forma articulada e coletiva pelo grupo:

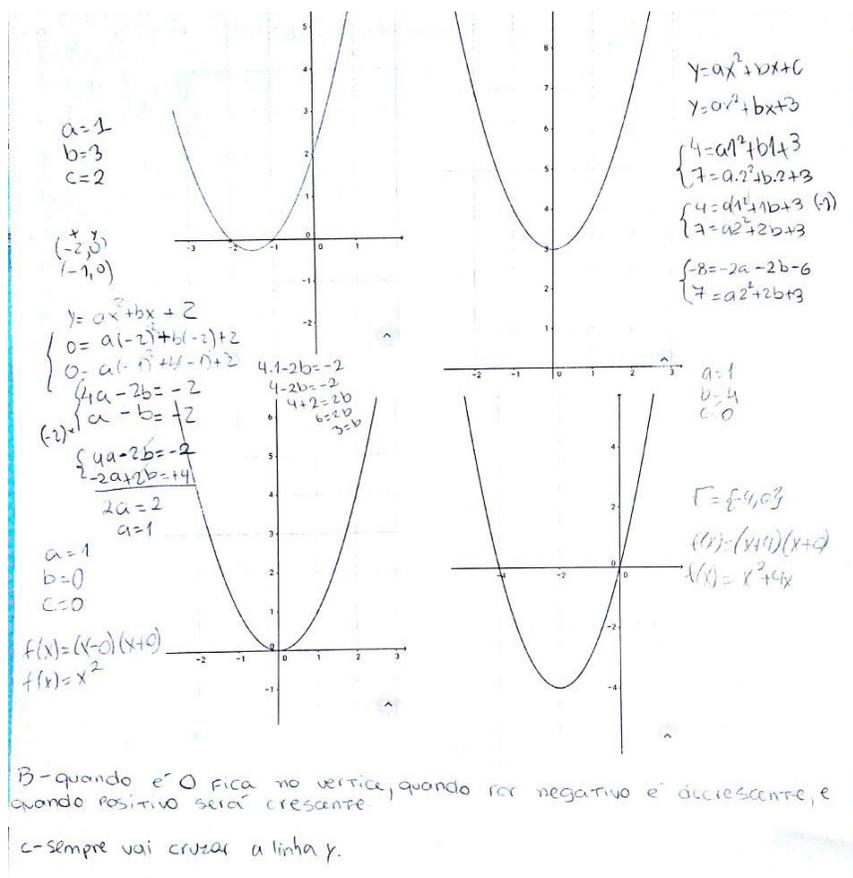


Figura 3. Resolução da atividade 1, grupo 1, questão 3.

Fonte: arquivo pessoal.

Os áudios analisados na atividade 1 mostram a integralização do grupo elencando discussões e conjecturas com o intuito de debater sobre as questões. O trabalho coletivo oportunizou que eles ajustassem suas ações e construíssem coletivamente os argumentos matemáticos.

O trechos mostrados nos quadros anteriores exemplificam a ocorrência do conceito de cooperação apresentado Piaget (1973), no qual, a partir das ações dos sujeitos uns sobre os outros, a construção de uma resposta final emerge a partir de discussões e refinamentos no processo argumentativo em matemática. Após a análise das resoluções por áudios e em papel dos grupos participantes do experimento constatou-se que houve cooperações nos mais diversos níveis e intensidades. Ao cooperarem em prol de construir respostas para as atividades propostas, os grupos conseguiram mobilizar e construir saberes sobre os aspectos gráficos e algébricos das funções quadráticas.

Por meio da utilização do *GeoGebra Graphing Calculator* os estudantes conseguiram visualizar o que estava acontecendo no momento da variação dos parâmetros. A partir disso responderam com suas palavras a função de cada coeficiente no gráfico da função. Percebeu-se que o grupo de estudantes conseguiu aplicar os conhecimentos construídos do início ao fim das atividades propostas.

Além disso, o uso da tecnologia digital desempenhou um papel importante e evidenciou a aprendizagem, uma vez que foi por meio da análise gráfica que os mesmos conseguiram responder a maior parte das questões. Borba, Gadanidis, Silva (2014) defendem a utilização e a exploração dessa tecnologia dentro da sala de aula, assim como as diretrizes curriculares nacionais, admitindo-se que o ensino da Matemática deva acompanhar o avanço tecnológico, com a inserção e uso de diferentes tecnologias nas aulas dessa ciência.

Durante a realização da pesquisa observou-se que a inserção da tecnologia nas aulas de matemática vem sendo explorada nos livros didáticos do Brasil, apesar de não ter sido o foco de análise do presente texto. Mesmo que os exemplares apenas

a utilizem para visualização, percebe-se que a tecnologia pode se fazer presente nas salas de aula. Portanto, o objetivo, elencado pelas diretrizes curriculares nacionais brasileiras (Brasil, 2002), de que os estudantes possam aprender sem memorização de regras e fórmulas, ainda é aspirado e não foi plenamente alcançado nos dias de hoje.

Por fim, a partir dos diálogos e ações coletivas dos estudantes no decorrer das atividades, percebeu-se nas transcrições dos áudios de cada grupo, que a construção de hipóteses, verificação e argumentação matemática oportunizou a construção de conceitos matemáticos. As discussões, mediadas pela professora e investigadora, procuraram estimular o fazer discente, tornando o estudante protagonista do aprendizado. A análise e reflexão a partir do referencial teórico apresentado oportunizaram refletir também sobre a prática docente, a qual deve valorizar a interação e fazer coletivo dos estudantes, em oposição à transmissão unidirecional do conhecimento em sala de aula.

5. Reflexões finais

A revisão de literatura e consulta as diretrizes curriculares brasileiras oportunizou perceber e refletir sobre uma falta de harmonia entre o que enfatizam as diretrizes e a construção do conhecimento pelos estudantes, o qual se almeja minimizar a memorização de regras e fórmulas. Posteriormente, na tentativa de responder a pergunta central desse trabalho, elaborou-se uma sequência de atividades que fosse sobre funções quadráticas utilizando tecnologia móvel (*GeoGebra Graphing Calculator*) e os sujeitos da pesquisa fossem estudantes da escola básica. A partir da análise do referencial teórico estudado, optou-se por organizar os participantes em grupos, com o objetivo de observar o processo cognitivo no decorrer da experimentação de ensino.

Tão logo na primeira atividade que os estudantes conheceram o *GeoGebra* versão “móvel”, mostraram o domínio das funcionalidades do aplicativo exigidas para a exploração das questões. Os grupos mostraram-se interessados e todos conseguiram

realizar as atividades. Após a familiarização com o *software*, a exploração das questões, ao invés de apenas respostas estáticas, do tipo efetuar cálculos e informar a resposta final, os alunos conseguiram construir hipóteses, conjecturar e explorar as características dos objetos matemáticos em debate.

A sequência de atividades foi realizada em grupos. Pressupõe-se que essa escolha de organização dos estudantes no momento das atividades favoreceu e forneceu elementos que evidenciam uma aprendizagem matemática. Observou-se que um ambiente em que os sujeitos em conjunto realizam as atividades oportuniza o surgimento de diálogos que os conduzem à elaboração de argumentos. Ademais, essas interações oportunizaram aos alunos conversar entre si sobre matemática. Novamente destaca-se que a partir do processo dialógico entre os estudantes e mediados pela professora fizeram emergir a criação, teste, validação/reorganização de conjecturas.

Nota-se que a utilização da tecnologia móvel por meio de um aplicativo que os sujeitos pudessem interagir entre si e com o artefato tecnológico foi o meio para que acontecessem os diálogos. Ao utilizar o *GeoGebra Graphing Calculator* nota-se que o "movimento" fornecido aos elementos predominantemente estáticos nos livros didáticos oportunizou aos estudantes conduzir o processo da própria aprendizagem, ou seja, a partir de suas palavras elaborar o seu próprio entendimento sobre a matemática que estavam estudando.

Portanto, uma consequência e contribuição da presente pesquisa é olhar para o diálogo entre os pares na sala de aula como elemento necessário para a aprendizagem da matemática. Notou-se que oportunizar momentos de compartilhamento e enfrentamento de situações de forma conjunta é profícuo para o grupo (coletivo) e também benéfico para o sujeito (individual). Tal metodologia de trabalho diametralmente se afasta da prática unidirecional de divulgação dos conhecimentos em sala de aula, e dessa forma, enfatiza-se aqui importância de se trabalhar em sala de aula atividades de forma conjunta e com características cooperativas.

6. Referências Bibliográficas

- AMARAL, A.; FILHO, J.M.; NOGUEIRA, R.E. **O Uso do Geogebra no Estudo da Função Quadrática**. II Congresso Nacional de Formação dos Professores; XII Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Professores. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/141829/ISSN2357-7819-2014-4274-4286.pdf?sequence=1>>. Acesso em junho de 2017.
- ARAÚJO, J.E.; SILVA, J.V.N. Uma abordagem sobre o estudo de funções quadráticas usando o GeoGebra. **Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, 2016. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD4_SA91_ID782_10052016213929.pdf>. Acesso em junho de 2017.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto. 1994.
- BONA, A.S. **Espaço de aprendizagem digital da matemática: O aprender a aprender por cooperação**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/63132>>. Acesso em julho de 2017.
- BONA, A.S.; LUTZ, M.R. Explorando os coeficientes da função quadrática por meio do software Winplot: Uma experiência com alunos do 2º ano do Ensino médio. **Revemat**. Florianópolis (SC), v. 10, n. 2, pp. 209-226, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/40105>>. Acesso em junho de 2017.
- BORBA, M. C.; GADANIDIS, G.; SILVA, R. S. R. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática**. 1. Editora Autêntica Editora. Belo Horizonte. 2014.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 2. Editora Autêntica Editora. Belo Horizonte. 2002.
- BORTOLOSSI, H. J.; PESCO, D.U.; REZENDE, W.M. Explorando aspectos dinâmicos no ensino de

- funções reais com recursos do GeoGebra. **Anais da 1ª Conferência Latino Americana de GeoGebra**, pp. 74-89, 2012. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/8370/6580>>. Acesso em junho de 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em julho de 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Bases legais. Brasília. 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em julho de 2017.
- CAIRES, J.B.S.; NASCIMENTO, J.C. Um estudo de funções polinomiais de 1º e 2º graus em ambiente informatizado. **Revista Eventos Pedagógicos**, Cáceres, v. 3, n. 3, pp. 390-409, Ago-Dez. 2012. Disponível em: <<http://sinop.unemat.br/projetos/revista/index.php/eventos/article/view-File/946/677>>. Acesso em junho de 2017.
- CAMARGO, L.S.; BECKER, M.L.R. O Percurso do Conceito de Cooperação na Epistemologia Genética. **Revista Educação & Realidade**. Porto Alegre, v. 37, n. 2, pp. 527-549, maio/ago, 2012. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/educacaoe-realidade/article/view/17341>>. Acesso em outubro de 2017.
- COLET, E.B. **Uma nova proposta para o ensino de funções quadráticas. Curso de Especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática para a Educação Básica**. Instituto de Matemática e Estatística. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134088/000983935.pdf?sequence=1>>. Acesso em junho de 2017.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução. Joice Elias Costa. 3. ed. Artmed. Porto Alegre. 2009.
- GIRALDO, V.A.; GUIMARÃES, L.C.; MURICI, M.L. **Funções reais: possibilidades em um ambiente de geometria dinâmica**. IV HTEM–Colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática, 2008. Disponível em: <<http://limc.ufrj.br/htem4/papers/69.pdf>>. Acesso em junho de 2017.
- LOPES, S. P. Registros de representações semióticas no estudo das funções polinomiais de segundo grau. **Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Educação Matemática: Retrospectivas e Perspectivas**. Curitiba- Paraná, 2013. Disponível em: <http://sbem.web1471.kinghost.net/anais/XIENEM/pdf/1554_1454_ID.pdf>. Acesso em junho de 2017.
- MEDEIROS, M.F.; SCHARDOSIM, E. Utilização do Software Geogebra No Ensino E Aprendizagem De Funções Polinomiais Do Segundo Grau. **Anais do 3º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense**. Disponível em: <http://emt2015.pbworks.com/w/file/attach/94667282/SICT-SUL_Artigo_8337549020%20erica.pdf> Acesso em junho de 2017.
- PIAGET, J. **Estudos Sociológicos**. Forense. Rio de Janeiro. 1973.
- PIAGET, J. O trabalho por equipes na escolha- Jean Piaget. **Revista de Educação**. São Paulo, set/dez, 1993. Tradução Luiz G. Fieury. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/o-trabalho-por-equipes-piaget/>>. Acesso em outubro de 2017.
- PINTO, S. R. **Ensino de funções quadráticas com o GEOGEBRA Graphing Calculator na escola básica: um olhar para a cooperação entre os estudantes**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/179453>>. Acesso em junho de 2018.
- RICARDO, J.C. **Uma proposta para o ensino de funções quadráticas mediada pela tecnologia: um estudo de caso**. Vassouras, 2012, 135 p. Dissertação, Universidade Severino Sombra. Pós- Graduação Stricto-Sensu em Educação

- Matemática. Disponível em: <http://www.uss.br/arquivos/posgraduacao/strictosensu/educacao/Matematica/dissertacoes/2012/Dissertacao_Jonas_FichaOK.pdf>. Acesso em junho de 2017.
- SANTOS, L.V.; SILVA, A.C.; SOARES, W.A. Utilização do Winplot como software educativo para o ensino de matemática. **Revista Diálogos, Revista de Estudos Culturais e da Contemporaneidade**, n. 6, pp. 187-206. 2012. Disponível em: <http://www.revistadiálogos.com.br/Dialogos_6/Dialogos_6_Willames_Adriano_Luciana.pdf>. Acesso em junho de 2017.
- SILVA, W.R. Aplicação do GeoGebra no estudo de funções quadráticas. **Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 5, n. 5, pp. 160-185, 2014. Disponível em: <<http://fapam.web797.kinghost.net/periodicos/index.php/synthesis/article/view/87/82>>. Acesso em junho de 2017.



ANÁLISE DIDÁTICA DE UMA ATIVIDADE LÚDICA SOBRE A “INSTABILIDADE NUCLEAR”

DIDACTIC ANALYSIS OF A LUDICAL ACTIVITY ABOUT "NUCLEAR INSTABILITY"

ANÁLISIS DIDÁCTICO DE UNA ACTIVIDAD LÚDICA SOBRE LA "INESTABILIDAD NUCLEAR"

Carlos Alexandre Batista*, Maxwell Siqueira**

Cómo citar este artículo: Batista, C. A. y Siqueira, M. (2019). Análise didática de uma atividade lúdica sobre a "instabilidade nuclear". *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 126-142. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13242>

Resumo

Um dos grandes desafios para a inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) perpassa pelas dificuldades docentes de ensinar seus conceitos, sem atribuir exclusividade à resolução de exercícios de livros didáticos. Contribuindo para superá-lo, o artigo evidencia aspectos didáticos que uma Atividade Lúdica sobre a “Instabilidade Nuclear” (ALIN) fornece para o ensino-aprendizagem de conceitos de FMC. A análise fundamenta-se na Teoria das Situações Didáticas (TSD). A ALIN é parte integrante de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a Radioatividade (SEAR), desenvolvida, operacionalizada e avaliada como fruto de pesquisa. A SEAR foi implementada por um professor de Física em sua turma de curso Técnico em Informática (nível médio), em um Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de uma cidade brasileira do Sul da Bahia. Os dados, incluindo as falas do professor e de 10 dos 25 estudantes, foram obtidos com o recurso da videografia, transcrição dos diálogos e registros de imagens fotográficas. O recorte é justificado por ser, sob a lente da TSD, o mais significativo. Ele evidenciou na ALIN os aspectos didáticos de caráter lúdico e de regras preconizadas por questões e comentários, associados aos conceitos da Radioatividade. Relacionados à concepção de contrato didático e seus elementos constituintes fundamentais, esses aspectos são considerados “cláusulas implícitas de um contrato didático”, que podem ser transferidas para desenvolver

Recibido: 15 de abril de 2018; aprobado: 03 de agosto de 2018

* Professor licenciado em Física. Mestre em Educação em Ciências. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - Bolsista CAPES. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis, SC – Brasil. Correio eletrônico: casbatistauesc@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3276-9952>

** Professor e orientador do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. Ilhéus, BA – Brasil. Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da mesma instituição. Correio eletrônico: mrpsiqueira@uesc.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2165-4244>

a ALIN em outros contextos de ensino. Os resultados denotam que a atividade é um instrumento em potencial que cria condições para o ensino da Radioatividade. Todavia, é necessário que professores e estudantes aceitem o desafio de realizá-la atentando para os sistemas de obrigações vinculados a relação didática. Consideramos que a atividade pode ajudar na reflexão de atitudes positivas durante o processo de ensino-aprendizagem de conceitos da FMC em ambientes reais de sala de aula.

Palavras chaves: didática das ciências, contrato didático, sistema didático.

Abstract

One of the great challenges for the insertion of Modern and Contemporary Physics (FMC) in High School goes through the difficulties of teaching their concepts, without attributing exclusivity to the resolution of textbook exercises. The article highlights didactic aspects that a Ludic Activity on "Nuclear Instability" (ALIN) provides for the teaching-learning of FMC concepts. The analysis is based on the Theory of Didactic Situations (TSD). The ALIN is an integral part of a teaching-learning sequence on Radioactivity (SEAR), developed, operationalized and evaluated as a research result. The SEAR was implemented by a Physics teacher in his Computer Technician class, in a Federal Institute of Education in Science and Technology at a Brazilian city in the South of Bahia. Data, including the words of the teacher and 10 of the 25 students, were obtained with the use of videography, transcription of the dialogues and records of photographic images. The selection is justified because it is, under the lens of the TSD, the most significant. In it, we demonstrate in the ALIN the didactic aspects of a ludic nature and of rules recommended for questions and comments, associated with the concepts of Radioactivity. Regarding the conception of didactic contract and its fundamental constituent elements, these aspects are considered "implicit clauses of a didactic contract", which can be transferred to develop ALIN in other teaching contexts. The results show that recreational activity is a potential instrument that creates conditions for the teaching of radioactivity. However, it is necessary that professors and students accept the challenge of carrying them out in spite of the obligations usually acquired in the didactic relationship. We consider that the activity can help to reflect on positive attitudes during the teaching and learning process of FMC concepts in the real classroom environment.

Keywords: Didactics of the Sciences, Didactic Contract, Didactic System.

Resumen

Uno de los grandes desafíos para la inserción de la física moderna y contemporánea (FMC) en la enseñanza media (EM) pasa por las dificultades docentes de enseñar sus conceptos, sin atribuir exclusividad a la resolución de los ejercicios del libro de texto. En este artículo se destacan aspectos didácticos que una actividad lúdica

sobre la *inestabilidad nuclear* (ALIN) proporciona para la enseñanza/aprendizaje de conceptos de FMC. El análisis se fundamenta en la *teoría de las situaciones didácticas* (TSD). La ALIN es parte de una secuencia de enseñanza/aprendizaje sobre la radiactividad (SEAR), desarrollada, operacionalizada y evaluada como fruto de investigación. La SEAR fue implementada por un profesor de física en su clase de curso Técnico en Informática (nivel medio), en un Instituto Federal de Educación en Ciencia y Tecnología de una ciudad brasileña del Sur de Bahía. Los datos, incluyendo las palabras del profesor y 10 de los 25 estudiantes, fueron obtenidos con el recurso de la videografía, transcripción de los diálogos y registros de imágenes fotográficas. La selección está justificada por ser, bajo la lente de la TSD, el más significativo. En ella evidenciamos en la ALIN los aspectos didácticos de carácter lúdico y de reglas preconizadas por cuestiones y comentarios, asociados a los conceptos de la radiactividad. En cuanto a la concepción de contrato didáctico y sus elementos constituyentes fundamentales, estos aspectos se consideran *cláusulas implícitas de un contrato didáctico*, que pueden ser transferidas para desarrollar ALIN en otros contextos de enseñanza. Los resultados muestran que la actividad lúdica es un instrumento potencial que crea condiciones para la enseñanza de la radiactividad. Sin embargo, es necesario que profesores y estudiantes acepten el desafío de realizarlas a pesar de las obligaciones usualmente adquiridas en la relación didáctica. Consideramos que la actividad puede ayudar para la reflexión sobre actitudes positivas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos de la FMC en el ambiente real de clase.

Palabras clave: didáctica de las ciencias, contrato didáctico, sistema didáctico.



Introdução

A importância atribuída ao ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) tem se materializado na grande produção de trabalhos acadêmico-científicos (artigos, teses, dissertações, simulações, jogos, textos didáticos, hiperfídias, dentre outros) (Pereira, Ostermann, 2009). No entanto, as preocupações de pesquisadores, autores de livros didáticos, professores e governo (por meio dos documentos oficiais da educação) se voltam para "como" transformá-la em intervenção prática de sala de aula (Batista, Siqueira, 2017; Batista, 2015; Pessanha, 2014; Timm, 2012; Tiberghien, Vince, Gaidioz, 2009; Siqueira, 2006; Brockington, 2005; Lijssen, Klaassen, 2004).

Para docentes e iniciantes na pesquisa sobre o Ensino de Física, um dos grandes desafios de ensinar conceitos de FMC na Educação Básica, complexidade cognitiva e necessidade de formação docente apropriada, reside na falta de alternativas metodológicas que vá além da dependência da resolução de exercícios de livros didáticos. Acredita-se que novas alternativas podem tornar as aulas de Física didaticamente mais interessantes para a classe estudantil do EM, dado sua contribuição para minimizar as complexidades matemáticas dos conceitos de FMC (Kneubil, Pietrocola, 2017).

De mesmo modo, outro aspecto que se considera importante para o processo de transformação de produção acadêmica em intervenção prática de sala de aula (Collective, 2003) reside no compartilhamento de experiências concretas vivenciadas em salas de aula do EM (Batista, Siqueira, 2017; Tiberghien, Vince, Gaidioz, 2009), uma vez que, quando orientadas por pressupostos teóricos e metodológicos (Lijssen, Klaassen, 2004; Mèheut, Psillos, 2004; Collective, 2003), podem indicar caminhos didáticos para o enfrentamento desses desafios. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é evidenciar aspectos didáticos que uma atividade lúdica da "instabilidade nuclear" (ALIN) fornece para o ensino-aprendizagem de conceitos de FMC.

A ALIN é parte integrante de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a Radioatividade (SEAR), desenvolvida, operacionalizada e avaliada como fruto de uma pesquisa (Batista, 2015) que investigou as seguintes questões:

Como desenvolver e implementar propostas inovadoras apoiadas em referenciais teórico-metodológicos reconhecidos pela literatura? E, Quais resultados práticos esse tipo de investigação nos permite alcançar para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula? (Batista, 2015 p. 14).

Durante a pesquisa, todo processo orientou-se pelos pressupostos teórico-metodológicos da *DBR-TLS Design-Based Research* (Pesquisa Baseada em Projeto)-*Teaching Learning Sequence* (Sequência de Ensino-Aprendizagem) (Lijssen, Klaassen, 2004; Mèheut, Psillos, 2004; Collective, 2003).

Em termos gerais, a DBR-TLS é "uma metodologia importante para compreender como, quando e por que inovações educacionais funcionam (ou não) na prática" (Kneubil, Pietrocola, 2017 p. 2). Para tanto, preconiza o alinhamento de princípios fundamentais de teorias de aprendizagem e do conhecimento científico em diferentes perspectivas epistemológicas. Preconiza também o uso de instrumentos inerentes à pesquisa qualitativa, a saber, observação, diário de bordo, entrevista, videografia, imagem, questionário, entre outros (Bogdan, Biklen, 1994), com objetivos de:

Entender o que ocorre em aulas de ciências, em termos de interações do professor, do aluno e de conteúdo específico; Desenvolver o conhecimento didático de conteúdos específicos, determinantes nas mudanças no ensino e na aprendizagem; Preencher a lacuna no conhecimento sobre o ensino e a aprendizagem necessário ao progresso didático. (Kneubil, Pietrocola, 2017 pp. 4-5)

Com esses objetivos, a DBR-TLS constitui-se em uma linha de investigação desenvolvida por

pesquisadores (as) de diferentes universidades do mundo (Kneubil, Pietrocola, 2017; Mèheut, Psillos, 2004), preocupados em operacionalizar a relação teoria-prática, subjacente a transformação de demandas teóricas educativas em intervenção prática em sala de aula (Collective, 2003).

Em função disso, na pesquisa optou-se pelo alinhamento da: teoria da Transposição Didática (TD) de Yves Chevallard (Chevallard, 1991); a teoria da aprendizagem significativa (TAS) de David Ausubel (Moreira, 2011); e pelo uso de instrumentos de coleta de dados como videografia, questionário, imagens fotográficas.

A TD permitiu analisar a sobrevivência do tópico Radioatividade no "sistema didático". A TAS possibilitou analisar e compreender as concepções dos estudantes sobre o tópico da Radioatividade, bem como tomá-las como ponto de partida para a realização das atividades em sala de aula. Além disso, garantiu a avaliação da potencialidade da SEAR como promotora da aprendizagem significativa (Batista, Siqueira, 2017; 2014; Batista, Siqueira, Reis, 2015).

Com o recorte feito neste trabalho, pretende-se mostrar essas potencialidades a partir da análise individual das atividades da SEAR. Uma vez que, sob a lente dos objetivos da DBR-TLS, estamos tentando compartilhar, de forma detalhada, com os pares, compreensões sobre o que ocorre em aulas de Física, em termos de interações entre professor e estudantes durante o ensino de conceitos de FMC. Em decorrência, nossa proposta é desenvolver conhecimentos didáticos, tão importantes para a renovação do processo de ensino-aprendizagem em ciências, bem como buscar fornecer conhecimentos necessários ao progresso didático da inserção da FMC (Kneubil, Pietrocola, 2017).

Para alcançar o objetivo deste artigo, a análise fundamentou-se na Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau, especificamente, no conceito de **contrato didático** e dos seus elementos fundamentais constituintes, **divisão das responsabilidades, tomada em conta do implícito e relação com o saber** (Brousseau, 2008).

1. Breves aspectos da teoria das situações didáticas de Guy Brousseau

A TSD tem origem no campo da Didática da Matemática francesa, nos finais dos anos de 1960. Foi forjada pelo didata e educador matemático francês Guy Brousseau mediante os estudos desenvolvidos no interior do Instituto de Investigação de Ensino de Matemática (IREM) (Silva, Ferreira, Tozetti, 2015; Brousseau, 2008).

No âmbito da Matemática, a TSD investiga a relação didática, "uma comunicação de informações" (Brousseau, 2008 p. 16), elaborada mediante a concepção de ensino que expressa "as relações entre o sistema educacional e o aluno, vinculadas à transmissão de um determinado conhecimento" (op. cit. p.16). Sua intenção é identificar as interações estabelecidas no sistema didático (Chevallard, 1991), em um sentido mais restrito, entre docente-saber-estudante (Teixeira, Passos, 2013) no âmbito do "sistema didático" (Chevallard, 1991).

Os objetivos da TSD "são propiciar a reflexão sobre as relações entre os conteúdos do ensino e os métodos educacionais e, de modo amplo, abordar a didática como campo de investigação" (Silva, Ferreira, Tozetti, 2015 p. 19952). Em conformidade, o termo situações é definido como "um modelo de interação de um sujeito com um meio determinado" (Brousseau, 2008 p. 21). Por sua vez, esse meio é compreendido como um "subsistema autônomo e antagônico ao sujeito" (p. 21). Contudo, "o recurso de que esse sujeito dispõe para alcançar ou conservar um estado favorável nesse meio será um leque de decisões que dependem do emprego de um conhecimento preciso" (p. 21).

Por outro lado, reserva-se "o termo situações didáticas para os modelos que descrevem as atividades" (p. 21) docentes e estudantis. Dessa forma, é definida como um sistema das interações estudantis com os problemas escolhidos pelo docente, dentro do contexto do ensino, marcado pela presença de uma indicação intencional (Brousseau, 2008). Para tanto, a função docente será indispensável na situação didática, visto que a concepção moderna de

ensino solicita que ela deve provocar nos “estudantes as adaptações desejadas, mediante uma escolha judiciosa dos problemas” (Brousseau, 1996 p. 49).

Para Brousseau (1996), se as respostas aos problemas intencionalmente escolhidos são dadas, os estudantes demonstram que sabem, caso não respondam, demonstram uma necessidade de um saber que apela para o ensino. Portanto, percebe-se que o problema tem como objetivo a construção de um conhecimento novo. Todavia, docentes e estudantes devem reconhecer que o novo conhecimento é justificado pela lógica interna da situação, podendo, assim, construí-lo sem a necessidade de apelar para as razões didáticas (Brousseau, 1996). Logo, o objetivo dos problemas escolhidos pelo professor é permitir que o ambiente de sala de aula tenha riqueza de diálogo, reflexão e evolução dos estudantes por conta própria (Brousseau, 1996).

1.1 O contrato didático e seus elementos fundamentais constituintes

De acordo com Brousseau (1996, p. 50), “o contrato didático é a regra do jogo e a estratégia da situação didática. É o meio que o professor tem de colocá-la em cena”. Compreendemos que essa definição revela que o contrato didático é o responsável pela garantia, manutenção e estabilidade da relação docente-saber-estudante (Chevallard, 1991). É a condição de existência da situação didática. Seu propósito é servi-la com exclusividade, por isso, não existe para além da mesma (Brousseau, 1996).

Brousseau (1996, p. 51) afirma que o contrato didático se estabelece em uma:

Relação que determina - explicitamente em pequena parte, mas, sobretudo implicitamente - aquilo que cada parceiro, o professor e o aluno têm responsabilidade de gerir e pelo qual serão, de uma maneira ou de outra, responsáveis perante outro. Este sistema de obrigações recíprocas assemelha-se a um contrato. Aquilo que aqui nos interessa é o contrato didático, ou seja, a parte deste contrato que é específico do

conteúdo: o conhecimento matemático visado. (Brousseau, 1996, p. 51)

Nesta relação estabelecida explícita e/ou implicitamente, a manifestação do contrato didático é a “regra do jogo”, obrigações recíprocas que docentes e estudantes devem assumir um perante outro, no contexto da situação didática. Em outras palavras, esse sistema de obrigações evoca a necessidade de uma atitude e um comportamento ético e moral, desses atores perante eles mesmos e perante o saber que se relacionam. Portanto, a existência do contrato didático exige da relação docente-estudante fundamentada na aprendizagem de saberes científicos, de valores educativos, entre outros, um sistema de obrigações vinculadas ao compromisso ético e moral.

Segundo Gauthier *et al.* (1998), a complexidade de uma sala de aula é tal que, “sem esse compromisso, nada poderia ser dito sobre a sala de aula, nada poderia ser aprendido no que se refere aos seus aspectos estáveis e recorrentes” (Gauthier *et al.*, 1998 p. 351). Por exemplo, dificuldades de realização de atividades, situações em que se exige da atitude docente uma decisão de ver ou não ver, repreender um comportamento inadequado, dar prosseguimento a uma discussão agitada ou encerrá-la, conceder espaço de fala, exagerar ou banalizar um pedido de silêncio, entre outros que permeiam a sala de aula (Gauthier *et al.*, 1998).

Não obstante, o contrato didático se manifesta quando uma ou mais regras não são respeitadas por um dos parceiros da relação didática, ou seja, quando ele é transgredido (Brousseau, 1996). Essa transgressão se traduz na ocorrência de uma ruptura e renegociação, para que o avanço da aprendizagem ocorra (Brousseau, 1996). Nessas condições, parece-nos evidente o quanto as condições para aprendizagem mostram-se dependentes das formas de rupturas e renegociações das cláusulas do contrato didático. Contudo, elas podem ser saudáveis, caso seja respeitado o compromisso com os sistemas de obrigações.

Em outra direção, essa definição de contrato didático dada por Brousseau (1996) significa que “no cotidiano da sala de aula há um conjunto de expectativas dos participantes, definidas a priori, nem sempre de modo explícito, que se traduzem como cláusulas do Contrato Didático estabelecido” (Ricardo, Slongo, Pietrocola, 2003 p. 155).

Tratando-se da materialidade do contrato didático, Jonnaert (1996) afirma que existem três elementos importantes que o constitui, o primeiro elemento é:

A ideia de **divisão das responsabilidades**: a relação didática não está sob o controle exclusivo do professor; a responsabilidade do estudante é levada em consideração: ele deverá aceitar seu ofício de estudante para saber aprender; esta ideia da divisão de responsabilidades é importante para compreendermos o propósito relativo à devolução didática. (Jonnaert, 1996 p.132 - tradução livre)

Atentando para essa ideia, fica claro que a relação didática não está sobre o controle do professor. Por sua vez, como uma possível cláusula implícita do contrato didático, ela materializa o que estamos chamando de sistemas de obrigações vinculadas ao compromisso ético e moral que os estudantes devem assumir diante do docente e seus saberes. Fica claro que assumir uma parcela desse controle requer a responsabilidade de aceitar seu ofício de aprendiz do saber ensinado.

No seio desse primeiro elemento do contrato didático, “a devolução é um mecanismo de transferência da responsabilidade do mestre ao estudante em um processo de construção de um saber pelo próprio estudante” (Jonnaert, 1996 p. 140). Assim, “o conceito só é concebido se o estudante se inscreve em seu próprio projeto de jogar o jogo da relação didática” (op. cit. p.140). Contrapondo a ideia desse conceito, Jonnaert (1996) chama a atenção para outro conceito, a saber, de *contra-devolução* didática, que:

É manifestado em uma relação didática pelo estudante que não consegue responder às expectativas do

professor. O estudante exige do professor a renúncia da devolução didática. Nessa ruptura do contrato didático o professor deve descobrir os limites da devolução e aceitar a contra-devolução do estudante e mudar de estratégia. (Jonnaert, 1996 p. 140)

Nesse contexto, a existência do contrato didático é condicionada pela existência de um projeto de aprendizagem estudantil, em que aprender os conteúdos da matéria de ensino, passar de ano, obter um diploma, conseguir um estágio, passar no exame de seleção para o nível superior, tenha conformidade, por exemplo, com o projeto político pedagógico da escola, no qual o professor trabalha objetivando colocá-lo em prática (Gauthier *et al.*, 1998; Jonnaert, 1996).

Essa definição está marcada pelo pleito estudantil em exigir a renúncia docente da devolução didática. Uma ruptura explícita do contrato quando sentem dificuldades de resolver o problema na forma proposta (Jonnaert, 1996). Logo, presume-se que uma atitude positiva da ação docente é avaliar a adequação do problema nos níveis cognitivos, didáticos e pedagógicos dos estudantes. Isso pode facilitar que os estudantes possam entrar no *jogo* e aceitar a devolução. Parece-nos claro que o resultado dessa tensão é a materialidade das rupturas e renegociações, das quais o avanço (para o sucesso ou fracasso) da aprendizagem está submetido (Gauthier *et al.*, 1998).

Dando continuidade, o segundo elemento fundamental do contrato didático exposto por Jonnaert (1996) diz respeito à:

A tomada em conta do **implícito**: a relação didática funciona tanto, senão mais, sob o “não dito” que sob as regras formuladas explicitamente; o contrato didático se inquieta desses “não ditos” bem mais, ele se dá um valor também importante às regras formuladas explicitamente e pelas quais o professor e estudante são vinculados. (Jonnaert, 1996 p.132 - tradução livre)

Essa ideia revela que a ação docente não precisa verbalizar para o estudante que a realização

da atividade tem como objetivo a aprendizagem de um saber a ensinar. "O implícito torna-se muito importante em uma relação didática, pois está no interesse do conceito de contrato didático: jogar sob os paradoxos da relação didática" (Jonnaert, 1996 p.133).

No que confere às regras formuladas explicitamente, quatro são suas ordens de critérios. A primeira ordem perpassa pelo "nível de explicitação das regras: explícitas e formuladas; tácitas e convencionadas; tácitas e não convencionadas; implícitas e inconscientes" (Jonnaert, 1996 p. 135). A segunda ordem pelo "nível de negociação das regras: impostas unilateralmente por um dos participantes da relação didática; negociadas" (p. 135). A terceira, pela "origem das regras: externas (impostas do exterior da classe: regulamento da escola, por exemplo); internas (específico ao grupo classe considerado)" (p. 135). Por fim, a quarta, pelo "grau de espontaneidade das regras: espontâneas (elas emergiram do interior mesmo do grupo classe em questão); preexistentes (elas existem antes da constituição do grupo classe)" (p. 135). Vale ressaltar que Jonnaert (1996) não fornece muitas evidências de como essas ordens de critérios emergem da situação didática. Assim, buscase abordá-las, aqui, com o intuito de encontrar, na análise, indícios de suas existências.

Por fim, o terceiro elemento do contrato didático, a saber:

A **relação com o saber**: este é específico do contrato didático, este é tomar em consideração a relação que cada um dos participantes mantém com o saber; o contrato didático deverá então ter em conta a assimetria das relações com os saberes em jogo na relação didática; bem mais, cada uma dessas relações se deve ela mesma de uma das regras do contrato didático. (Jonnaert, 1996 p. 132 - tradução livre)

O que nos chama atenção nesse terceiro e último elemento, é o conceito de *assimetria* das relações. Ele nos permite observar o lugar privilegiado que os docentes assumem na relação didática, visto que existe, implicitamente, na consciência dos

estudantes que sem a ajuda docente dificilmente será possível acessar o saber e construir uma compreensão do mesmo e a solução do problema escolhido. Em outras palavras, o professor possui um domínio sobre o saber, que exige dele a responsabilidade de organizar a situação de ensino que seja favorável à aprendizagem dos estudantes (Jonnaert, 1996).

Por outro lado, Ricardo, Slongo, Pietrocola (2003) observam que existem as expectativas que os estudantes possuem em relação à ação docente, pois, é por meio dela que serão conduzidos na construção do conhecimento almejado. Consideramos, então, que mais próximo do saber, por assim dizer, os docentes criam certa expectativa em relação à ação estudantil, no sentido de aceitarem ou não a devolução do problema. Em nossa perspectiva, a *assimetria* constitui mais uma regra do contrato didático a ser atendida por docentes e estudantes no seio da relação didática.

Não obstante, para além desses elementos constituintes, existem os chamados conceitos de paradoxo (da devolução da situação, da inadaptação à exatidão, da inadaptação a uma adaptação posterior, da aprendizagem por adaptação e sobre o ator), bem como o que Brousseau (1996 p. 41) denomina de fenômenos de didática, "ligados ao controle da transposição didática", a saber: o efeito (*Topázio, Jourdain, Pigmalão, Papy e Dienes*). Todavia, como esses conceitos estão além do alcance dos objetivos deste artigo, não serão abordados aqui. Ao leitor interessado, ler Brousseau (1996 pp. 41-47).

Considerando que a atividade lúdica da *instabilidade nuclear* foi elaborada para preparar os estudantes para outra situação didática, em que os conceitos da Radioatividade estão inseridos, espera-se operacionalizar as ideias até aqui expostas, para evidenciar os aspectos didáticos que podem emergir de uma análise atenta das informações coletadas.

2. Aspectos metodológicos

De natureza qualitativa, este trabalho analisou, exclusivamente, as falas dos sujeitos (de um professor e de 25 estudantes), resguardando suas identidades

com o uso de nomes fictícios. Os dados, incluindo as falas do professor e de dez, dos vinte e cinco estudantes, foram obtidos com o recurso da videografia, transcrição dos diálogos e registros de imagens fotográficas. O recorte é justificado por ser, sob a lente da TSD, o mais significativo, posto que as interpretações estejam suportadas pelos conceitos e possibilidades fornecidas por esse referencial, aqui estabelecido como categorias *a priori*. Ressalta-se que não se pretendeu durante a análise emitir qualquer juízo de valor sobre as falas dos sujeitos e sua relação com sucesso ou fracasso da realização da atividade.

A opção pelo recurso da videografia se justifica pelo argumento de Meira (1991), qual seja, de que o registro de dados, por meio de videografia, fornece um caminho privilegiado de acesso aos conteúdos microscópicos das atividades humanas, ao possibilitar o resgate da densidade de ações comunicativas orais e gestuais.

Em vista disso, seguimos o guia para a análise de dados videografados apresentados por Meira (1991) que preconiza: (1) assistir sem interrupção o episódio de ensino videogravado, realizando anotações preliminares sobre eventos associados à questão de pesquisa e os objetivos, visando familiarização com os dados e caracterização geral do episódio; (2) produzir um "índice de eventos" de acesso rápido a segmentos específicos (falas significativas do professor e estudantes); (3) por meio desse índice, identificar os eventos que têm ligação com a questão de pesquisa e os objetivos; (4) transcrever literalmente os eventos; (5) assistir repetidamente o episódio de ensino, apoiando-se na análise da transcrição, buscando gerar interpretações plausíveis dos microprocessos envolvidos no episódio de ensino pleiteado pela investigação; (6) divulgar resultados e apresentar interpretações ilustradas com exemplos prototípicos colhidos diretamente da videografia e das transcrições. Isso permite ao leitor compreender os argumentos e princípios teóricos sugeridos pelos investigadores, ou construir interpretações alternativas (Meira, 1991).

Por esse recorte, retornamos o objetivo deste artigo: "evidenciar aspectos didáticos que uma atividade lúdica da instabilidade nuclear fornece para o ensino de conceitos de FMC" no Ensino Médio, para estabelecer sua relação com a segunda questão de pesquisa: *Quais resultados práticos esse tipo de investigação nos permite alcançar para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula?* Consideramo-lo como mais uma resposta importante alcançada pela pesquisa, quando se analisa os dados sob o olhar da teoria das situações didáticas, especificamente, operacionalizando o conceito de contrato de didático e seus elementos fundamentais (divisão das responsabilidades, tomada em conta do implícito e relação com o saber).

Nesse contexto, como parte da SEAR, a ALIN foi desenvolvida (em duas aulas de 50 minutos) com uma turma de Física do curso Técnico em Informática (nível médio), em um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de uma cidade brasileira do Sul da Bahia, durante o primeiro semestre de 2015. Ela foi concebida para despertar a curiosidade e interesse estudantil em aprender alguns conceitos inerentes ao tópico Radioatividade, tais como, transmutação nuclear, decaimento radioativo (beta, alfa e gama), núcleo atômico, prótons, nêutrons, elétrons, meio-vida, que se encontram presentes nos livros didáticos de Física do Ensino Médio (Pietrocola *et al.* 2010).

O professor que ministrou as aulas tem formação em licenciatura em Física e pós-graduação em Educação em Ciências. Participando ativamente do processo de planejamento das aulas da sequência de ensino-aprendizagem, suas motivações encontravam-se, segundo ele, em oportunizar o conhecimento do tópico a seus estudantes pelo viés da Física, uma vez que seus estudantes já tinham tido contato com o assunto na disciplina de Química. Além disso, apesar de pouco familiarizado com o conteúdo e a abordagem didática, aceitava o desafio, atribuindo-o um aspecto importante para sua formação continuada.

A turma do curso técnico era formada por 25 estudantes, igualmente distribuídos entre meninas e meninos, com média de idade entre 14 e 19 anos. Nessa turma, o professor tinha dois (2) encontros semanais, sempre no período matutino, segundas e quintas-feiras, entre às 10h10min e 11h50min. No que confere a realização da atividade, apenas o professor dispunha de um roteiro para conduzir a ação estudantil: colar com fita adesiva ou cola bastão, aproximadamente, 100 unidades de bolinhas de isopor, a partir de uma única bolinha de isopor presa no fio de náilon fixado no teto (Figura 1), a seguir.

Os estudantes, sob a orientação do professor, formaram grupos de cinco pessoas. Em seguida, iniciou a leitura das regras da atividade, seguindo o que estava escrito no roteiro.

No roteiro, **a primeira regra** lida foi que os grupos deveriam: escolher um dos elementos químicos presentes no texto 1 - sobre a descoberta da radioatividade¹, a saber: Urânio, Tório, Polônio e Rádio. **A Segunda regra:** escolher o tipo de cola (fita adesiva, cola: branca, bastão ou de silicone) a ser utilizado para colar as bolinhas. **Terceira regra:** proceder à colagem das bolinhas sem tocar as já previamente

coladas, a partir do esquema apresentado. **Quarta regra:** responder as questões, a saber, 1. O que mantém as suas bolinhas presas? 2. Quantas bolinhas vocês conseguiram colar antes da primeira cair? 3. Por que as bolinhas estão caindo? 4. O elemento que vocês escolheram para nomear o conjunto das bolinhas continua o mesmo?

Em termos conceituais, as questões (1, 2, 3, e 4) são pontes para estabelecer relações, respectivamente, com os conceitos de: (1) força nuclear forte e força nuclear fraca; (2) número de massa atômica, número de prótons e número de nêutrons; (3) decaimentos radioativos alfa, beta e gama; (4) conceito de transmutação nuclear.

No final do roteiro, o professor leu o seguinte comentário: vocês escolheram um tipo de cola para grudar as bolinhas, mas no átomo, mais precisamente, no núcleo do átomo, não existe cola! Pergunta-se: o que poderia realizar este mesmo papel no núcleo do átomo?

Dado esses aspectos descritivos, esperamos ter clarificado o cenário no qual a ALIN está inserida, para com isso mostrar com eles permitem analisar as falas transcritas dos sujeitos, mediante a operacionalização dos conceitos expostos na seção anterior.



Figura 1. Disposição da turma em relação ao aparato para realização da atividade lúdica da "instabilidade nuclear".

Fonte: Batista, 2015.

1. O texto - A descoberta da Radioatividade também parte da sequência de ensino-aprendizagem, foi trabalhado em uma aula antecedente. O mesmo é uma produção didática de Siqueira (2006).

3. Análise dos aspectos didáticos da atividade lúdica da instabilidade nuclear

Iniciamos a análise didática retomando a ideia principal da TSD, a saber, investigar a "relação didática" - uma comunicação de informações - para estabelecer a função didática que a ALIN adquire para mediar a comunicação dos conceitos da Radioatividade.

No que confere aos objetivos da teoria das situações didáticas, dentre eles, "propiciar a reflexão sobre as relações entre os conteúdos do ensino e os métodos educacionais", observamos a pertinência de submeter à ALIN a análise didática que pretendemos.

Outro ponto, que é pertinente situar à atividade, diz respeito à sua relação com a ideia de "modelo de interação do sujeito com um meio determinado" em que os estudantes são exigidos a mobilizar suas decisões para realizar a atividade e entrar no jogo da situação didática. Reforçando essa ideia, evocamos a concepção moderna de ensino que solicita da ação docente provocar nos estudantes "as adaptações desejadas mediante a escolha judiciosa dos problemas" (Brousseau, 1996 p.49), para dizer que a atividade lúdica pode servir ao propósito didático de mediar essas adaptações dos estudantes ao antecipar as ideias que perpassam os conceitos da Radioatividade.

Realizado esse ajuste teórico, tomamos a fala inicial do professor para iniciar a atividade, no contexto apresentado pela Figura 1.

Professor: Observem! Gaby, por favor..., daqui a pouco você não vai mais poder fazer isso. Onde a gente estava, hoje, de certa forma, é um pouco de uma brincadeira que a gente vai fazer aqui, mas que tem tudo haver e no final das contas vocês irão perceber bem a ideia por de trás dessa atividade que a gente vai está fazendo.

O primeiro aspecto didático da atividade é seu **caráter lúdico**, quando o professor explicita que de "certa forma, é um pouco de uma brincadeira que

a gente vai fazer aqui". Isso demonstra a funcionalidade da atividade ao permitir que os estudantes de forma lúdica se envolvam intelectualmente, mas com satisfação e interesse de aprendizagem. O fator brincadeira ressaltado pelo professor expressa que ela também é indispensável à saúde física, emocional e intelectual dos jovens (Rodrigues *et al.* 2017; Lemes, Dal Pino Júnior, 2010). Por isso, seu aspecto lúdico pode permitir que o professor explore a criatividade dos estudantes e proporcione elementos que melhore a conduta deles no processo de ensino e aprendizagem, especialmente, sobre os conceitos do tópico da Radioatividade que a atividade comporta.

Outro ponto importante é que o envolvimento intelectual dos estudantes neste momento de brincadeira é evocado implicitamente, mediante a observância das regras a serem obedecidas para a realização da atividade. Esse envolvimento ganha mais sentido quando evocamos o conceito de contrato didático, "a regra do jogo e a estratégia da situação didática; o meio que o professor tem de colocá-la em cena".

Contidas no roteiro, essas regras orientam os estudantes nessa imersão intelectual para a execução da atividade. Além disso, fornecem ao professor as ferramentas necessárias para coordenar a situação. Esses elementos ressaltam que **as regras** tornam-se mais um aspecto didático da atividade, pois além de fomentar o envolvimento intelectual dos estudantes, também propicia ao professor jogar com as expectativas deles, neste caso, suscitando-as por meio de sua fala "**Professor:** vocês irão perceber bem a ideia por de trás dessa atividade".

Na fala do professor, pode ser observada uma tentativa de construir uma expectativa nos estudantes. Isso, no sentido de despertar neles a curiosidade de entender, do ponto de vista físico, as relações entre as perguntas e os conceitos (transmutação nuclear, decaimento radioativo: alfa, beta e gama, meia-vida, núcleo atômico, prótons, nêutrons, elétrons) necessários para compreensão do fenômeno da Radioatividade.

Com efeito, as regras, como um aspecto didático, ou seja, como "cláusulas implícitas do contrato

didático da atividade", são alicerçadas pela seguinte afirmação: "o professor tem, pois, de efetuar, não a comunicação de um conhecimento, mas a devolução do problema adequado. Se essa devolução se opera, o aluno entra no jogo e, se ele acaba por ganhar, a aprendizagem teve lugar" (Brousseau, 1996 p.51).

Essa comunicação fica evidente na fala seguinte do professor, ao realizar a leitura do roteiro:

Professor: Peço que vocês acompanhem o roteiro aqui, tá gente, pra não ficar nenhuma dúvida. O objetivo é colar aproximadamente 100 unidades de bolinhas de isopor, a partir do esquema, uma única bolinha presa por um barbante, suspensa por um suporte..., tranquilo? No suporte ela vai está presa nesta situação, para justamente vocês conseguirem prender todas as bolinhas aqui! Tudo bem? Ok.

Ao chamar atenção para o objetivo da atividade, "colar aproximadamente 100 unidades de bolinhas de isopor, a partir de um esquema: uma única bolinha presa por um barbante, suspensa por um suporte", as regras a serem seguidas ficam implicitamente estabelecidas, de modo que a expectativa do professor para com a aceitação delas por parte dos estudantes ganha sua própria dimensão.

Aliado a essa expectativa, encontramos, na fala do professor, o primeiro elemento do contrato didático, a saber, a ideia de divisão de responsabilidade. O **Professor** fala: "então, vocês vão ter que ficar atentos para ver quantas bolinhas vocês irão conseguir colar; vocês podem até dividir tarefas, vocês se organizem aí". Como uma "cláusula implícita do contrato didático", essa ideia de divisão das responsabilidades é apresentada pelo professor para evidenciar, justamente, a parcela de controle da situação didática que os estudantes possuem (Brousseau, 1996). O professor, de forma consciente ou não, sabe que a aceitação das regras pelos estudantes é a prova material da divisão das responsabilidades.

Não obstante, algo muito interessante que ocorre após essa divisão de responsabilidade é a ruptura de algumas regras quando o **Professor** explicita: "É...,

apesar... a ideia é que cada grupo utilizasse um elemento diferente, ou um aparato diferente para fazer a colagem das bolinhas, mas resolvemos mudar, assim, todos vocês irão utilizar a mesma coisa que é a fita adesiva".

Ao analisar esta colocação do professor, percebemos que essa mudança no tipo de material para colar as bolinhas, apesar de não ter influência nenhuma na execução da atividade, acabou produzindo nos estudantes atitudes transgressivas em relação à atividade. De outro modo, pensamos que isso se deu conforme os estudantes perceberam que tinham algum controle real da situação, por isso poderiam questionar a mudança. No diálogo a seguir, esse momento de discussão pode ser evidenciado:

Professor: todos vocês irão utilizar a mesma coisa que é fita adesiva. **Estudante** (Bruna): durex. **Professor:** fita adesiva. **Estudante** (Camila): durex. **Estudante** (Saulo): durex é marca de preservativo. (risos e falas simultâneas tomam conta da sala devido a essa associação). **Professor:** voltemos! Então, vocês não vão ter, no caso, cola branca, cola bastão, cola de silicone, apenas fita adesiva.

Esse momento de confusão, gerado pela observância do professor sobre o uso apenas de um tipo de cola, é visto como algo que pode ser contornado com a reestruturação do roteiro. Atenta-se para esse fato de fornecer apenas um tipo de cola (sugerimos a fita adesiva), sem criar suspeita, por parte dos estudantes, da influência desse material sobre o sucesso ou fracasso deles na realização da atividade.

Não obstante, esse momento pode ser interpretado como possíveis rupturas do contrato didático que foram produzidas, "quando uma ou mais regras não foram respeitadas por um dos parceiros da relação didática, ou seja, quando elas foram transgredidas" (Moretti, Flores, 2002 p.2).

Com efeito, para negociá-las e direcionar a execução da atividade, o professor manifesta seu controle da situação pedindo que os estudantes façam silêncio. **Professor:** "máximo de cinco alunos por grupo, mas a ideia aqui é a gente fazer uma

uniformização, ou seja, ter quatro a cinco alunos por grupo". Dando sequência ao processo de negociação, a primeira atitude do professor é ler novamente as regras contidas no roteiro, a saber:

Professor: primeiro vocês devem escolher os elementos químicos presentes no texto sobre a descoberta da radioatividade, urânio, tório, polônio e rádio; **Segundo**, olha! Escolher o tipo de cola, no caso, fita adesiva, que vocês vão utilizar; **Terceiro**, devem proceder à colagem das bolinhas, atenção! Sem tocar nas bolinhas já coladas, ou seja, gente, a ideia é você pegar essa fita adesiva, colar o máximo de bolinhas que vocês conseguem em volta disso (aparato).

Atenta, aos procedimentos, uma **Estudante** (Sandra) pergunta: "assim professor?", fazendo um gesto de cima para baixo com a mão em volta do fio de náilon com a bolinha fixa e suspensa. O **Professor**, por sua vez responde:

Professor: lógico que de todo o jeito, o máximo de bolinhas que vocês conseguirem, não pode, óbvio! Colou a bola, não pode mais está tocando, certo?! O que é que eu quero dizer com isso, como é que vocês vão fazer, vão colar a fita adesiva na bolinha e ir colando, em cima, do lado, tal, encaixando e geralmente, acaba ficando algo assim (faz gesto circulares com as mãos em torno do fio), a questão é: vocês vão ver as limitações.

Na fala do professor, "colou a bola, não pode mais está tocando, certo?! O que é que eu quero dizer, com isso, como é que vocês vão fazer, vão colar a fita adesiva na bolinha e ir colando", pode ser observado que ele assumiu o controle novamente da atividade e, de certa forma, ele, ao dizer o que os estudantes não podem fazer, deixa as regras mais claras para que a atividade seja realizada como deveria ser.

Dando continuidade ao estabelecimento das regras, o **Professor** fala: "segundo grupo é polônio; o primeiro grupo é tório; o terceiro é urânio, o quarto é?". A **Estudante** (Aline) responde: rádio. **Professor** continua: "silêncio oh!".

Nesse trecho de fala, pode ser percebido que a situação didática, estando sobre o controle do professor, ganha um curso normal para seu bom desenvolvimento. Desse modo, o professor finaliza a leitura das regras do roteiro explicitando a sua parte final:

Professor: quarta parte, vocês têm que estarem atentos para depois responder às seguintes perguntas: 1. Quem mantém as bolinhas presas? 2. Quantas bolinhas vocês conseguiram colar antes da primeira cair? 3. Por que as bolinhas estão caindo? 4. O elemento que vocês escolheram para nomear o conjunto das bolinhas continua o mesmo? Comentário aqui! Vocês escolheram um tipo de cola para grudar as bolinhas, mas no átomo, mais precisamente, no núcleo do átomo, não existe cola, pergunta-se: quem poderia realizar este mesmo papel no núcleo do átomo?

Nesse trecho, observamos que a atividade manifesta, em seu roteiro marcado por regras, questões (1, 2, 3 e 4) e comentário, mais um aspecto didático importante, qual seja, **a relação com o saber** (conceitos da Radioatividade), retomando a ideia de que "o contrato didático deverá então ter em conta a **assimetria das relações** com os saberes em jogo na relação didática" (JONNAERT, 1996 p.132). A atividade lúdica nos parece cumprir com esse propósito, e, além disso, garante ao professor seu lugar privilegiado na situação didática, uma vez que os estudantes, sem a ajuda docente, possivelmente, não vão conseguir estabelecer as relações entre as questões (1, 2, 3 e 4) e os conceitos a elas associados (força nuclear forte e fraca; massa atômica, prótons, nêutrons; decaimentos radioativos alfa, beta e gama; transmutação nuclear, meia-vida). Este argumento é corroborado com a seguinte afirmação: "o segundo não somente sabe mais que o primeiro, mas a responsabilidade de organizar a situação de ensino reputa favorável na aprendizagem do primeiro" (Johsua, Dupin, 1993 p.249 – tradução livre).

Ressalta-se, com pesar, que, dado à relevância de apresentar mais informações a esse respeito (quantidade de estudantes que conseguiram estabelecer relações entre as questões e os conceitos), ficamos limitados, neste artigo, a focalizar a análise somente nas falas dos

sujeitos, e não nas atividades escritas. Porém, para efeito de evidência, mesmo que incipiente nas falas transcritas e analisadas, isso ocorreu quando, finalizando a leitura do roteiro, o professor diz:

A ideia é a gente, fazer uma pequena analogia, pensando no núcleo do átomo. Então vamos está colando bolinhas que representam o quê? Os **estudantes** respondem: prótons e nêutrons. **Professor**: nêutrons no núcleo atômico.

Não obstante, analisando as questões do roteiro e o comentário final, na perspectiva das quatro ordens de critério explicitadas por Jonnaert (1996), notamos que a primeira ordem, **explícitas e previamente formuladas**, encontra fomento na atividade, quando o professor comunica e explicita essas regras buscando atentar para a compreensão e aceitação estudantil.

Professor: colou a bola, não pode está tocando, certo?! Não é assim, caí, eu posso colar novamente! A ideia é o que, caiu a primeira, para. Então vamos está colando bolinhas que representam o quê? Prótons e?! Prótons e?! **Estudantes** (coletivamente) respondem: Nêutrons! **Professor**: Nêutrons no núcleo atômico. A ideia é a gente fazer uma pequena analogia com isso daqui, pensando no núcleo do átomo. Se vocês quiserem bolar alguma estratégia antes de colar, fiquem a vontade, podem começar! **Estudante** (Eliane) pergunta: podemos colar de duas em duas? **Professor**: não! É de uma a uma. A primeira fica no lugar que está! **Professor**: não é competição de tempo tá!

Alinhado a esse excerto, outros a seguir indicam que o professor busca o tempo todo conduzir os estudantes de forma que respeitem as regras. **Professor**: "oh gente, a ideia é colar sem tá segurando, viu!"; "Olha só, você ver que oh, atenção, sem segurar"; "Sem o apoio, você vem e, oh! Coloca aqui!"; "Assim não, sem tocar, sem tocar, está igual para todo mundo!". Todavia, como pode ser percebido na discussão a seguir que não se constitui em uma tarefa muito fácil.

Professor: Oh gente, a ideia é colar sem tá segurando viu! Olha só, você ver que oh, atenção, sem segurar, sem o apoio, você vem e, oh! Coloca aqui! **Estudante** (Marcos): assim, a gente não consegue não! **Professor**: tente colar uma pelo menos, e reforça sua fala, tente rapaz! **Estudante** (Marcos): a bola está frouxa. **Professor**: aí, está colado rapaz! (Mas o aluno toca na bola, e o professor chama à atenção). **Professor**: assim não, sem tocar, sem tocar, está igual para todo mundo! **Estudantes** (coletivamente) continuam colando, porém tocando! **Professor**: assim não, sem tocar, sem tocar. **Estudante** (Adriano): a gente não está conseguindo. **Professor**: faz parte. **Professor**: não se esqueçam de contar, quem está contando? Quem está contando? **Professor**: sem tocar, sem tocar. **Estudante** (Débora) diz para outra: sem tocar, não pode tocar. **Professor**: sem tocar, sem tocar, pessoal.

Percebe-se, nos diálogos, que a condução da atividade, além de exigir um esforço do professor em não permitir as atitudes transgressivas dos estudantes, busca fazer com que os estudantes possam se comprometer seriamente com a atividade. No último trecho de fala em que uma estudante diz para outra, "sem tocar, não pode tocar", podemos observar que, para alguns, esse compromisso foi aceito, mas para outros, não.

Para os estudantes que respeitaram as regras, Brosseau (1996, p. 46) afirma que "o aluno sabe perfeitamente que o problema foi escolhido para levá-lo a adquirir um conhecimento novo". Além disso, "saber igualmente que esse conhecimento é inteiramente justificado pela lógica interna da situação". De certa maneira, observamos que, até certa medida, essa atitude da estudante, em comunicar aos seus pares que "não pode tocar" nas bolinhas para efetuar a cola das outras, nos leva a ideia de que a tomada em conta do implícito (terceiro elemento fundamental do contrato didático) teve lugar. Reforçando essa ideia, no grupo do polônio, ao tentar colar uma bolinha, o movimento brusco de um dos estudantes (Tiago) levou sua colega (Gabriela) a repreendê-lo dizendo: "oh Tiago, desse jeito vai cair todas as bolinhas".

De maneira a concluir nossa análise, observamos que a ALIN, quando submetida aos crivos dos conceitos de contrato didático e seus três elementos fundamentais, evidenciou, nas falas dos sujeitos participantes do seu desenvolvimento, aspectos didáticos de caráter lúdico e regras marcadas por questões e comentário, associados aos conceitos da Radioatividade. Relacionados à concepção de contrato didático e seus elementos constituintes fundamentais, esses aspectos são considerados "cláusulas implícitas de um contrato didático", que podem ser transferidas para desenvolver a ALIN em outros contextos de ensino, especialmente, por professores e pesquisadores preocupados com inserção da FMC no EM.

4. Considerações

Buscamos na fundamentação TSD, evidenciar que a ALIN apresenta importantes aspectos didáticos (caráter lúdico e regras marcadas por questões e comentário, associados aos conceitos da Radioatividade) que fomentam o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de FMC no contexto real de sala de aula. Os conceitos de contrato didático e seus elementos constituintes fundamentais possibilitaram mostrar que esses aspectos, por seu caráter pactual com a relação docente-saber-estudantes, são frutos que a atividade fomenta. Isso nos parece evidente nos diálogos entre o professor e os estudantes e na materialidade dos sistemas de obrigações vinculados às regras contidas no roteiro da ALIN.

Para cada uma das questões, a tomada em conta do implícito, a divisão das responsabilidades e a relação com o saber são condições necessárias para que os estudantes sejam direcionados para o que é mais importante na ALIN: a aprendizagem dos conceitos científico da Radioatividade (força nuclear forte e fraca; massa atômica, prótons, nêutrons; decaimentos radioativos alfa, beta e gama; transmutação nuclear, meia-vida).

À medida que os estudantes foram provocados a falar, refletir e evoluir na atividade por conta própria,

os elementos fundamentais do contrato didático foram se tornando mais explícitos. **A ideia da divisão de responsabilidade** ficou clara quando na fala do professor, ele considera a função imprescindível dos estudantes (controle de parcela da situação didática) para a realização da atividade.

No que confere à **relação com os saberes** (da Radioatividade, atitudinais, procedimentais dos estudantes para a realização da atividade, docente gestão da classe), observamos nos diálogos que a atividade, mediante a atenção dos estudantes para com o roteiro, fornece os primeiros indícios em direção aos conceitos da Radioatividade. Esse fomento proporcionado pela ALIN, em relação a esses saberes, parece-nos produzir algumas condições necessárias para que ocorra **a tomada em conta do implícito**. Nesse sentido, os estudantes podem perceber que a atividade tem como função didática prepará-los para a construção de novos conhecimentos.

Além dessas evidências, outros aspectos (limitações da atividade) foram manifestados como rupturas do contrato didático, que aconteceram nos momentos em que o professor tenta conduzir a turma para a realização da atividade, observando as regras "explícitas e formuladas" do roteiro. Entretanto, como não são objetos de juízo de valores, essas rupturas permitem observar a potencialidade da ALIN para reavivar o papel dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Elas mostram que existe uma dinâmica em sala que foge dos domínios preconizados pelo ensino tradicional, na qual a relação docente-saber-estudante não ocorre unilateralmente.

Os resultados denotam que a ALIN é um instrumento em potencial que cria condições para o ensino da Radioatividade. Todavia, é necessário que professores e estudantes aceitem o desafio de realizá-la atentando para os sistemas de obrigações vinculados a relação didática. Consideramos que a atividade pode ajudar na reflexão de atitudes positivas durante o momento de ensino-aprendizagem de conceitos da FMC em ambientes reais de sala de aula.

5. Referências Bibliográficas

- BATISTA, C. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: subsídios teórico-metodológicos para a sobrevivência do tópico radioatividade em ambientes reais de sala de aula. 181p. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2015.
- BATISTA, C.A.S.; SIQUEIRA, M. Uma Sequência de Ensino Aprendizagem sobre a Radioatividade baseada na estrutura da TLS. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 17, pp.04676-04680, Fortaleza, EdUECE - Livro 1, (eletrônico). 2014. Disponível em: <http://www.uece.br/endipe2014/ebooks/livro1/547-%20UMA%20SEQU%20C3%8ANCIA%20DE%20ENSINO%20SOBRE%20RADIOATIVIDADE%20BASEADA%20NA%20ESTRUTURA%20DA%20TLS.pdf>. Acessado em 14 de jul., 2018.
- BATISTA, C.A.S.; SIQUEIRA, M. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 34, n. 3, pp. 880-902, 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n3p880>.
- BATISTA, C.A.S.; SIQUEIRA, M.; REIS, Y. Design de uma TLS sobre a Radioatividade. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10. pp. 1-8. Águas de Lindóia, ABRAPEC, (eletrônico). 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/indiceautor.htm>. Acessado em 14 de jul., 2018.
- BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Tradução de: Maria José Alvarez; Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto Editora, Porto: Portugal, 1994, 167p.
- BROCKINGTON, G. A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do Ensino Médio. 268f. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- BROUSSEAU, G. Fundamentos e Métodos da Didática da Matemática. In: BRUN, J. (Org.). **Didática das Matemáticas**. Tradução de: Maria José Figueiredo. Instituto Piaget. Lisboa: Portugal, 1996, pp. 35-113.
- BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. Tradução de Camila Bogéa. Ática, São Paulo: Brasil, 2008, 128p.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. 1. ed. La Pensée Sauvage, Buenos Aires: Argentina, 1991. 189p.
- COLLECTIVE. Design-Based Research: An emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**. London, v. 32, n. 5, p. 1-5, 2003. doi.org/10.3102/0013189X032001005
- GAUTHIER, C. *et al.* **Por uma teoria da Pedagogia**. Unijuí. Ijuí: Brasil. 1998, 480p.
- JOHSUA, S.; DUPIN, J-J. **Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques**. PUF. Paris: França. 1993, 422p.
- JONNAERT, P. Dévolution versus contre-dévolution. Un tandem incontournable pour le contrat didactique. In: RAISKY, C.; CAILLOT, M. (Org.). **Au-delà des didactiques, le didactique**. De Boeck & Larcier S.A. Bruxelles: Bélgica. 1996, pp. 115-144.
- KNEUBIL, F.B.; PIETROCOLA, M. A Pesquisa baseada em Design: uma visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, pp. 1-16, 2017.
- LEMES, M.R.; DAL PINO JÚNIOR, A. Iniciação Tecnológica: uma forma lúdica de aprender Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 2, pp. 1-15. 2010.
- LIJSEN, P.; KLAASSEN, C.W.J.M. Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? **International Journal of Science Education**. London, v. 26 n. 5, pp. 537-554, 2004. doi.org/10.1080/09500690310001614753

- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**. London, v. 26, n. 5, pp. 515-535, 2004. doi.org/10.1080/09500690310001614762
- MEIRA, L. Análise microgenética e videografia: ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva. In: *Temas em Psicologia - SBP*. Ribeirão Preto, São Paulo: FCA, 1994, n. 3, pp. 59-71. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v2n3/v2n3a07.pdf>. Acessado em 15 de jul., 2018.
- MOREIRA, A.M. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. Livraria da Física. São Paulo: Brasil. 149p. 2011.
- MORETTI, M.T.; FLORES, C.R. Elementos do Contrato Didático. (Ensaio) Mimeo. UFSC, 2002.
- PEREIRA, P.A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigação em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.14, n.3, pp. 393-420, 2009.
- PESSANHA, M. Estrutura da Matéria na Educação Secundária: Obstáculos de Aprendizagem e o Uso de simulações Computacionais. 229p. Curso de Pós-graduação em Educação em Ciências (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- PIETROCOLA, M. *et al.* **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. Livro do Professor. 1ª ed. FTD Editora, São Paulo: Brasil, 2010, 528p. v.3.
- RICARDO, E.; SLONGO, I.; PIETROCOLA, M. A perturbação do Contrato Didático e o Gerenciamento dos Paradoxos. **Investigação em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 8, n. 2, pp. 153-163, 2003.
- RODRIGUES, M. *et al.* Ludicidade e ensino de física: Desenvolvendo uma atividade lúdica sobre o movimento circular uniforme. **Física na Escola**, São Paulo, v. 15, n. 2, pp. 52-57, 2017.
- SILVA, N. A.; FERREIRA, M.V.V.; TOZETTI, K.D. Um estudo sobre a situação didática de Guy Brousseau. In: CONGRESSO NACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 12, pp.19951-19961. Curitiba, Pontifícia Universidade Católica, (eletrônico). 2015. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18159_8051.pdf. Acessado em 12 de abr., 2018.
- SIQUEIRA, M. Do visível ao indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio. 257p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- TEIXEIRA, P.J.M.; PASSOS, C.C.M. Um pouco da teoria das situações didáticas (tsd) de Guy Brousseau. **Zetetiké**, Campinas, v. 21, n. 39, pp. 155-168, 2013.
- TIBERGHIE, A.; VINCE, J.; GAIDIOZ, P. Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. **International Journal of Science Education**. London, v. 31, n. 17, pp. 2275-2314, 2009. doi.org/10.1080/09500690902874894
- TIMM, N. Física Moderna e Contemporânea e a Saúde: uma proposta envolvendo energia nuclear e radioatividade na formação inicial de professores. 168p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química de Vida e saúde. (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.



DOCUMENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO, DE UN PROFESOR DE QUÍMICA EJEMPLAR DURANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE

DOCUMENTATION OF THE PEDAGOGICAL AND TECHNOLOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF AN EXEMPLARY CHEMISTRY TEACHER DURING THE IMPLEMENTATION OF A LEARNING OBJECT

DOCUMENTAÇÃO DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO DE UM PROFESSOR DE QUÍMICA EJEMPLAR DURANTE A IMPLEMENTAÇÃO DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM

Boris Fernando Candela Rodríguez*

Cómo citar este artículo: Candela Rodríguez, 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. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13131>

Resumen

Este estudio tuvo como propósito central documentar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* de un profesor de química ejemplar cuando implementa el objeto de aprendizaje "cuando utilizamos diferentes unidades de concentración". Esta fue una investigación cualitativa mediante la modalidad de estudio de caso. Con el fin de dar confiabilidad a los resultados, los datos fueron recogidos a través de fuentes documentales como relatos, videos de las clases, observación no participante y trabajos de los estudiantes. Esta investigación produjo una gran cantidad de información que fue analizada desde la perspectiva de la teoría fundamentada, de lo cual se generaron cuatro categorías, a saber: 1) la pedagogía general, en conjunción con las habilidades lingüísticas y las relaciones cuantitativas median la comprensión de las unidades de concentración; 2) la enseñanza del tópico solubilidad, un medio para desarrollar las competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento; 3) el principio de la intertextualidad, elemento fundamental para representar el tópico de los objetos de aprendizaje; y 4) la enseñanza de unidades de concentración en relación con la evaluación formativa y las pruebas de naturaleza estandarizada. El desarrollo teórico de estas categorías se tradujo en los relatos de

Recibido: 13 de marzo de 2018; aprobado: 24 de agosto de 2018

* Profesor de la Universidad del Valle (IEP). Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali, magíster en Educación con Énfasis en la Enseñanza de las Ciencias Universidad del Valle. Pertenece al grupo de investigación interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias UPN-UV. Correo electrónico: bofeca65@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5833-1975>

experiencias profesionales y pedagógicas (PaP-eR), que representaron los procesos de razonamiento y acciones pedagógicas realizadas por el profesor ejemplar durante la implementación del objeto de aprendizaje.

Palabras clave: conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (CTPC), repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas (PaP-eR), educación en química.

Abstract

The main purpose of this study was to document the Technological and Pedagogical Content Knowledge of an exemplary chemistry teacher when implementing the Learning Object, when we use different concentration units. It was a qualitative research by case study modality. In order to give reliability to the results, data was collected through documentary sources such as narrative stories, videos of the classes, non-participant observation and student work. This research produced a huge amount of information, which was analyzed from the perspective of grounded theory, generating four categories, namely: (1) General pedagogy in conjunction with linguistic skills and quantitative relationships mediate the understanding of the phenomenon units of concentration; (2) The teaching of the topic solubility a means to develop the competencies demanded by the current knowledge society; (3) The principle of intertextuality, a fundamental element to represent the topic of concentration units; and (4) The teaching of concentration units linked to formative evaluation and tests of a standardized nature. The theoretical development of these categories was translated into the narrative accounts of professional and pedagogical experiences (PaP-eR), which represented the reasoning processes and pedagogical actions carried out by the exemplary teacher during the implementation of the Learning Object.

Keywords: Technological and Pedagogical Content Knowledge (TPCK), Professional and Pedagogical experience Repertoire (PaP-eR), Education in Chemistry.

Resumo

O objetivo principal deste estudo foi documentar o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo de um professor de química exemplar ao implementar o Objeto de Aprendizagem, porque usamos diferentes unidades de concentração. Uma metodologia de pesquisa de abordagem qualitativa foi utilizada por estudos de caso. Para conferir confiabilidade aos resultados, os dados foram coletados por meio de fontes documentais, como: histórias narrativas, vídeos das aulas, observação não participante e trabalho dos alunos. Esta pesquisa produziu uma enorme quantidade de informações, que foi analisada sob a perspectiva da teoria fundamentada, gerando quatro categorias, a saber: (1) pedagogia Geral em conjunto com competências linguísticas e relações quantitativas que mediam a compreensão das unidades de concentração; (2) O ensino da solubilidade do tópico significa

desenvolver as competências demandadas pela atual sociedade do conhecimento; (3) O princípio da intertextualidade, elemento fundamental para representar o tema das unidades de concentração; e (4) O ensino de unidades de concentração ligadas à avaliação formativa e testes de natureza padronizada. O desenvolvimento teórico dessas categorias resultaram nas narrativas de experiências profissionais e educacionais (PAP-er), representando processos de raciocínio e ações pedagógicas realizadas pelo professor exemplar durante a implementação da aprendizagem objeto.

Palavras chaves: Conhecimento de Conteúdo Tecnológico e Pedagógico (CTPC), Repertório de Experiências Profissionais e Pedagógicas (PaP-eR), educação em química.



Introducción

La necesidad de cambiar la educación del profesor de ciencias en muchos países se ha dado como consecuencia a las recientes reformas del currículo de las ciencias, y a la emergencia de una nueva visión acerca de la enseñanza y aprendizaje de estas disciplinas. En este sentido, los científicos, profesores y formadores de educadores han formulado una variedad de nuevas perspectivas de programas de educación, las cuales tienen en común los siguientes elementos: desarrollo de las bases del conocimiento para la enseñanza de contenidos, diseño de materiales de enseñanza de naturaleza sociocultural, e integración de la teoría proveniente de la investigación con la práctica educativa (De Jong, Veal, Van Driel, 2002).

Asimismo, se ha evidenciado que el interés generado en los investigadores de la educación en ciencias por apoyar a los profesores en el desarrollo de las bases del conocimiento, ha sido estimulado por dos asunciones acerca de la enseñanza. En primer lugar, la investigación sobre el pensamiento de los docentes muestra que existe una relación sinérgica entre el sistema de conocimiento, creencias, valores, y las prácticas del diseño y la enseñanza de contenidos específicos llevados a cabo por ellos. En segundo lugar, las perspectivas constructivistas socioculturales articuladas con una nueva visión de la integración de las TIC al aula, sugieren que los profesores deben comprender a profundidad el estrecho vínculo entre las bases del contenido, la pedagogía y la tecnología dentro del contexto escolar. Desde luego, este conocimiento les permite diseñar, implementar y evaluar materiales de enseñanza de tópicos específicos potenciados por los recursos digitales, los cuales ayudarán a andamiar la comprensión de los estudiantes (Candela, Viafara, 2014a).

Si bien, al segundo presupuesto lo subyacen marcos teóricos y metodológicos que se encuentran alineados con las actuales reformas curriculares y la investigación en educación en ciencias, estos no están siendo traducidos en prácticas de diseño y

enseñanza que asistan a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos naturales. Quizás esta restricción surge como consecuencia de que los programas de educación propuestos para integrar la tecnología al aula se han centrado en asistir a los profesores en el desarrollo de habilidades para el manejo de *software* y *hardware* genéricos (enfoque tecnocéntrico); y, no en cómo hacer uso de estos recursos digitales con la intención de representar un contenido específico y gestionar su aprendizaje (Friedhoff, 2008). De ahí que se haya construido la idea que introducir la tecnología de manera genérica al aula de ciencias no es suficiente, dado que esta se ha utilizado durante el proceso de diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de manera desarticulada al contenido y la pedagogía (Harris, Mishra, Koehler, 2009; Harris, Hofer, 2011).

Del mismo modo, Harris, Mishra y Koehler (2009) afirman que a este enfoque tecnocéntrico lo subyace la asunción implícita, la cual hace referencia a que el conocimiento profesional que demandan los profesores para integrar la tecnología de la información es el mismo para todas las disciplinas en cualquier nivel de escolaridad. Desde luego, esta orientación ignora la variación inherente del conocimiento sustantivo y sintáctico de las disciplinas, además, de la diversidad de estrategias pedagógicas que son más apropiadas para la enseñanza de un contenido particular. Por tanto, ellos consideran que el enfoque de la integración de la tecnología que no refleje las diferencias del conocimiento disciplinar, los procesos pedagógicos asistidos por recursos analógicos y digitales que median el aprendizaje, y el papel crítico que desempeñan la pedagogía y el contexto, resulta limitado en utilidad y significado. Esta situación produjo el interrogante: ¿Qué necesitan los profesores conocer con la intención de incorporar la tecnología de manera apropiada en su enseñanza? (Estados Unidos, 1997; Candela, 2016a).

Con el propósito de comenzar a dar solución a dicho interrogante, Mishra, Koehler (2006) apoyados en el marco teórico del *conocimiento pedagógico del contenido* (Shulman, 1986, 1987), y en la

literatura proveniente de la investigación acerca de la integración de las tecnologías de la información y la comunicación al aula, formularon el constructo del *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* (CTPC). De ahí que ellos argumenten que los profesores a lo largo de su formación y desarrollo profesional tienen que estar continuamente identificando y extendiendo el CTPC, con miras a asistir a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos naturales y artificiales.

El constructo del CTPC representa la relación sinérgica que el profesor debe establecer entre el contenido, la pedagogía y la tecnología a lo largo del diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de contenidos particulares en un determinado nivel de escolaridad (véase figura 1). Por tanto, la amalgama de dichas bases genera tres tipos de conocimiento cuya interacción sistémica configuran el CTPC, a saber: conocimiento pedagógico del contenido, conocimiento tecnológico del contenido, y conocimiento tecnológico y pedagógico (Mishra, Koehler, 2006; Candela, 2016b).

- *Conocimiento pedagógico del contenido*. Constituye la combinación intrínseca entre el contenido y la pedagogía, que le permite a un profesor, en conjunción con las necesidades y dificultades de sus estudiantes, llevar a cabo de manera óptima el diseño e implementación de un material de enseñanza particular.
- *Conocimiento tecnológico del contenido*. Hace referencia al conocimiento que el profesor posee acerca de los recursos digitales que representan de manera apropiada un contenido abstracto de las ciencias naturales, con el fin de diseñar actividades de aprendizaje que asistan a los estudiantes en la comprensión del fenómeno natural.
- *Conocimiento tecnológico y pedagógico*. Aborda cómo la tecnología ha mediado el proceso de enseñanza y aprendizaje, así pues, recoge los componentes y capacidades que suministran los recursos digitales durante la administración y gestión del aula.

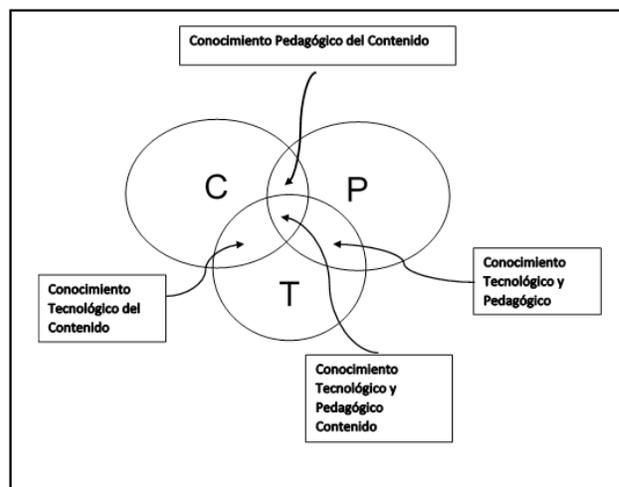


Figura 1. Interacción sistémica de las tres bases del conocimiento que estructura el constructo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (CTPC).

Fuente: Mishra, Koehler (2006).

Así mismo, Candela (2017), apoyándose en su experiencia de formador de profesores, y en los marcos teóricos provenientes de eruditos como Magnusson, Krajcik, Borko (1999) y Mishra, Koehler (2006), formula la conceptualización del constructo del CTPC en la educación en ciencias. Argumenta que el CTPC es un conocimiento especializado donde la interacción sistémica del contenido, la pedagogía y la tecnología se traduce en los siguientes conocimientos: orientación de enseñanza más apropiada a la naturaleza del contenido y metas de aprendizaje; currículo horizontal y vertical donde está circunscrito el contenido a representar; contexto institucional, local y nacional; dificultades y concepciones alternativas de los estudiantes; tecnologías digitales de carácter general para planear y gestionar el aprendizaje del contenido; recursos digitales y análogos que representan y formulan el contenido; estrategias de enseñanza más convenientes para poner en escena el contenido; actividades de aprendizaje potenciadas o no por las TIC, a fin de ayudar a los aprendices a superar sus dificultades y concepciones alternativas; y estrategias e instrumentos de evaluación de orden general y específico, que permiten monitorear el nivel de compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal en los estudiantes.

Por otro lado, se ha logrado evidenciar que la restricción de la integración de las tecnologías de la información al aula de ciencias, desde una visión tecnocéntrica, está reforzada por la falta de coherencia curricular que presentan muchos materiales de enseñanza diseñados desde esta perspectiva (Shwartz *et al.*, 2008; Schmidt, Wang, McKnight, 2005; Cataño, 2016). De ahí que la línea de investigación de la ciencia del diseño haya centrado su indagación en el diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de contenidos específicos potenciados por las tecnologías de la información con miras a ayudar a superar estas limitaciones. Para ello, se apoyaron en las teorías de la educación de orden general y específico, fundamentando de esta manera la toma de decisiones curriculares e instruccionales (Collins, 1992; Confrey, 2006; Brown, 1992; Candela, 2016b). Naturalmente, también dicha estrategia de investigación ha colaborado en la disminución de la ruptura entre la teoría derivada de la investigación y la práctica del diseño y la instrucción.

De igual modo, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), en colaboración con el Economic Development Cooperation Found (EDCF) de la República de Corea del Sur, establecieron los Centros de Innovación Educativa Regional (CIER), los cuales tuvieron entre sus intereses de indagación el diseño de una serie de materiales de enseñanza denominados *objetos de aprendizaje* (OA)¹. En efecto, la creación de estos se enmarcó en la línea de investigación de los estudios de diseño, además, se orientó a partir de los marcos teóricos y metodológicos de las teorías del diseño instruccional de segunda generación que las subyacen un enfoque constructivista (Wiley, 2000). Adicionalmente, la toma de decisiones que sustentan a estos OA se fundamentó en las teorías del aprendizaje, la pedagogía

general y la literatura de investigación específica a la disciplina en consideración.

A partir de los anteriores presupuestos se considera pertinente documentar el *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* de un profesor de química ejemplar², cuando pone en escena la secuencia de actividades que configuran el OA “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”, con el fin de andamiar a los estudiantes en la comprensión del fenómeno de las disoluciones. Así pues, los procesos de razonamiento y acciones pedagógicas llevadas a cabo por el profesor a lo largo de la implementación del OA, serán capturadas a través del instrumento metodológico del *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eR), los cuales brindan la oportunidad de documentar los diferentes elementos que estructuran el CTPC de las unidades de concentración (Loughran *et al.*, 2000; Loughran *et al.*, 2001; Loughran, Mulhall, Berry, 2004; Candela, Viafara, 2014a, 2014b).

Por supuesto que la interacción sinérgica de los relatos narrativos que configuran cada PaP-eR producto de este estudio, documenta los diferentes aspectos del CTPC del profesor de química cuando implementa el OA en consideración. En ese sentido, estos PaP-eR podrán ser utilizados por los formadores de profesores dentro del contexto de programas de educación, cuyo fin es catalizar el desarrollo de los elementos del CTPC de la química en los estudiantes de magisterio y docentes en ejercicio. Desde luego, que el CTPC que ellos logren internalizar, probablemente los asistirá en el diseño, la implementación y la evaluación del material de enseñanza bajo consideración, a fin de ayudar a los estudiantes a alcanzar las expectativas que subyacen a las actuales reformas curriculares en educación en ciencias (Drechsler, Van Driel, 2008; Loughran, Mulhall, Berry, 2004; Candela, 2018).

1. Wiley (2000) conceptualiza el objeto de aprendizaje como todo recurso digital que puede ser reusado para apoyar el aprendizaje. Dicha definición incluye lo que puede ser entregado en un nivel de tamaño grande o pequeño a través de la red con fines educativos.
2. En este trabajo se considera como un profesor ejemplar a aquel sujeto que posee un apropiado CTPC de la química, el cual fundamenta sus razonamientos y acciones pedagógicas durante el diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje potenciados por las tecnologías digitales, con el propósito de asistir a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos químicos.

Finalmente, el uso reflexivo de los PaP-eR del contenido unidades de concentración como materiales curriculares dentro de los programas de educación, brindan la posibilidad a los profesores no solo de identificar y desarrollar el CTPC de este contenido, sino de transferir y traducir muchos elementos de este al diseño y la enseñanza de otros contenidos del currículo de la química (Veal, Makinster, 1999; Loughran *et al.*, 2000; Candela, 2018). Tomando en consideración los anteriores presupuestos, se formula el siguiente interrogante de investigación: ¿Cuál es el CTPC de un profesor de química ejemplar durante la implementación del objeto de aprendizaje “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”?

1. Metodología de investigación

Los elementos que configuraron la estructura lógica del problema, en conjunción con la naturaleza de esta clase de investigación, permitieron determinar que la metodología más apropiada con miras a dar respuesta a la pregunta de investigación es el estudio de casos. Esta decisión está sustentada en que la documentación del CTPC de un profesor ejemplar cuando implementa un objeto de aprendizaje de química, no se puede separar de las condiciones contextuales del proceso de la enseñanza y aprendizaje. Además, existen múltiples variables dentro del escenario naturalístico, las cuales resultan imposible controlar (Yin, 2003).

En este sentido, para seleccionar el caso a estudiar se tomaron como referencia los siguientes criterios: profesor quien fuera considerado por la comunidad como ejemplar e innovador en TIC, fácil acceso al profesor ejemplar, y disponibilidad del sujeto a invertir tiempo y cognición en este

estudio (Stake, 1999). A partir de estos criterios se le pidió a la directora del CIER-Sur una lista de posibles candidatos (diez profesores) que se hayan destacado durante el desarrollo del programa de formación sobre la integración de las TIC, ofrecido por la Universidad del Valle dentro del marco del CIER-Sur³. Posteriormente, se realizó una reunión con los candidatos para socializar los principales elementos teóricos y metodológicos que sustenta esta investigación.

Después de la reunión se seleccionó al profesor Andrés, dado que reunía unas características muy especiales para este estudio, a saber: estaba vinculado a la escuela pública como docente en ejercicio y, al mismo tiempo, al CIER-Sur como estudiante en el componente de formación; además, se desempeñó como experto pedagógico en el diseño de objetos de aprendizaje de ciencias. Este último aspecto desempeñó un papel clave en la decisión sobre el OA a implementar “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”⁴, ya que, este fue diseñado por Andrés durante su participación en el CIER-Sur como experto pedagógico. También, representaba la toma de decisiones curriculares e instruccionales del contenido unidades de concentración que estructuran el CTPC hipotético de Andrés.

Ahora bien, para dar validez ecológica a las generalizaciones de carácter naturalísticas que estructuraron los resultados, se recurrió a recoger los datos a través de las siguientes fuentes documentales: observación no participante, relatos narrativos, videos de clase y trabajos de los estudiantes. Esta perspectiva metodológica permitió llevar a cabo una triangulación por fuente (Denzin, 1970), aspecto que le dio confiabilidad a la teoría naturalística generada desde este estudio. La obtención de los datos se

3. El Centro de Innovación Educativa Regional Sur (CIER-Sur) fue creado por Ministerio de Educación Nacional con el propósito de apoyar la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a la escuela como herramientas de enseñanza y aprendizaje. Así pues, el CIER-Sur focalizó su accionar en el desarrollo de tres componentes, a saber: diseño de contenidos, formación de profesores e investigación en TIC.

4. En este trabajo se considera como un profesor ejemplar a aquel sujeto que posee un apropiado CTPC de la química, el cual fundamenta sus razonamientos y acciones pedagógicas durante el diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje potenciados por las tecnologías digitales, con el propósito de asistir a los estudiantes en la comprensión de los fenómenos químicos.

llevó a cabo durante la implementación del objeto de aprendizaje bajo consideración, la cual se dio desde el 7 septiembre al 17 de noviembre del 2017 (sesiones de tres horas semanales).

Conviene subrayar que, para lograr documentar los diferentes elementos que configuran el CTPC del profesor de química a lo largo de la implementación del OA seleccionado, se utilizó el instrumento metodológico del *repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas* (PaP-eR) (Loughran *et al.*, 2000; Loughran *et al.*, 2001; Loughran, Mulhall, Berry, 2004). Este fue conceptualizado como un conjunto de relatos narrativos vicarios que representan la serie de razonamientos y acciones pedagógicas llevadas a cabo por un profesor cuando enseña un contenido específico a unos estudiantes singulares, es decir, retrata el CTPC en la acción. De ahí que la macroestructura y microestructura de esta clase texto representó cómo el profesor de química ejemplar entretejió elementos de la enseñanza como: contenido disciplinar, metas de aprendizaje, dificultades y concepciones alternativas, uso de los recursos digitales de naturaleza general y específica para ayudar a los estudiantes a superar las dificultades, técnicas y estrategias de enseñanza, actividades de aprendizaje y formas de evaluar el nivel de comprensión y confusión de los aprendices.

2. Análisis de datos

La recolección de los datos, a través de las diferentes fuentes documentales de este estudio de caso, generó una gran cantidad de información, la cual fue analizada tomando como referentes el problema de investigación en conjunción con los marcos teóricos provenientes de Magnusson, Krajcik, Borko (1999) y Mishra, Koehler (2006). Para ello, se consideró la perspectiva de la teoría fundamentada de Strauss, Corbin (2002) como la más apropiada para orientar el análisis de los datos cualitativos, dado que suministra la posibilidad de describir y organizar la información en tres fases: descripción, ordenamiento conceptual y teorización. Así, el desarrollo de estas

fases permitió realizar procesos de descripción; y codificación abierta, selectiva y axial, los cuales se materializaron en la inducción de cuatro categorías (véase tabla 1).

Tabla 1. Categorías inductivas producto del proceso de codificación abierta.

CATEGORÍAS	
1.	La pedagogía general en conjunción con las habilidades lingüísticas y las relaciones cuantitativas median la comprensión del fenómeno unidades de concentración.
2.	La enseñanza del tópico solubilidad, un medio para desarrollar las competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento.
3.	El principio de la intertextualidad, elemento fundamental para representar el tópico de las unidades de concentración.
4.	La enseñanza de las unidades de concentración vinculada con la evaluación formativa y las pruebas de naturaleza estandarizada.

Fuente: elaboración propia.

3. Resultados y discusión

La codificación abierta, axial y selectiva permite inducir las anteriores cuatro categorías, junto con el desarrollo teórico de estas. Naturalmente, el cuerpo de conocimiento naturalístico producto del proceso analítico de la codificación se traduce en los cuatro PaP-eRs, cuya interacción sistémica documenta el CTPC de un profesor de química a lo largo de la implementación del OA bajo consideración.

3.1 PaP-eR 1: La pedagogía general en conjunción con las habilidades lingüísticas y las relaciones cuantitativas median la comprensión del fenómeno unidades de concentración

Andrés es un profesional de la educación quien se graduó primero como Licenciado en Biología y Química, posteriormente recibió el título de magíster en Educación con Énfasis en Enseñanza de las Ciencias (modalidad investigación). Además, ha ejercido su carrera profesional en la escuela secundaria y universitaria. Así pues, en el primer nivel se ha desempeñado orientando la asignatura de química en los grados décimo y undécimo en el

sector público y privado a lo largo de 27 años. En cuanto al segundo nivel de escolaridad, lo ha ejercido en el área de educación en ciencias de una universidad pública donde ha direccionado los cursos sobre enseñar ciencias en pregrado y maestría (por ejemplo, problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química, contexto educativo y pedagógico de las ciencias naturales, educación en química, entre otros). Además, el profesor Andrés ha participado en proyectos de investigación y dirección de trabajos de grado en pregrado y maestría.

En este sentido, el profesor Andrés a lo largo de su vida profesional ha desarrollado de manera progresiva un *conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido* (CTPC) de la química, que le ha permitido desempeñarse apropiadamente en la formación de estudiantes de la escuela secundaria y universitaria. Desde luego, este CTPC, lo ha identificado y desarrollado como producto del proceso de reflexión en y sobre la acción acerca del diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza de contenidos específicos de esta disciplina llevados a cabo a lo largo de su vida profesional.

Así mismo, Andrés ha dejado ver en sus razonamientos y acciones pedagógicas que la química es un medio que provee la posibilidad a los aprendices para desarrollar competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento (por ejemplo, búsqueda, selección, interpretación y organización de información con el fin de comunicarla, aprender a aprender, experticia informática, relaciones interpersonales, y habilidades lingüísticas). Por todo esto, afirma que el aula de química debe ser considerada una comunidad de práctica, donde los estudiantes puedan alcanzar una alfabetización fundamental (desarrollo de competencias lingüísticas) y derivada (comprensión de los fenómenos químicos y físicos).

Así, la primera acción que realizó el profesor Andrés fue aplicar un pretest con el fin de determinar el estado inicial con el que llegan los

estudiantes al desarrollo del OA titulado “¿Por qué utilizamos diferentes unidades de concentración?”. Los ítems que configuran dicho instrumento de evaluación provienen de las Pruebas Saber que han sido liberadas por el MEN, dado que para él es muy importante que los materiales de enseñanza que implementa estén alineados con los estándares de evaluación. Además, esta estrategia de diagnóstico junto con el postest actúa como uno de los criterios para determinar la efectividad del objeto de aprendizaje y el acto de enseñanza del contenido en cuestión.

Acto seguido el profesor le entrega a cada estudiante un computador personal que forma parte de los recursos digitales del aula de química⁵, con el fin de que abran la interfaz del OA en cuestión, el cual apoya el proceso de enseñanza/aprendizaje del contenido bajo consideración. Solicita que entren al OA y comiencen a trabajar la actividad 1 que aborda la introducción. Además, afirma que esta consiste en un libro interactivo, cuyo cuerpo de conocimiento representa una especie de noticia sobre la contaminación de los siete ríos de la ciudad de Cali.

Esta actividad de aprendizaje brinda la oportunidad a los estudiantes de continuar extendiendo las habilidades lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura con coherencia y cohesión. De hecho, Andrés les pidió a los estudiantes que utilizaran las estrategias de lectura comprensiva que ya se han comenzado a desarrollar en otras lecciones. Para ello, solicita que lean el título del texto e infieran el posible contenido con el que se van a encontrar a lo largo de la lectura. Además, invita a que comiencen a leer identificando idea principal y secundaria en cada uno de los párrafos, y evaluando la coherencia y cohesión que debe existir entre estas. Es decir, el profesor está interesado en que sus estudiantes aprendan a evaluar, tanto la función como la forma lingüística que tienen los textos.

5. Conviene subrayar que esta institución educativa se encuentra equipada en todas sus aulas con herramientas tecnológicas, las cuales apoyan la implementación de innovaciones educativas potenciadas por las tecnologías digitales.

Definitivamente, Andrés concibe el lenguaje como una herramienta de pensamiento y aprendizaje de la química. Él considera que la alfabetización fundamental (desarrollo de habilidades lingüísticas) y derivada (comprensión de los fenómenos naturales y físicos), son procesos que se dan de manera concomitante. Es decir que en el aula de química se debe de aprender a hablar, leer y escribir sobre los fenómenos químicos. De ahí que, durante la evolución de toda la lección, hace énfasis en el desarrollo de estas dos especies de alfabetización. Los anteriores presupuestos se pueden evidenciar a continuación:

P: Vamos hacer la lectura del texto de Cali la ciudad de los siete ríos. Esta se tiene que hacer con estrategias de lectura comprensiva; si se acuerdan, ubicando la idea principal y secundaria. Además, deben de tener en cuenta que las ideas secundarias estén estrechamente vinculadas con la idea principal, es decir, que estas desarrollen la primera. Analizan si el texto está bien escrito o mal escrito, recuerden que se deben focalizar en la función y forma del texto. Es decir, leer el contenido que comunica el autor, pero, además la forma lingüística en que lo representa. (Video clase 1)

El cuerpo del texto fue leído de manera pausada por la clase, es decir, la idea representada en cada párrafo, junto con su microestructura es el centro de discusión de los estudiantes. Para ello, Andrés gestionó el aula en una estructura de discusión con toda la clase y pequeños grupos de discusión, escenarios apropiados para catalizar discusiones de naturaleza socrática. Esta estrategia deja ver que los aprendices han comenzado a desarrollar un lenguaje formal, quizás como consecuencia de que las lecciones anteriores fueron abordadas desde esta orientación de enseñanza. Dicha situación ha aumentado el interés de ellos por desarrollar las habilidades lingüísticas, junto con la comprensión de los fenómenos químicos (alfabetización fundamental y derivada).

Por otro lado, las tareas relacionadas al contexto problematizante de la noticia de Cali, la ciudad de

los siete ríos, fundamentan el comienzo de la construcción de los tópicos de disoluciones y unidades de concentración. Esta clase de tareas ayudan a que los estudiantes continúen extendiendo el desarrollo del esquema formal de las relaciones de proporcionalidad directa entre dos variables (por ejemplo, número de partículas de soluto y solvente). Este último aspecto cumple un papel clave en la construcción de la comprensión de muchos fenómenos químicos que son traducidos en modelos matemáticos. De ahí que el profesor Andrés, a lo largo de esta lección, le dé un papel protagónico a esta clase de relación cuantitativa.

Si bien, la mayoría de los estudiantes lograron utilizar el esquema de la proporcionalidad directa para dar solución a las tareas problemas, algunos aún presentan dificultad para aplicarlo. En otras palabras, a pesar de que el profesor en otras lecciones de química ha tomado dicha relación de proporcionalidad como un elemento clave, el cual ayuda a mediar el desarrollo de la comprensión del fenómeno químico, algunos estudiantes de la clase siguen teniendo restricción para implementarlo durante la solución de situaciones problemas de los eventos químicos. Por ejemplo:

P: Carlos, ¿qué opinión tienes de los textos sobre la proporcionalidad de tus compañeros?

C: No puedo decir mucho, pues no estoy de acuerdo con lo que afirman, dado que tengo otra teoría.

P: ¿Cuál es tu teoría?

C: Para mí, la mezcla número dos es la de mayor sabor salado, así tengan la misma proporcionalidad, al tener menos agua se tiene menos solubilidad de la sal, lo que produce que esta esté menos concentrada.

P: Felipe, ¿qué puedes decir de la afirmación hecha por tu compañero?, ¿estás de acuerdo con lo que él dice?

F: No estoy de acuerdo, él dice que hay menor agua pero debe de tener presente que también hay menor cantidad de sal, entonces existe una proporción directa.

P: Liliana, ¿qué puedes decir de esta situación?, ¿con quién estás de acuerdo?

L: Estoy de acuerdo con Felipe, dado que, para resolver el problema, se debe tener presente que en la muestra hay menor agua pero también existe menor sal.

P: Valentina, por favor, dale el cierre a esta idea con el fin de convencer a Carlos.

V: Es que yo, al principio, también creía lo mismo de Carlos.

P: ¿Por qué al principio creías lo mismo?

V: Porque no estaba pensando muy bien que si había menor agua también existe menor cantidad de sal, entonces cuando hice la relación de proporcionalidad directa evidencié que sin importar las cantidades de las dos muestras, estas tendrían la misma proporción, por ello presentarían el mismo sabor salado. (Video clase 1)

Por tanto, el profesor Andrés, a lo largo de esta lección, afirma que la construcción de la comprensión de las unidades de concentración de una disolución permite a los estudiantes desarrollar el esquema de proporcionalidad directa e inversa, entre tanto estos últimos les suministran la capacidad para interpretar el fenómeno químico. Es decir, existe entre estos dos elementos una interacción sinérgica que ejerce una fuerte influencia en el aprendizaje de las unidades de concentración de una disolución.

Por otro lado, la implementación desde el sistema de conocimiento, creencias y valores del profesor Andrés de las tres actividades que estructuran la fase de introducción del OA, brindó la oportunidad a los estudiantes de iniciar la comprensión del proceso que subyace al fenómeno físico de la disolución. Así, pues, ellos comenzaron a visualizar que las disoluciones a nivel macroscópico se forman por la interacción de dos sustancias puras (solvente y soluto), la cual se traduce en la formación de una mezcla homogénea. Y, a nivel submicroscópico, logran comprender que el proceso de interacción sistémica les permite a las partículas del soluto ocupar los espacios vacíos dejados por las partículas del solvente y viceversa. Adicionalmente, dichas actividades les suministraron la posibilidad a ellos de continuar extendiendo la diferenciación y conceptualización de los tópicos de transformaciones físicas y químicas, dado que el proceso de disolución es considerado un cambio físico. Estos presupuestos se ilustran en la figura 2.

3.2 PaP-eR 2: La enseñanza del tópico solubilidad un medio para desarrollar las competencias que demanda la actual sociedad del conocimiento

El profesor Andrés considera que la química es un medio y no un fin, que ayuda a los estudiantes a

Una disolución es una mezcla homogénea a nivel molecular de dos o más sustancias puras que no reaccionan entre sí, en el cual los componentes se encuentran en proporciones variables. También se puede definir como una mezcla homogénea formada por un disolvente y por uno o varios solutos (Véase figura 1).

Un ejemplo claro de esta podría ser si tomamos sal (NaCl) y lo depositamos en un vaso de agua (H₂O) y lo mezclamos. Las moléculas de sal empiezan a interactuar con las moléculas de agua creando así una mezcla homogénea en la cual las moléculas de sal ocupan espacios dejados por las moléculas de agua disminuyendo la presión entre ellas (Véase figura 2).



Figura 1 (La disolución)

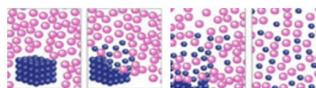


Figura 2 (Moléculas de sal y agua en proceso de disolución)

Figura 2. Representación del proceso físico de la disolución a nivel macroscópico y submicroscópico.

Fuente: trabajo de los estudiantes.

desarrollar las competencias para desempeñarse de manera eficiente en la actual sociedad del conocimiento (por ejemplo, habilidades comunicativas, relaciones interpersonales, proficiencia tecnológica, resolución de problemas complejos, pensamiento crítico, y aprender a aprender). De manera que toma la decisión curricular e instruccional de representar la competencia de aprender a aprender a lo largo de la vida, a través de la actividad de solubilidad. Para ello, les pide a los estudiantes que busquen y seleccionen información en internet que esté vinculada con el tópico en cuestión, con miras a gestionarla de manera autónoma, y convertirla en conocimiento. Además, solicita que dicho conocimiento sea representado por medio de un texto de naturaleza multimodal y en formato digital dirigido a sus compañeros de curso, a fin de explicarles el fenómeno físico de la solubilidad de un soluto en un solvente dentro de un contexto de negociación de significados. Esta asunción se puede evidenciar en la siguiente viñeta:

P: Necesito que para la próxima clase vean e interpreten un video que represente el contenido de la solubilidad. Así pues, he seleccionado un video del internet que aborda este tópico.

E: Profe, ¿será que lo puede compartir en el grupo de Facebook que tenemos, o es muy pesado?

P: Bueno, lo voy a subir al Drive e invito a Luis que lo descargue de ese sitio y se los comparta en el grupo del Facebook.

P: Yo no les voy a explicar qué es solubilidad, ustedes pueden construir una comprensión viendo e interpretando el video, o buscando en el internet información que se encuentre alineada con el contenido en cuestión. Resulta conveniente, también, que después de haber leído y comprendido la información científica indaguen por experiencias de la vida donde se vea claramente el proceso de la solubilidad del soluto en el solvente. En este sentido, ustedes van a explicarnos qué es solubilidad.

P: Después de haber buscado, seleccionado y comprendido la información sobre solubilidad, ustedes deben de comunicarla a una audiencia particular

con un propósito singular. Así, la audiencia serán los estudiantes de grado once y la intención es explicativa. Para ello, deben de utilizar un texto de formato continuo donde se conceptualice el proceso de la solubilidad, este se tiene que acompañar con una tabla cuyas variables son soluto, solvente, solubilidad y temperatura. Además, se debe completar estos textos por una gráfica que representa en el eje de las ordenadas la solubilidad, y en el eje de las abscisas la temperatura. Recuerden que los tres tipos de textos tienen que estar articulados comunicando una sola idea, es decir, se construye una composición textual de carácter multimodal.

C: ¿Cómo es la tabla?

P: La tabla está en la red, mírenla (profesor proyecta la tabla y la gráfica en el tablero).

P: Esta información también se encuentra en el material del estudiante. Sin embargo, esta se queda corta, por ello, deben buscarla, seleccionarla e interpretarla con el propósito de comunicarla.

P: Jóvenes, con esta actividad tengo como propósito que ustedes comiencen a desarrollar una competencia muy importante para esta sociedad del conocimiento, la cual es la de aprender a aprender a lo largo de la vida. Para ello, tienen que acceder al internet, buscar, seleccionar e interpretar la información que está relacionada con su problema, y finalmente la comunican por medio de un texto de naturaleza multimodal. (Video clase 3).

Esta decisión curricular e instruccional evidencia el papel crítico que cumplen las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el desempeño profesional del profesor Andrés. Desde luego, estas actúan como herramientas que le permiten representar el contenido de la solubilidad, comprometer a los estudiantes, modelar habilidades, y evaluar el progreso de sus aprendices. Así, pues, Andrés integra las TIC al proceso de la enseñanza/aprendizaje de la misma manera como un carpintero utiliza el martillo, la sierra, el destornillador y las llaves a lo largo de la construcción de un artefacto. Los dos puntos importantes de esta analogía se focalizan en que las herramientas hacen el trabajo más fácil y el

resultado es de mayor calidad comparado al que se produce sin estas.

La puesta en escena de la actividad que representa el fenómeno de la solubilidad ilustra el uso básico de tres herramientas digitales (por ejemplo, internet, PowerPoint, procesador de texto, navegador), con el propósito de andamiar el aprendizaje de los estudiantes sobre la solubilidad, y apoyarlos en el desarrollo de la competencia de aprender a aprender a lo largo de la vida. Naturalmente, dicha actividad se implementa dentro de una comunidad de práctica de perspectiva sociocultural donde la enseñanza está centrada en el estudiante. Para ello, Andrés gestiona el aula desde una organización en pequeños grupos y discusión con toda la

clase, estrategia que les suministra la posibilidad a los aprendices de negociar significados y formas de significar. De igual modo, esta le permite al profesor llevar a cabo una evaluación formativa e individualizada, para monitorear el nivel de compromiso cognitivo, comportamental y actitudinal de sus aprendices. Estos presupuestos se evidencian en las figuras 3 y 4, cuyos textos son de naturaleza multimodal elaborados por un estudiante.

Las anteriores acciones retratan que los límites entre las bases del conocimiento del contenido, la pedagogía y la tecnología son de naturaleza difusa. Además, estas se afectan mutuamente en el momento en que son materializadas por medio del diseño e implementación del material de enseñanza de



- La solubilidad es la capacidad que tiene una sustancia de poder disolverse en otra. Para poder que una sustancia se disuelva en otra se usan factores como: la temperatura, presión y agitación. Estos factores ayudaran a romper el equilibrio y hacer que el soluto se disuelva de una forma más rápida o más fácil.
- También cabe resaltar que para todas las sustancias no sirve el mismo solvente. Por ejemplo, en el caso del agua usada como disolvente, es útil para la pintura (tempera), en la cual esta se disuelve fácilmente en ella (Véase imagen n°1), en cambio en el aceite no lo hace de la misma forma, el agua necesita energía para romper las fuerzas internas y poder hacer pasar el aceite.

Figura 3. Representación de la solubilidad de un soluto en un solvente a nivel macroscópico.

Fuente: trabajo de los estudiantes.

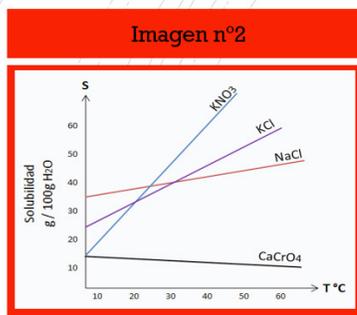


Figura 4. Interpretación de la gráfica de solubilidad de un conjunto de solutos en agua.

Fuente: trabajo de los estudiantes.

▪ **Temperatura.**

- Es uno de los factores más importantes en solubilidad, se puede ver claramente cuando una sustancias sólidas se disuelven en el disolvente (agua), la solubilidad de estas sustancias aumenta igualitariamente o constantemente con la temperatura. Esto sucede cuando la solubilidad de los solutos iónicos, se ven disminuidos debido a las altas temperaturas y el agua se convierte en menos polar (Véase imagen n°2). En el caso de las sustancias gaseosas su reacción es inversa, cuando aumenta la temperatura se vuelven menos solubles (en agua).

la solubilidad. Por ejemplo, el conocimiento que tiene Andrés del potencial que ofrecen elementos como: *software* de presentación y edición, acceso a internet, conocimiento de las estrategias de lectura y escritura, organización y gestión del aula, le ofreció la oportunidad para poner en escena de manera efectiva la tarea de construcción del texto multimodal. De manera que la superposición de estas bases a lo largo del diseño y la enseñanza de un contenido, acompañada de una reflexión en y sobre la acción, quizás le han permitido al profesor Andrés continuar extendiendo el CTPC de las disoluciones.

Por todo esto, el profesor Andrés considera que las TIC en la sociedad del conocimiento desempeñan un papel crítico, dado que, han ayudado a cambiar la naturaleza de la mayoría de las profesiones, las cuales se focalizan en generar como productos principales los conocimientos sobre ámbitos específicos. De ahí resulta que el sistema escolar de los países tiene la obligación de brindarles la oportunidad a los estudiantes, para desarrollar habilidades que se encuentran estrechamente vinculadas con la producción de conocimiento. Así, los sujetos al finalizar la escuela en todos los niveles necesitan haber desarrollado las siguientes habilidades: acceder, ensamblar y reorganizar información; interpretar, analizar y evaluar la evidencia críticamente; y comunicar, presentar y diseminar el conocimiento. En este sentido, Andrés piensa que las TIC son un aspecto transversal en el diseño, implementación y evaluación de materiales de enseñanza potenciados por las tecnologías digitales.

3.3 PaP-eR 3: El principio de la intertextualidad, elemento fundamental para representar el tópico de las unidades de concentración

El profesor Andrés toma la decisión curricular de representar el contenido de las unidades de concentración por medio de un mapa conceptual interactivo. En ese sentido, les pide a los estudiantes que a través de los computadores portátiles del aula de química descarguen este recurso digital de la página

de Colombia Aprende, y realicen una lectura comprensiva al texto de naturaleza multimodal (mapa conceptual). Además, destaca que para llevar a cabo de manera apropiada la lectura deben apoyarse en los contenidos previos desarrollados en esta lección.

Andrés les recuerda a los estudiantes que las anteriores actividades del objeto de aprendizaje en cuestión brindaron la oportunidad de conceptualizar el contenido de la concentración, como la propiedad de las disoluciones que establece una relación de proporcionalidad directa entre las moléculas del soluto que se encuentran disueltas en el solvente. De ahí que él destaca que este constructo cumple un papel clave en la construcción de la comprensión del tópico de las unidades de concentración.

Como consecuencia a la naturaleza abstracta del tópico, unidades de concentración, la puesta en escena de este en muchas aulas, por lo general se ha llevado a cabo desde una orientación de enseñanza convencional focalizada en el desarrollo de ejercicios algorítmicos. Sin embargo, el profesor Andrés piensa que este tópico puede ser gestionado a través de una perspectiva de enseñanza centrada en los estudiantes. Para ello, activa en la estructura cognoscitiva de sus estudiantes el modelo teórico de concentración previamente construido en otras actividades, como consecuencia de que este es considerado un principio que subyace a cada unidad de concentración. Posteriormente, les solicita que establezcan una relación entre la información representada en los recursos semióticos del mapa conceptual y la proveniente del constructo de concentración.

Así mismo, el profesor les pide a los estudiantes que apoyados en la comprensión sobre las unidades de concentración alcanzada por la articulación de la información proveniente de los dos anteriores recursos semióticos, construyan un texto de naturaleza multimodal para los estudiantes de grado undécimo donde expliquen el contenido en consideración. Por su puesto que esta estrategia instruccional brinda la oportunidad a los estudiantes para comprender el contenido por medio del desarrollo del principio de la intertextualidad, elemento clave en la comunicación multimedial. De hecho, los aprendices con

la intención de dar sentido a cada ítem que leen, escuchan o ven, tienen que comparar la información recogida en estos con otros aspectos que han leído, escuchado o visto en algún otro lugar o documento. Estas asunciones son validadas a continuación:

P: Si se acuerdan de la primera actividad de aprendizaje que realizamos sobre Cali, la ciudad de los siete ríos. En esta se les pidió que determinaran de dos muestras dadas cuál era la de mayor sabor salado, y cuál tenía un mayor nivel de contaminación de mercurio. Por favor, revisen en sus cuadernos esta actividad con el fin de activar el conocimiento sobre el tópico concentración y la relación de proporcionalidad directa entre el soluto y solvente de una disolución.

P: Listo, están revisando el tópico de concentración y la relación de proporcionalidad. ¿En esta relación de proporcionalidad qué variables comparaban ustedes para dar solución a la problemática?

C: Profe, se comparaban los miligramos de sal y mililitros de agua.

P: ¿Cuál era el soluto y el solvente?

F: El soluto es la sal y el solvente el agua. (Video de clase 8)

3.4 PaP-eR 4: La enseñanza de las unidades de concentración vinculada con la evaluación formativa y las pruebas de naturaleza estandarizada

El profesor Andrés, a lo largo de la actividad de las unidades de concentración, monitorea constantemente el nivel de comprensión de los estudiantes, para ello, de manera frecuente les formula interrogantes y reflexiona en la acción acerca de las respuestas dadas, a fin de tomar decisiones curriculares *in situ* que medien el aprendizaje del fenómeno químico en cuestión. Adicionalmente, rota por los pequeños grupos de discusión para evidenciar el desarrollo de la construcción del texto de carácter multimodal, y cuando detecta episodios críticos, él hace una pausa reflexiona en la acción y decide llamar a otros estudiantes con el fin de que ellos evalúen las fortalezas y debilidades del texto construido por los compañeros.

Desde luego, Andrés tiene como propósito que los estudiantes construyan sus textos de naturaleza multimodal y multimedial, a la vez que desarrollen la habilidad de revisar los textos en contenido y forma lingüística por pares académicos. Por ello, él monitorea continuamente las tareas de naturaleza lingüística, con el fin de detectar eventos críticos, los cuales se convierten en la oportunidad para continuar asistiendo a los estudiantes durante la evolución progresiva de las artes del lenguaje.

Así, Andrés considera que la evaluación debe ser en un alto porcentaje de carácter formativo, aunque al final de la lección tenga que traducirla en un formato acreditativo. Quizás, este sea uno de los factores que influyen en percibir el aula de química de esta institución como una comunidad de práctica de apoyo y libre de amenaza, donde cada integrante colabora desde sus potencialidades en la construcción colaborativa de la comprensión del fenómeno químico.

Por otro lado, las acciones del profesor Andrés permiten ver la relación que establece entre el currículo de la química y las pruebas de naturaleza estandarizada (por ejemplo, Pruebas Saber 11). Para ello, al final de cada actividad de contenidos específicos enfrenta a sus estudiantes con un conjunto de ítems que representan el contenido del fenómeno físico o químico en cuestión, los cuales han sido liberados por ICFES. Luego, les pide que, tomando como referencia los conocimientos construidos durante la actividad de aprendizaje en cuestión, le den solución a las problemáticas que están configurando dichos interrogantes.

Conviene subrayar que el anterior proceso de evaluación además de suministrarle al profesor Andrés la posibilidad de monitorear el grado de comprensión de los estudiantes sobre el contenido en consideración, le permite continuar asistiéndolos en el desarrollo de las competencias comunicativas. Así, él destaca durante la actividad que la estructura lingüística de cada ítem está configurada por textos de carácter multimodal (por ejemplo, combinación de párrafos, gráficas y tablas). En este sentido, aprovecha la macroestructura de esta especie de preguntas

para ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias de lectura comprensiva de textos multimodales. Por ejemplo, el profesor les dice a sus estudiantes que durante la lectura de estas composiciones textuales deben interpretar, de manera sinérgica, tanto los textos de formato continuo como los discontinuos. Es decir que la información proveniente desde estos dos canales la tienen que integrar para poder darle sentido a lo que se está preguntando, y así construir la mejor solución.

P: Por lo general, en las ciencias los textos son de naturaleza multimodal, de allí que las clases de química se deben convertir en un escenario donde los estudiantes desarrollan las competencias de lectura comprensiva de esta clase de texto. Naturalmente, la lectura de textos multimodales resulta ser un factor importante en la solución de las Pruebas de Química Saber 11, como consecuencia de que la estructura de un alto número de preguntas de estas pruebas estandarizadas es de carácter multimodal, constituidas por textos combinados con párrafos, gráficos, tablas, y dibujos.

P: De ahí que, considere clave enfrentarlos a ustedes a esta clase de prueba con la intención de monitorear el nivel de comprensión del proceso de la solubilidad, y el desarrollo de la lectura de texto multimodales. Estas son unas preguntas acerca de la solubilidad que han sido liberadas por el ICFES, con el fin de que las utilicen en las instituciones para que los estudiantes se familiaricen con estas. En este sentido, van a contestar las preguntas de la 20 a la 22, además, tengan en cuenta que estos ítems están estructurados por textos son de naturaleza multimodal. (Video clase 6)

4. Conclusiones

El conjunto de elementos que configuran el CTPC del profesor Andrés a lo largo de la implementación del OA, dejan ver la concepción que tiene acerca de las TIC como herramientas cognitivas. De ahí que él considere que estas herramientas en conjunción con una orientación pedagógica de perspectiva

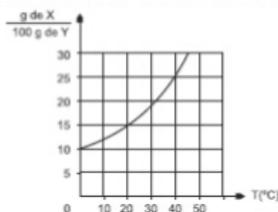
sociocultural, le ayudan al estudiante a desarrollar competencias como: búsqueda, selección e interpretación de información, resolución de problemas, habilidades lingüísticas, relaciones interpersonales, trabajo colaborativo, competencias informáticas y razonamiento lógico-matemático.

Por esto, el profesor Andrés, durante la implementación de cada actividad que estructura el OA en consideración, usa las TIC de dominio general y específico. Por ejemplo, durante la clase los estudiantes recurren a herramientas digitales de naturaleza general como internet, Word, PowerPoint, Goanimate, correo electrónico, entre otros, con la intención de gestionar y comunicar el conocimiento. Además, ellos son enfrentados a recursos digitales de orden específico que han sido diseñados y desarrollados para representar un fenómeno químico particular (por ejemplo, simuladores, libro digital, mapa conceptual interactivo). Naturalmente, resulta conveniente señalar que la utilización de dichas herramientas de esta manera está signada por el sistema de conocimientos, creencias y valores de perspectiva sociocultural que tiene Andrés.

Por otro lado, si bien en los actuales momentos la investigación sobre la integración de las TIC a la educación muestran que la proporción de computadores/estudiantes ha tenido una rápida mejoría en todos los niveles de escolaridad, el uso real de estas herramientas digitales en la escuela ha estado focalizado en los cursos de informática, y no como una herramienta cognitiva que medie el proceso de aprendizaje en todas las disciplinas del plan de estudio. En este sentido, se destaca que el CTPC del profesor Andrés documentado durante la implementación del objeto de aprendizaje, permite ver que esta restricción puede empezar a superarse, dado que en este se asume la integración de las TIC al aula de química desde dos propósitos: 1) facilitar la comprensión del proceso subyace al fenómeno de las unidades de concentración, en conjunción con el desarrollo de habilidades comunicativas; y 2) preparar a los estudiantes para un desempeño exitoso en los diversos ámbitos profesionales de las sociedad del conocimiento.

CONTESTE LAS PREGUNTAS 20 A 22 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

La solubilidad indica la máxima cantidad de soluto que se disuelve en un solvente, a una temperatura dada. En la gráfica se ilustra la solubilidad del soluto X en el solvente Y en función de la temperatura



20. La solubilidad de X en Y a 20°C es

- A. 15 g de X en 100 g de Y
- B. 10 g de X en 100 g de Y
- C. 5 g de X en 100 g de Y
- D. 25 g de X en 100 g de Y

21. Es válido afirmar que al mezclar 15 g de X con 100 g de Y se forma una

- A. solución a 10°C
- B. mezcla heterogénea a 20°C
- C. solución a 40°C
- D. mezcla heterogénea a 30°C

22. A 40°C una solución contiene una cantidad desconocida de X en 100 g de Y; se disminuye gradualmente la temperatura de la solución hasta 0°C, con lo cual se obtienen 10 g de precipitado, a partir de esto es válido afirmar que la solución contenía inicialmente

- A. 25 g de X
- B. 20 g de X
- C. 15 g de X
- D. 10 g de X

23. Dos recipientes de igual capacidad contienen respectivamente oxígeno (Recipiente M) y nitrógeno (Recipiente N), y permanecen separados por una llave de paso como se indica en la figura

Figura 5. Ítems seleccionados de las Pruebas Saber liberadas por el ICFES.

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, la puesta en escena de este OA puede ser considerada un buen ejemplo de un currículo de química implementado y potenciado por las tecnologías digitales, el cual se centra en la comprensión de conceptos complejos y el desarrollo de competencias para el siglo XXI. Así, las acciones del profesor Andrés y los estudiantes permiten evidenciar que el uso de las TIC como herramientas cognitivas es transversal al currículo de la química. De hecho, durante la puesta en escena de cada actividad de aprendizaje que configura el OA no solo se desarrolla el conocimiento sustantivo y sintáctico de esta disciplina, sino que se potencian habilidades alineadas con las necesidades de la sociedad del conocimiento y la alfabetización informáticas (por ejemplo, aplicación de *software*).

5. Referencias bibliográficas

- BROWN, A.L. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **Journal of the Learning Sciences**, California, v. 2, n. 2, pp. 141-178. 1992.
- CANDELA, B.F. El diseño de la CoRe: una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CTPC de la química en profesores en formación. **Boletín Redipe**, Cali, v. 5, n. 9, pp. 146-167. 2016a.
- CANDELA, B.F. **La ciencia del diseño educativo**. Universidad del Valle. Cali: Colombia, 2016b.
- CANDELA, B.F. Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. **Revista Góndola**,

- Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 12, n. 2, pp. 158-172. 2017.
- CANDELA, B.F. Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaPe-Rs y videos. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 13, n. 1, pp. 101-119. 2018.
- CANDELA, B.F.; VIAFARA, R. **Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC**. Universidad del Valle. Cali: Colombia, 2014a.
- CANDELA, B.F.; VIAFARA, 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. 2014b.
- CATAÑO, R. Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética con coherencia curricular para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. Pp. 142. Tesis de maestría. Universidad del Valle, Cali, 2016.
- COLLINS, A. Toward a design science of education. En: SCANLON, E. O'SHEA, T. (eds.). **New directions in educational technology**. SpringerVerlag. Berlín: Alemania, 1992. pp. 15-22.
- CONFREY, J. The Evolution of Design Studies as Methodology. En: Sawyer, R.K. (ed.). **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences**. pp. 135-152. Cambridge University Press. Nueva York. 2006.
- DE JONG, O.; VEAL, W.; VAN DRIEL, J. Exploring chemistry teachers' knowledge base. En GILBERT, J.K. *et al.* (eds.), **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos, 2002. pp. 369-390.
- DENZIN, N.K. **The Research: A Theoretical Introduction to Sociological Methods**. Transaction Publishers. New Jersey: EE. UU. 1970.
- DRECHSLER, M.; VAN DRIEL, J. Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid-Base Chemistry. **Research in Science Education**, v. 38, n. 5, pp. 611-631. 2008.
- ESTADOS UNIDOS. NATIONAL COUNCIL FOR ACCREDITATION OF TEACHER EDUCATION. **Technology and the new professional teacher. Preparing for the 21st century classroom**. Washington, D.C. 1997.
- FRIEDHOFF, J.R. Reflecting on the affordances and constraints of technologies and their impact on pedagogical goals. **Journal of Computing in Teacher Education**, Reino Unido, v. 24, n. 4, pp. 117-122. 2008.
- HARRIS, J.B.; HOFER, M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge in Action: A Descriptive Study of Secondary Teachers' Curriculum-Based, Technology-Related Instructional Planning. **Journal of Research on Technology in Education**, EE. UU. y Canadá, v. 43, n. 3, pp. 211-229. 2011.
- HARRIS, J.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-based Technology Integration Reframed. **Journal of Research on Technology in Education**, Michigan, EE. UU., v. 41, n. 4, pp. 393-416. 2009
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing ways of articulating and Documenting Professional Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, Monash, Australia, v. 41, n. 4, pp. 370-391. 2004.
- LOUGHRAN, J. *et al.* Science Cases in Action: Developing an Understanding of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. **A paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching**. New Orleans, April, 2000, pp. 1-36. 2000.
- LOUGHRAN, J. *et al.* Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. **Research in Science Education**, Netherlands, v. 31, n. 2, pp. 289-307. 2001.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. En CESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N.G. (eds.). **Examining pedagogical content knowledge**. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. pp. 95-132. 1999.

- MISHRA, P., KOEHLER, M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, Michigan, EE. UU., v. 108, n. 6, pp. 1017-1054. 2006.
- SCHMIDT, W.; WANG, C.; MCKNIGHT, C. Curriculum coherence: an examination of US mathematics and science content standards from an international perspective. **Journal of Curriculum Studies**, Michigan, v. 37, n. 5, pp. 525-559. 2005.
- SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Stanford, v. 15, n. 2, pp. 4-14. 1986.
- SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Stanford, v. 57, n. 1, pp. 1-22. 1987.
- SHWARTZ, Y. *et al.* Middle School Science Curriculum: Coherence as Design Principle. **The Elementary School Journal**, Michigan, v. 109, n. 2, pp. 199-219. 2008.
- STAKE, R. **Investigación con estudio de casos**. Morata. Madrid: España. 1999.
- STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Bases de la Investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada**. (E. Zimmerman, trad.). Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquia. Medellín. 2002.
- VEAL, W.; MAKINSTER, J. Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. **Electronic Journal of Science Education**, Indiana, v. 3, p. 4, pp.1-25. 1999.
- WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy. En WILEY, D.A. (ed.). **The instructional use of learning objects**. Agency for Instructional Technology: Indiana, pp. 1-25. 2000.
- YIN, R. *Case study research: Design and methods (3rd ed.)*. 2003. Sage Publications. Thousand Oaks, California.



TÍTULO: ARGUMENTACIÓN, COMUNICACIÓN Y FALACIAS: UNA PERSPECTIVA PRAGMA-DIALÉCTICA

Wilmar Francisco Ramos*

Autores: Frans H. van Eemeren y Rob Grootendorst.

Editorial: Universidad Católica de Chile.

Año de publicación: 1992, primera edición.

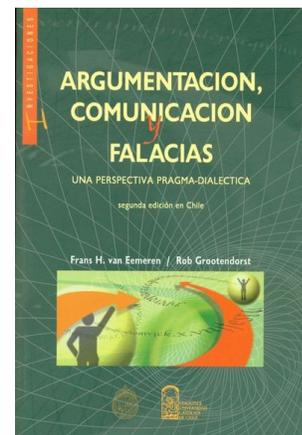
Traducción: Celso López S. y Ana María Vicuña N.

Año de publicación: 2002.

Ciudad: Santiago de Chile.

Idioma: español.

Número de páginas: 259.



Breve presentación de los autores

El profesor Frans H. van Eemeren es doctor *Honoris Causa* por la Università della Svizzera italiana, en Lugano, Suiza, y profesor emérito de comunicación, teoría de la argumentación y retórica de la Universidad de Ámsterdam, Países Bajos. Ha ejercido el cargo de decano de la Facultad de Humanidades de la misma universidad y actualmente es un académico distinguido por la Asociación Nacional Americana de Comunicación.

El profesor Rob Grootendorst obtuvo su doctorado en la Universidad de Ámsterdam, Países Bajos, y fue docente de comunicación y argumentación en la misma universidad. Ejerció la docencia en colegios de educación primaria durante la década de 1960. Falleció en el año 2000 después de haber construido los cimientos y principales desarrollos de la teoría pragma-dialéctica de la argumentación.

* Magíster en Enseñanza de las Ciencias Naturales. Investigador del grupo ECienTec, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Correo electrónico: wframosc@exa.unicen.edu.ar

1. Estructura

El libro se estructura en dos partes. En la primera, a lo largo de siete capítulos, los autores presentan el enfoque pragma-dialéctico de la argumentación que ellos mismos han desarrollado desde el campo de la argumentación y la comunicación. En la segunda parte, en once capítulos, presentan la estructura de análisis y evaluación del discurso argumentativo desde este enfoque. A modo de conclusión, emplean un capítulo adicional donde presentan las reglas de una discusión crítica, las violaciones a dichas reglas, las falacias tradicionales vistas como violaciones de las reglas de una discusión crítica, y las ventajas del enfoque pragma-dialéctico de la argumentación.

Por ser la argumentación un tema de estudio interdisciplinario entre analistas del discurso y la conversación, lógicos informales, filósofos del lenguaje, lingüistas y juristas, entre otros, se deduce el importante interés que tiene esta obra para estudiosos de estas disciplinas. Sin embargo, los resultados de los análisis realizados en argumentación también han sido de gran interés en la formación de profesores de ciencias¹, y consideramos que esta obra aporta al campo de la investigación en enseñanza de las ciencias naturales, y brinda la posibilidad de analizar el discurso argumentativo en la clase de ciencias, particularmente, el de futuros profesores de física durante su formación inicial².

2. Primera parte: argumentación y comunicación

Antes de abordar la evaluación del discurso argumentativo, los autores presentan los elementos que constituyen su enfoque pragma-dialéctico de la argumentación desde una perspectiva comunicacional, a saber: los puntos de vista y las diferencias de

opinión, la argumentación como un acto de habla complejo, los actos de habla en la discusión crítica, los actos de habla implícitos y los actos de habla indirectos, las premisas implícitas en el discurso argumentativo y las estructuras de argumentación complejas. Todo ello con el objetivo de proporcionar un marco teórico para el abordaje del discurso argumentativo.

Se discuten los actos de habla que intervienen en una discusión crítica orientada a resolver una diferencia de opinión; es decir, los enunciados que funcionan como preguntas, promesas, afirmaciones, o que pueden conducir a una respuesta, una sonrisa de satisfacción o una demanda de mayor información. Los autores presentan las etapas de una discusión crítica (confrontación, apertura, argumentación y clausura) y los aspectos comunicacionales e interactivos de los actos de habla, recién mencionados, que se realizan para hacer disputas simples o más complejas. La actividad argumentativa es caracterizada como un acto de habla complejo de la etapa de argumentación, debido a que sus enunciados tomados de manera separada cumplen una función, pero tomados de forma conjunta cumplen otra tarea comunicacional. Se presta gran atención a las diversas complicaciones que pueden surgir al analizar el discurso argumentativo en la vida real. Para analizar los actos de habla indirectos y las premisas implícitas se señalan algunas directrices basadas en el principio de la comunicación: "sé claro, honesto y eficaz, y ve directo al punto". Y, finalmente, hacen una diferenciación entre argumentaciones simples, múltiples, compuestas coordinadas y compuestas subordinadas, no solo porque la complejidad de la estructura de una argumentación depende de la complejidad de la disputa que se intenta resolver, sino porque también depende de cómo se piensa organizar la defensa del punto de vista.

1. Una revisión de estudios actuales en este campo puede ser consultada en Ramos (2017).

2. Tema central del proyecto de investigación "Formas de argumentación de profesores de física en formación inicial", Ramos, W. F., Stipcich, S. y Domínguez, A. El proyecto se encuentra institucionalizado desde 2016 en el marco del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

3. Segunda parte: comunicación y falacias

La evaluación del discurso argumentativo se plantea en esta parte de la obra y se articula con los aspectos fundamentales de su análisis, los cuales fueron presentados en la primera parte. Esta evaluación se centra en los obstáculos que dificultan la resolución de una disputa o diferencia de opinión, y que tiene que ver con las reglas básicas formuladas para una discusión crítica desde el marco teórico ya desarrollado. Los autores denominan falacias a estos obstáculos y explican detalladamente cada falacia que puede ocurrir durante las etapas de una discusión crítica. *En la etapa de confrontación*: falacias que tienen que ver con la presentación del punto de vista y con la presentación de las dudas a ese punto de vista. *En la etapa de apertura*: falacias relativas a la distribución de los roles de la discusión (protagonista y antagonista) y al punto de partida de la discusión. *En la etapa de argumentación*: falacias que se cometen en relación a los medios de defensa que involucran premisas implícitas, puntos de partida, esquemas de argumentación o formas lógicas de la argumentación. *Y en la etapa de clausura*: falacias relativas al establecimiento del resultado de la discusión, por ejemplo, cuando se absolutiza el éxito o el fracaso de la defensa del punto de vista. De la falta de claridad y de univocidad resultan las falacias en el uso del lenguaje, las cuales, usadas conscientemente o no, pueden mejorar la posición del hablante en una discusión. Un lenguaje ambiguo produce el mismo efecto.

Las falacias argumentativas ya no se examinan solamente como errores de razonamiento, sino que se ponen en el contexto de una discusión crítica, que consta de una diversidad de actos de habla presentes en cada etapa de la discusión. Esta forma de ver las falacias como obstáculos que tienen los usuarios del lenguaje para lograr adecuadamente sus metas comunicacionales e interactivas, permite asociar la argumentación a un evento de habla específico que ocurre en un evento específico y en

una situación específica. La realidad profesional del profesor de ciencias obedece a esta descripción, en el sentido de que la construcción de conocimiento y los procesos cognitivos de sus estudiantes son inherentes a los contextos sociales, culturales e históricos en los cuales ocurren. Por otra parte, los autores son conscientes de que el cumplimiento de las reglas del discurso argumentativo no garantiza del todo la resolución de una disputa, dado que junto con el cumplimiento de estas reglas también están presentes condiciones de orden superior relacionadas con las actitudes de los hablantes y de los oyentes, y con las circunstancias en las que se tejen las discusiones.

Finalmente, se debe destacar la claridad con que los autores presentan su perspectiva de la argumentación y los ejemplos empleados para ilustrar cada falacia argumentativa. Dado que esta obra es la traducción al español, se destaca la juiciosa interpretación de la obra original por parte de los traductores, quienes han dejado sentidos y significados propios, inherentes a la labor misma de traducir un texto.

A continuación se comparte un fragmento del epílogo, en el cual se asocian los intercambios de la actividad comunicacional con actividades para la construcción de conocimiento:

El aspecto dialéctico de nuestro enfoque consiste básicamente en postular la existencia de dos partes que intentan resolver una diferencia de opinión por medio de un intercambio metódico de pasos o “movidas” (*moves*) dentro de una discusión crítica. El aspecto pragmático consiste en describir esos pasos o “movidas” (*moves*) al interior de la discusión como intercambios de actos de habla. (p. 232)

4. Referencia bibliográfica

RAMOS, W.F. *et al.* La formación en argumentación de futuros profesores de física: revisión de estudios actuales. **Revista Enseñanza de la Física**, Córdoba, Argentina, v. 29, n. 1, pp. 121-128. 2017.





XXI SEMANA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

25 a 28 de septiembre de 2018
Facultad de Ciencias y Educación
Proyecto Curricular de Licenciatura en Física
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

MEMORIAS-RESÚMENES

REALIDAD PROFESIONAL DEL PROFESOR DE FÍSICA: CONTEXTO, OCUPACIÓN, DOCENCIA E INVESTIGACIÓN

Professional reality of physics teachers: context, occupation, teaching, and research

La realidad supera la ficción. La práctica profesional del Profesor de Física resulta de su idiosincrasia y de la situación socio cultural de niños, jóvenes, adultos, en contextos donde cobra sentido su quehacer profesional. En este evento se expusieron experiencias profesionales en situaciones reales del contexto, tanto ocupacionales, como de docentes e investigación, a las que el profesor de Física se enfrenta. Se hicieron debates y reflexiones sobre el quehacer cotidiano de los profesores, sus opciones laborales y los desafíos que enfrenta, con el fin de aportar a una formación contextualizada, alineada con la realidad de la región, del país y del mundo, que apunte a mejorar la calidad de vida del profesor y de sus estudiantes.

Organizado por:

Julián Salamanca

jasalamanca@udistrital.edu.co

Alejandro Hurtado

ahurtado@udistrital.edu.co

Olga Castiblanco

olcastiblanco@udistrital.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

Conferencias plenarias

Teatro, El retorno de los hijos de Simplicio: Numeral Terraplanistas Theater, the return of Simplicio's Children: numeral flat earth thought

Omar Alfonso Bohórquez¹
Universidad Nacional de Colombia
oabohorquezp@unal.edu.co

Resúmen: se presenta una comunicación actuada (obra de teatro) fundamentada en el libro de Galileo-Galilei, titulado: “El dialogo sobre los dos máximos sistemas del mundo”. La obra presenta, en un lenguaje dialogado y puesta en escena, las ideas presentadas por Galileo sobre la caída de los cuerpos, las cuales cambian nuestra cosmovisión del mundo físico. También se contrasta el modelo “terraplanista” con las ideas establecidas en la actualidad.

Palabras clave: Galileo Galilei, terraplanistas.

Realidad del profesor de física: contexto laboral, social y personal The reality of physics teacher: work, social and personal context

Edison Francisco Cudris García²
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ecudronobel@hotmail.com

Resumen: se presenta una exposición sobre las connotaciones laborales que sufre el profesor, en especial el de física. Se plantea un modelo de resolución de conflictos para afrontar el ejercicio profesional del profesor de física basado en la revisión del sistema de creencias del profesor de física, sobre un estado del arte de trabajos anteriores realizados en el país, y sobre la experiencia en colegios de la ciudad de Bogotá.

Palabras clave: resolución de conflictos.

Ambientes de aprendizaje auto-organizados: un modelo entre multi-agentes y experimentación Self-organized learning environments: a model between multi-agents and experimentation

Norman Darío Moreno Cáceres³
Universidad Panamericana de Bogotá, Colombia
nordamo@hotmail.com

Resumen: esta charla presenta algunas reflexiones sobre el interés por los ambientes de aprendizaje asumidos como un sistema complejo, el cual, más que medir o caracterizar en términos

1 Mg. en Astronomía.
2 Mg. en Ciencias-Física.
3 Dr. en Educación.

de variables, se pretende cartografiar en aras de los atributos de la auto-organización como fenómeno complejo. Desde estas ideas se muestran las construcciones sobre los ambientes de aprendizaje con matices que van desde la búsqueda que atraviesa el pensamiento mecanicista caracterizado por el determinismo y la separación, mediadas por una lógica clásica del sí o no, hasta la intención de transformación de las ciencias de la complejidad, en la que las ciencias de la computación, a través de multi-agentes, se convierten en la epidermis del análisis de procesos emergentes.

Palabras clave: autoorganización, ciencias de la complejidad.

Profesor, docente: riesgos profesionales, laborales y psico-sociales **Professor, teacher: occupational and psychosocial risks**

Fabio Lorenzo Roa Cárdenas⁴

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

fabiolroac@yahoo.es

Resumen: se traza una línea histórica de la profesión docente y cómo ella ha sido permeada por un contexto socio-económico y cultural que propone una carga excesiva de trabajo, riesgo emocional y, en general, riesgo psicológico, que deviene de la profesión docente al cual se ve enfrentado el profesor de física.

Palabras clave: riesgo psico-social.

El porqué la física en esencia es social **Why physics is essentially social**

Juan Carlos Suzunaga Quintana⁵

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

jcsuzunagaq@unal.edu.co

Resumen: se establece un marco conceptual y de reflexión sobre la relación entre la física y la historia, particularmente mostrando la respuesta del desarrollo de la física a la demanda de los comerciantes navieros en el tiempo de Newton, en contraposición con la visión de Einstein después de la terminación de la segunda guerra mundial, donde la educación debe pensarse en el hombre y no por la física misma.

Palabras clave: Newton. Einstein.

4 Mg. en Ingeniería Industrial.

5 Mg. en Ciencias Sociales con énfasis en psicoanálisis.

Características y transferencia para productos de formación e investigación en el sector productivo Colombiano

Characteristics and transfer for teaching and research products in the Colombian productive sector

Luis Camilo Jiménez Borrego⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
cjimenez@javeriana.edu.co

Resumen: la presentación se basa en el trabajo de los últimos 5 años con mesas sectoriales y los productos tanto de formación como investigación académica, en especial en Física, que se han formulado para I&D+I de apropiación social y para alianza Universidad y Sector productivo en la región de Bogotá-Colombia.

Palabras clave: investigación, desarrollo, innovación.

Una realidad política y social del profesor de física

A political and social reality of the physics teacher

David Leonardo Cañas Varón⁷

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia
david_canas@javeriana.edu.co

Resumen: se desarrolla un análisis de la influencia de los aspectos económico y de política pública en el desarrollo del quehacer cotidiano del profesor de física y los diferentes escenarios de su praxis profesional, analizando las diferentes circunstancias que ocurren en las realidades de las aulas de clase en función de su contexto, por ejemplo, de acuerdo al estrato socio-económico o la naturaleza de las instituciones públicas o privadas. Se evidencian serias dificultades en el sistema educativo y falencias en las estadísticas oficiales que presenta el gobierno nacional de Colombia en relación a la información sobre el estado real en el que se desarrollan los procesos educativos en Colombia.

Palabras clave: sistema educativo, profesor de física.

6 Mg. en Física
7 Mg. en Física Médica.

Desarrollando el pensamiento crítico en formación de profesores de física Developing critical thinking in physics teacher's education

Olga L. Castiblanco A.⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
olcastiblanco@udistrital.edu.co

Resumen: tener pensamiento crítico y reflexivo es tener la capacidad de razonar con el fin de tomar decisiones sobre qué hacer, en qué creer, cuándo dudar, cómo resolver dudas, cómo proponer nuevas ideas, en general, cómo comprender el propio lugar en la sociedad en relación al lugar de los otros. Los profesores no solo deben desarrollar su propio pensamiento crítico y reflexivo sino que también deben aprender a desarrollarlo en sus estudiantes. Reflexionamos sobre preguntas como: los profesores de física enseñamos ¿a cuestionar las verdades absolutas?, ¿a construir argumentaciones propias?, ¿a poner en discusión nuestros propios puntos de vista?, ¿a analizar las relaciones de poder en la construcción y difusión de la ciencia?, ¿a dudar?, ¿a ver la ciencia desde nuevas perspectivas?, ¿a debatir? Se presentaron algunos de los resultados de aplicar la enseñanza de la didáctica de la física a través del análisis de tipologías de experimentos, caracterizadas en función de las posibilidades que ofrecen para enriquecer la interacción en el aula. Los estudiantes concluyen que aprendieron a observar el fenómeno y a interpretarlo desde diferentes puntos de vista, más allá del experimento como receta. También aprendieron a tener una visión más amplia y general para estudiar un sistema físico. Igualmente aprendieron a pensar de otro modo sobre los fenómenos físicos analizando sus características y formulando hipótesis. Algunos reconocieron haber modificado su perspectiva respecto a la construcción social del conocimiento, es decir, evidenciaron consigo mismos que no es posible construir ciencia en solitario, pues se hace definitivamente importante el debate y el trabajo comunicativo para explicar y discutir las ideas; por lo tanto, debe ser un trabajo colectivo, en equipo, porque no tiene sentido debatir únicamente con uno mismo. Estas reflexiones los llevaron a imaginar qué tipo de profesores serán. Ellos proyectan desde ya su ejercicio docente basado en el diálogo, en la producción de conocimiento propio sobre la enseñanza de la física y hasta de la organización de sus propios laboratorios.

Palabras clave: pensamiento crítico y reflexivo, tipologías de experimentos, didáctica de la física.

El Aprendizaje basado en proyectos, una alternativa para la enseñanza de la física Project-based learning as an alternative for physics teaching

Fabio Omar Arcos⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
farcos@udistrital.edu.co

Resumen: una de las grandes preocupaciones de la escuela se centra en que los estudiantes aprendan (en particular Física), en que las actividades que se realicen sean motivantes y que exista

8 Dra. en Educación para la Ciencia.

9 Mg. en Docencia de la Física.

un compromiso con lo que se hace en el aula y en la institución; sin embargo, los éxitos en este sentido son bastante preocupantes. Son muchos los intentos que investigadores en educación han propuesto (pocos los que se realizan y mucho menos los que se documentan) para tratar de generar unos ambientes deseables, para el aula y para la escuela. Una alternativa que cada vez cobra más vigencia en la enseñanza en general y en la enseñanza de la física en particular la constituye: El Aprendizaje Basado en Proyectos. Las prácticas adelantadas a nivel de la educación básica y media, e incluso a nivel universitario, han mostrado que, al trabajar por proyectos, los estudiantes son capaces de involucrarse en investigaciones que sobrepasan los límites del aula, e incluso de la escuela; que la información disciplinar de la física y de otros campos orienta las acciones para abordar y concretar el proyecto; las relaciones y dinámicas que se establecen generan una gran motivación y compromiso con el hacer escolar y en muchos casos con la comunidad donde se adelanta el proyecto. En la charla se tendrá la oportunidad de argumentar desde diversas fuentes la fortaleza de esta alternativa, así como las implicaciones de la misma.

Palabras clave: prácticas docentes, Aprendizaje basado en proyectos.

Ponencias orales

Análisis físico-químico y determinación de concentración de mercurio del Río Caribona (Colombia): importancia de la nanotecnología para remediación de aguas Physicochemical analysis and determination of Hg concentration of the Caribona river (Colombia), importance of Nanotechnology for the water remediation

Yamile Andrea Sierra¹⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
yasierraa@correo.udistrital.edu.co

Jaidith Marisol Ramos¹¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
marunal2001@yahoo.com

Rudolf Arthur Triana¹²

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ratrianam@udistrital.edu.co

Resumen: desde un contexto ambiental se presenta un problema de investigación enfocado en la contaminación de aguas por mercurio debido a los procesos de extracción de oro en la minería. El lugar de análisis experimental está ubicado en el río Caribona con coordenadas (80° 01'; 00"; N; 74° 31'; 00"; W) Sur de Bolívar y cuya desembocadura llega a ríos principales de Colombia. Se realizó una caracterización de las aguas del río utilizando las técnicas de espectroscopia de absorción atómica en vapor frío, espectrofotometría (UV-Vis) y volumetría para la medición de concentración de mercurio y propiedades fisicoquímicas. Para ello se realizó un muestreo puntal en el nacimiento del río, la zona minera y el vertedero (minas). Del análisis de

10 Grupo de Instrumentación Química. Licenciatura en Química.

11 Grupo de Instrumentación Química. Licenciatura en Química.

12 Grupo de Instrumentación Científica y Didáctica. Licenciatura en Física.

resultados se detectó una concentración máxima de mercurio de 0,9 µg/L, valores de pH entre 7.99 y 8.37 unidades, temperatura entre 29.9 o C y 32.1 o C, y otros parámetros que se describen en el trabajo. Además se realizó un estudio de sedimentos mediante pirólisis obteniendo una concentración máxima de 56,5511 mg/kg cuyo valor es superior a los parámetros estándar. Como acto culminante se indicará la importancia de la nanotecnología como una opción emergente para la remediación de aguas.

Palabras claves: mercurio, remediación de aguas, nanotecnología.

Keywords: mercury, water remediation, nanotechnology.

Diseño de una plataforma virtual para la enseñanza de la protección radiológica Design of a virtual platform for teaching of radiological protection

Estefania Calderon Mariño¹³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

tefanyac@gmail.com

Esperanza de Pilar Infante

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia¹⁴

fiacibi@udistrital.edu.co

Resumen: el empleo de radiaciones ionizantes en el área médica implica un riesgo para el trabajador ocupacionalmente expuesto, así como para el paciente y el público en general; desde esta perspectiva es necesario conocer los peligros asociados al manejo tanto de fuentes radiactivas como de equipos emisores de radiaciones ionizantes, igual que los mecanismos de protección y las normas para una manipulación adecuada. La normatividad colombiana establece la necesidad de brindar capacitación al personal ocupacionalmente expuesto; sin embargo, no hay claridad frente a los tiempos, las metodologías y las temáticas que deben ser tratadas. En este trabajo se presenta el diseño de un curso virtual cuyo propósito es capacitar al personal que trabaja en centros de radiodiagnóstico empleando para ello tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como un mecanismo de aprendizaje que facilite la apropiación de los conceptos y al mismo tiempo el acceso a la información de interés del usuario. Adicional al diseño y la estructura del curso virtual, se presentarán los pasos que se deben seguir para crear un aula virtual, implementando metodologías de enseñanza y aprendizaje apoyadas en el uso de la plataforma virtual MOODLE.

Palabras claves: curso virtual, plataforma virtual, trabajador ocupacionalmente expuesto, TIC.

Keywords: virtual course, virtual platform, occupationally exposed worker, TIC.

13 Grupo de investigación FIACIBI. Licenciatura en Física.

14 Dra. en Ciencias Biológicas. Grupo de investigación FIACIBI.

La cámara de niebla y su importancia dentro de la física de partículas. Un enfoque a la didáctica

The Cloud Chamber and its importance within the physics of particles. An approach to didactics

Wilson A. Fonseca U.¹⁵

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
waurregoz@correo.udistrital.edu.co

Carlos A. Pardo G.¹⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
capardog@correo.udistrital.edu.co

Resumen: la investigación que trajo consigo la separación del electrón del núcleo atómico tuvo su umbral a comienzos del siglo XX. La forma en cómo interactúan las partículas permitió postular una serie de teorías que modelan el átomo hasta la concepción de hoy día. Sin embargo, este proceso se generó lentamente a causa del cambio de pensamiento que proponía. En 1900, aproximadamente, Charles Thomson Rees Wilson con su cámara de niebla logró ampliar los horizontes del mundo atómico para su época. Los conceptos que suelen trabajarse en el momento de explicar el mundo de lo microscópico suelen ser de gran dificultad, gracias al cambio de lógica que esto supone para su contexto, además de la ausencia de experiencias que lo comprometan. Por tanto, el presente trabajo pretende resaltar aquellas interacciones y la manera como estas dieron paso al descubrimiento del positrón y otras partículas de manera indirecta. Pues esto se realizó teniendo como base el análisis de las trazas producto de la interacción entre las partículas cargadas y la materia. De igual manera se explicará este tipo de interacciones de una forma pedagógica para que todo aquel público con pocas bases matemáticas y físicas logren entender el impacto que esto tuvo en la física; además de conceptos usados, afines a la fenomenología del experimento.

Palabras clave: interacción de partículas, cámara de niebla.

Key words: particule interactive, cloud chamber.

Efecto corona en un ecosistema de páramo

Corona discharge in a paramo ecosystem

Brian Mateo Mancera Martínez¹⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia bmmanceram@correo.udistrital.edu.co

Alejandro Hurtado Márquez¹⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia fisinfor@udistrital.edu.co

15 Estudiante de Licenciatura en Física.

16 Grupo de investigación Física e Informática-FISINFOR. Licenciatura en Física.

17 Grupo de investigación Física e Informática-FISINFOR. Licenciatura en Física.

18 MG. en Energías Renovables. Grupo de investigación Física e Informática-FISINFOR.

Resumen: lograr una cobertura eléctrica en el país ha llevado a que diferentes ecosistemas se vean afectados por la construcción de torres de transmisión eléctrica en su seno. Este es el caso del páramo grande ubicado en el municipio de Guasca a 3400 msnm. La combinación de factores climáticos y los gradientes de diferencia de potencial en la superficie de los conductores ha propiciado la aparición del efecto corona, y especialmente, del ruido asociado a este. En este trabajo se presenta una descripción del efecto corona, enfocándose en la generación de ruido audible, revisando los métodos desarrollados por distintas compañías internacionales para su estudio, que se basan en fórmulas obtenidas experimentalmente. Como trabajo de campo se llevaron a cabo varias medidas en la zona de importancia con el fin de conocer la intensidad sonora que provocan las líneas de transmisión y la afectación de estas estructuras en el ecosistema. Para estas medidas se usaron herramientas digitales, específicamente la aplicación Science Journal, desarrollada por Google, que permite aprovechar los sensores de los dispositivos móviles.

Palabras clave: Efecto Corona, ionización, disrupción, ruido audible.

Keywords: Corona Effect, ionization, disruption, audible noise.

Generalización y extensión de la dinámica de los sistemas físicos Generalization and extension of the dynamics of physical systems

Paula Durán Rodríguez¹⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia pauladr0921@gmail.com

Nicolás Pérez Cantillo²⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

falco_21@hotmail.es

Resumen: en el presente trabajo, en primer lugar, se realiza una exposición acerca de un desarrollo en la física teórica más amplio, que vincula las ecuaciones de movimiento que pueden describir un sistema o un cuerpo en específico y su forma más compacta de describirlas, desde una formalidad Hamiltoniana mucho más eficaz y tratable, demostrando así una nueva expresión matemática que ayuda a compactar las famosas ecuaciones canónicas de Hamilton en una simple y elegante ecuación generalizada, vinculada a los Hamiltonianos directamente y que se desarrolla de forma única y no independiente como lo realizan las tres ecuaciones de Hamilton. En segundo lugar, se ha desarrollado un estudio teórico avanzado acerca de la teoría MOND (Dinámica modificada de Newton) a partir del principio fundamental matemático que se emplea debido al estudio minucioso, observacional y experimental que la ciencia ha realizado, en principio por el inicial problema de describir el fenómeno de las velocidades de rotación de las galaxias, por lo que Milgrom (el creador de dicha teoría MOND) ha trascendido a un estudio más detallado, contraponiendo el estudio de la materia oscura. En este trabajo se realiza un desarrollo matemático entendible y dinámico comprobable que pueda ser efectivo al usarlo, teniendo en cuenta una formalidad en el desarrollo y llegando a una ecuación general dinámica de movimiento que generaliza todo tipo de aceleraciones, altas y bajas. Luego, se expone un vínculo directo con el primer trabajo anteriormente expuesto y el segundo, donde se

19 Estudiante de Licenciatura en Física.

20 Estudiante de Licenciatura en Física.

compactan las dos innovaciones en cuanto a la generalización del mecanismo formal matemático del estudio de los sistemas de cuerpos o cuerpos específicos, dando una mayor ampliación a su estudio, vinculando factores relevantes que dejan ver una perspectiva de la física más unida y tratable en su estudio. Por esta razón, se moldean unas nuevas ecuaciones vinculadas a la física teórica que afectan a todas las ramas de la física donde se describen unas nuevas y elegantes ecuaciones de movimiento desde el formalismo Hamiltoniano simplificado y generalizado en conexión con la teoría MOND que estudia todo tipo de aceleraciones. Finalmente, se darán unos respectivos avances y aplicaciones de este desarrollo, y los propósitos a trabajar a póstumo con una proyección más enfocada a la generalización y simplificación.

Palabras clave: ecuaciones de Hamilton, Dinámica Newtoniana Modificada (MOND), física teórica, ecuaciones de movimiento.

Keywords: Hamilton equations, Modified Newtonian Dynamics (MOND), theoretical physics, movement equations.

Curso virtual sobre Recursos Educativos Abiertos para la Enseñanza de la Física: una experiencia colaborativa entre licenciados en Física

Virtual course on Open Educational Resources for the Teaching of Physics: a collaborative experience among graduates in Physics.

María Camila Amado²¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
mkmi0822@gmail.com

Deisy Yulie Salazar²²

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia deisy_salazar2008@hotmail.com

Felippe Santos Percheron²³

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil
percheronf@gmail.com

Nelson Andrés Aroca²⁴

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia nelson_aroca@hotmail.com

Elkin Adolfo Vera Rey²⁵

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil
licfisielk82@gmail.com

Fabio Omar Arcos²⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
fabioarcos@yahoo.es

Resumen: la presente ponencia se constituye en un trabajo de reflexión en el cual se describe la percepción de los autores, quienes participaron en un curso virtual sobre Recursos Educativos

21 Estudiante de Licenciatura en Física.

22 Estudiante de Licenciatura en Física.

23 Estudiante de Licenciatura en Física.

24 Estudiante de Licenciatura en Física.

25 Mg. en Educación.

26 Estudiante de Licenciatura en Física.

Abiertos - REA -, para la enseñanza de la Física en Educación Media. Este curso fue desarrollado por el Centro de Referencia para la Enseñanza de la Física -CREF- de la Universidad Federal de Rio Grande del Sur, en Porto Alegre, Brasil, y ofertado para licenciados y estudiantes de últimos semestres de cuatro universidades de Colombia y Brasil. El curso se proyectó como una propuesta dinámica y adaptativa para discutir de forma introductoria el papel de los REA y sus posibles campos de actuación para la enseñanza de la Física en la Educación Media. Dentro de la reflexión realizada se destaca el potencial que este tipo de cursos virtuales pueden representar como espacios no formales para la formación inicial de profesores de Física en el uso de las TIC. De igual forma, la articulación entre ideas, acciones y propuestas para la implementación de REA en la enseñanza de Física. En conclusión, se discute sobre la posibilidad de explorar prácticas innovadoras para la enseñanza de la Física usando tecnologías libres, fomentando, a su vez, el desarrollo de proyectos colaborativos que propicien la construcción de redes y comunidades de licenciados en Física.

Palabras Clave: enseñanza de la Física, recursos educativos abiertos, comunidad, práctica docente, formación inicial de profesores.

Keywords: teaching of physics, open educational resources, community, teaching practice, initial teacher training.

Caracterización de fenómenos físicos a través de un recurso TI orientado al uso de sensores programados con Arduino

Characterization of physical phenomena through an IT resource oriented to the use of sensors programmed with Arduino

Cristian Camilo Zabala Hernández²⁷

Liceo Fesan, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
camilo.zabala.hernandez@gmail.com

Resumen: esta experiencia describe el desarrollo de una propuesta de formación a partir de la implementación de un recurso TI como herramienta de formación en la modalidad e-learning, que permitió la sensibilización y aprendizaje de un grupo de estudiantes de grado undécimo del Liceo Fesan frente al desarrollo de prácticas experimentales con sensores humedad-temperatura, ultrasónicos y de peso, utilizando chip Arduino UNO®, con dos finalidades principales: la primera, establecer a través de la interacción entre fenómeno-sensor-ordenador las relaciones presentes entre las características propias de algunos fenómenos físicos (peso, distancia, velocidad, calor) y sus correspondientes modelizaciones matemáticas, fundamentalmente de origen gráfico, de manera que la comprensión de dichos fenómenos sea más amplia; y la segunda, la mejora significativa de la calidad de vida en la práctica docente y estudiante a partir de la implementación del recurso TI como optimizador de las actividades propias del proceso de enseñanza – aprendizaje. A partir de la implementación, los estudiantes mostraron un cambio significativo frente al reconocimiento de conceptos y modelos gráficos relacionados con fenómenos físicos perceptibles a través de sensores electrónicos. De igual forma lograron proponer ampliaciones y variaciones de los modelos experimentales propuestos a partir de ideas surgidas tras la relación

existente entre conceptos básicos y propuestas de diseño. Así mismo, tras la implementación de la propuesta se identificó una mejora en las condiciones y calidad de vida en el aula, que permitió un avance notorio en el proceso del docente y los estudiantes, y el reconocimiento del recurso TI implementado como una herramienta de aprendizaje que puede replicarse con otros grupos de estudiantes en diversos contextos.

Palabras clave: fenómenos físicos, Sensórica, recurso TI, modelización, calidad de vida.

Keywords: physical phenomena, Sensory, IT resource, modeling, quality of life.

Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza del movimiento armónico basada en el aprendizaje activo y video análisis

Design of a didactic sequence for the teaching of harmonic movement based on active learning and video analysis

Nicolás Vélez Cadena ²⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia nicolasvelezcadena@gmail.com

Oscar Jardey Suárez²⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia oscar.jardey.suarez@gmail.com

Resumen: este trabajo presenta una secuencia didáctica SD para el estudio del Movimiento Armónico Simple (MAS) con estudiantes de educación media, basada en el aprendizaje activo. La secuencia didáctica se compone de los pasos acorde a los presupuestos del aprendizaje activo. La SD incorpora el vídeo análisis a través de la herramienta de software libre Vídeo Tracker ® (establecimiento del estilo de aprendizaje, montaje y observación de la cinemática del MAS, predicción individual y grupal, realización de las experiencias con Vídeo Tracker ®, reflexión de los resultados de la experiencia con las predicciones, se hace las inferencias y explicaciones para lograr abstracción y modelación del MAS a partir de la representación gráfica y se termina con actividades teóricas y establecimiento de la comprensión de la cinemática del MAS). Experiencias reportadas en el ámbito de la física permiten ser optimistas en relación con los resultados esperados de esta investigación – acción. Esta experiencia incorpora el software de vídeo análisis libre promoviendo la incorporación de las tecnologías emergentes en la didáctica de la física.

Palabras clave: aprendizaje activo, didáctica de física, movimiento armónico, educación en tecnología.

Keywords: active learning, physics didactics, harmonic motion, education in technology.

28 Especialista en Educación en Tecnología.

29 Dr. en Educación, Dr. en Ciencias.

Recubrimientos Anti Reflectivos Con Índice De Refracción Variable Refraction Gradient Index Antireflection Coatings

Angie Viviana Ávila Sánchez³⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia avavilas@correo.udistrital.edu.co

Iván Darío Piernagorda Peña³¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia idpiernagordap@correo.udistrital.edu.co

Resumen: se plantea una ponencia sobre los recubrimientos anti reflectivos en un medio con índice de refracción variable, con el fin de que se logre una idea general y amplia sobre sus diversas aplicaciones, su modelo físico y experimental. Para ello se realizará una descripción cualitativa de los componentes que intervienen en el diseño de los recubrimientos. La descripción que se plantea realizar posee carácter cualitativo, es decir, que como parte del proceso de enseñanza y de la descripción global, el objetivo como tal es proporcionar las herramientas necesarias, las cuales permitan enseñar parte de óptica básica y la aplicación de esta en los sistemas multicapas con índice de refracción variable por medio de software o simulaciones. Se pretende que, en última instancia, se comprenda ¿qué son los recubrimientos anti reflejos?, ¿Cuál es su importancia y sus aplicaciones para el área de la industria? Y, ¿cuál es su relación con la rama de la física?

Palabras clave: reflectancia, índice de refracción, recubrimientos, enseñanza de la óptica física.

Keywords: reflectance, refractive index, coatings, education in optic physics.

Propiedades y síntesis de grafeno en sustrato de cobre Properties and synthesis graphene on copper substrate

Rudolf Arthur Triana Martinez³²

Universidad Nacional de Colombia.

ratrianam@unal.edu.co

Resumen: la nanotecnología ha llevado en los últimos años a grandes descubrimientos en la tecnología y ha proporcionado muchos retos y posibilidades a la ciencia para su aplicación en todos los sectores de la ingeniería. Uno de los nanomateriales de gran interés es el grafeno, la cual ha sorprendido con sus notables propiedades como alto módulo de Young, alta dureza, alto valor del coeficiente de poisson, permeabilidad, biocompatibilidad, entre otras. Su fabricación y producción a escala proponen varios métodos de síntesis con la proyección de obtención de grafeno de alta calidad a bajo costo, motivando su estudio desde las ciencias, y paralelamente generando alternativas para su respectivo uso en diversas aplicaciones en la ingeniería como electrodos transparentes conductores, celdas solares, biomedicina, filtros de purificación de agua, entre otras. En este trabajo se realiza una revisión con respecto a las propiedades del nanomaterial, técnicas de síntesis del grafeno (Top Down y Bottom Up). Se sintetiza el grafeno en un sustrato de cobre en el laboratorio de Nanomateriales de la Universidad de los Andes por

30 Estudiante de Licenciatura en Física.

31 Estudiante de Licenciatura en Física.

32 Grupo AFIS. Maestría en ingeniería de materiales y procesos.

exfoliación en fase líquida y en el Instituto de Ciencias de Materiales de Madrid (ICMM) por la técnica de CVD (Chemical Vapour Deposition) y se compara con respecto a la calidad de grafeno obtenido. Como acto culminante se presentarán algunas aplicaciones en proyección desde el campo de la bioingeniería, la ingeniería de materiales.

Palabras clave: grafeno, técnicas de síntesis, CVD, ingeniería

Keywords: Graphene, synthesis techniques, CVD, engineering.

Propuesta de un test general como estrategia de evaluación sumativa en la asignatura Electricidad y Magnetismo

Proposal of a test as a strategy to accumulative evaluation in Electricity and Magnetism subject

Diego Becerra³³

Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

diego.becerra@uan.edu.co

Marcela Benítez Mendivelso³⁴

Universidad San Buenaventura, Cali, Colombia

mbenitez@educacionbogota.edu.co

Resumen: dentro de la concepción de la evaluación en la enseñanza de la física como un proceso que aborda la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, surge la necesidad de realizar aportes al diseño, confiabilidad y validación del aspecto sumativo de la misma; dicho aspecto de la evaluación generalmente se aborda mediante test, en los cuales los estudiantes se enfrentan a preguntas que pueden ser abiertas, de selección múltiple o de diferentes categorías, es por esto que la presente propuesta se centra en el proceso llevado a cabo en el diseño de un test de selección múltiple como elemento de la evaluación sumativa, de conceptos generales y básicos que se abordan a lo largo de la asignatura Electricidad y Magnetismo de la Universidad Antonio Nariño. Para el diseño del test se aborda e identifican los modelos físicos que tienen los estudiantes de ingenierías de la universidad luego de tomar un curso de electricidad y magnetismo. Dichos modelos físicos (modelos de pensamiento) se plasman en un test de selección múltiple teniendo en cuenta las características de la memoria, nombradas por [1] y las propuestas de [2] cuando definen tres modelos físicos de acuerdo con su relación a las teorías físicas: Modelo 1– correspondiente a un modelo correcto que concuerda con el modelo de los expertos; Modelo 2– correspondiente a un modelo parcialmente correcto, o incorrecto concordando con una explicación inadecuada de los conceptos físicos, la cual es común en los estudiantes; y Modelo 3– correspondiente a un modelo nulo en el cual la respuesta de los estudiantes no es coherente con las teorías explicativas de los fenómenos físicos.

Palabras clave: evaluación en enseñanza de la física.

Keywords: evaluation in physics teaching.

33 Facultad de Ciencias. Grupo de investigación Modelado y computación científica, línea de Herramientas virtuales aplicadas a conceptos fundamentales en ciencia.

34 Grupo de investigación Modelado y computación científica, línea de Herramientas virtuales aplicadas a conceptos fundamentales en ciencia.

Adaptación y validación del inventario de habilidades metacognitivas con estudiantes adolescentes que cursan física

Adaptation and validation of the inventory of metacognitive skills with adolescent students who study physics

Luz Divia Rico Suárez³⁵

Universidad de Baja California, México

luzdiviars@gmail.com

Oscar Hardey Suárez³⁶

Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá, Colombia

oscar.suarez@fuac.edu.co

Resumen: el objetivo de este artículo es socializar el resultado de la adaptación y validación del Inventario de las Habilidades Metacognitivas (Metacognitive Awareness Inventory - MAI) para ser usados con adolescentes que están estudiando física en la Educación Media (Preparatoria) en Bogotá-Colombia. El MAI, inicialmente propuesto por Schraw & Denninson para jóvenes y adultos, está compuesto por dos Súper categorías: Conocimiento de la Cognición (Conocimiento Declarativo, Conocimiento procedimental y Conocimiento Condicional) y Regulación de la Cognición (Planificación, Organización, Monitoreo, Depuración y Evaluación); se ha adicionado otra Súper Categoría denominada afectiva (Ansiedad). El contexto ampliado del MAI se focalizó en el área de la física. Cada ítem se llevó su dominio a una escala Likert entre 1 y 7 y la validación de orden estadístico se comparó con los resultados de Huertas, Vesga & Galindo, encontrándose valores equiparables en las diferentes súper categorías, así como sus componentes, de lo que se obtuvo un alfa total de 0,941. Las conclusiones señalan que incluir Súper Categoría afectiva (Ansiedad) resulta muy pertinente al momento de medir las habilidades metacognitivas, así como la de contar con un Inventario de Habilidades Metacognitivas para la docencia y la investigación en la Física Educativa.

Palabras clave: metacognición, docencia en física.

Keywords: metacognition, physics teaching.

35 Doctorado en Educación.

36 Doctorado en Educación, Doctorado en Ciencias.

Aproximación a la pedagogía hospitalaria en Colombia, Bogotá D.C Approach to hospital pedagogy in Colombia, Bogotá, D.C

María Camila Amado³⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia
mkmi0822@gmail.com

Deisy Yulie Salazar³⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia
deisy_salazar2008@hotmail.com

Fabio Omar Arcos³⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia
fabioarcos@yahoo.es

Resumen: la presente ponencia se constituye en un trabajo de investigación de pasantía en el grupo INVESTUD de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia) bajo la perspectiva de evidenciar algunos insumos y resultados que permiten adelantar investigaciones e innovaciones en la enseñanza de las ciencias, en particular, de la física en la pedagogía hospitalaria. En la presente ponencia se pretende exponer los resultados del análisis de una base de datos con los documentos relacionados sobre experiencias, reflexiones, disposiciones, investigaciones, innovaciones o proyectos, entre otros, de carácter nacional e internacional, y relacionados con la pedagogía hospitalaria y su importancia desde el derecho fundamental a la educación de niños y jóvenes que por su condición de enfermedad no pueden asistir a una institución educativa y por ello se vinculan a las aulas hospitalarias.

Palabras clave: pedagogía hospitalaria, aulas hospitalarias, enseñanza de las ciencias.

Keywords: hospital pedagogy, hospital classrooms, science education.

El PCLF 2016: una mirada desde sus actores The PCLF 2016: a look from its actors

Israel Esteban Contreras Rodríguez⁴⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia
isracoro910121@hotmail.com

Resumen: en el Marco de los Procesos de Autoevaluación y Acreditación se sabe que el PCLF se ha presentado a las últimas dos acreditaciones de alta calidad; respectivamente 2005 y 2011. La próxima renovación de los Procesos de Acreditación de alta calidad del PCLF obedece a una dinámica de autoevaluación, donde una parte es desarrollada por los actores del Proyecto, en particular estudiantes, profesores y administrativos. Es por ello que el Comité de Autoevaluación y Acreditación desarrolló e implementó una encuesta en línea en el 2015-III de 200 preguntas,

37 Estudiante de Licenciatura en Física.

38 Estudiante de Licenciatura en Física.

39 Estudiante de Licenciatura en Física.

40 Estudiante de Licenciatura en Física.

donde se recogen aspectos pertinentes con respecto a los procesos de Autoevaluación y Acreditación en base a los 10 Factores que establece el CNA, según sus respectivas características e indicadores. Una primera interpretación de estas apreciaciones permite conocer aspectos importantes para la renovación del registro calificado con fines de re-acreditación, que el PCLF presentó para el año 2017. Con base a lo anterior se da a conocer en qué consten los procesos de Acreditación que se llevan a cabo en Colombia, en particular en el PCLF, y sus principales objetivos. Dentro de las actividades desarrolladas durante la pasantía se realizó una contextualización que da a conocer del por qué y el origen de los procesos de Acreditación, una comparación entre las dos acreditaciones (2005 y 2011) recibidas y la que se desarrolla actualmente (2017) en el PCLF, donde se logra entrever aspectos relacionados sobre estudiantes, docentes, deserción, currículo, entre otros, que permiten entender el avance del PCLF en el tiempo. Así mismo, se tabularon e interpretaron las preguntas en línea implementadas por el Comité de Autoevaluación y Acreditación a estudiantes, docentes y administrativos. Por último, se elaboran una serie de recomendaciones que permiten replantear y mejorar aspectos a evaluar en el PCLF para una próxima re-acreditación.

Palabras claves: acreditación, registro calificado, Ministerio de Educación Nacional.

Keywords: accreditation, qualified registry, National Education Minister.

Modelo de enlace fuerte y aplicación en estructuras de grafeno Tight-binding approximation and application in graphene structures

Jenny Paola Romero Castro⁴¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia

jenpao.romero@gmail.com

Resumen: el modelado de materiales es el desarrollo y uso de modelos matemáticos que permiten describir y predecir ciertas propiedades de materiales a niveles cuánticos. Estos modelos constituyen un componente clave en la investigación y el desarrollo de la ciencia de materiales, abarcando gran cantidad de técnicas y aplicaciones como métodos de elementos finitos o simulaciones a escala atómica en nanoelectrónica. En algunas situaciones se busca predecir propiedades sin depender de parámetros empíricos, necesitando de una teoría general y fundamental de los materiales, flexible y confiable, como la mecánica cuántica, herramienta de ingeniería para estudiar propiedades atómicas y subatómicas en los materiales. En este trabajo se presenta el modelo de enlace fuerte, junto con su aplicación en estructuras finitas e infinitas de grafeno, a modo de comparación. Se hace una introducción de la aplicabilidad del modelo en materiales en bloque, superficies, heteroestructuras, nanoestructuras semiconductoras, entre otros. Se presenta la formulación matemática y finalmente su aplicación para el caso específico del grafeno.

Palabras clave: modelo de enlace fuerte, grafeno, materiales, estructuras.

Keywords: tight-binding approximation, graphene, materials, etructures.

Proyectos de Física para Proyección Social Projects of Physics for Social Projection

Maria Helena Ochoa Cuida⁴²

Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

mahe8a@gmail.com

Henry Londoño⁴³

Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

henry.londono@uan.edu.co

Resumen: el siguiente documento hace referencia a la evolución que se ha adquirido en 20 años en la presentación de proyectos de física en los estudiantes de ingeniería que asisten a clases de física en la facultad de ciencias de la universidad Antonio Nariño, sede Sur. La realización de los proyectos de aula en las clases de física del núcleo común de ingeniería, sin que hayan llegado a ser denominados de investigación, logran desarrollar en los estudiantes una variedad de competencias comunicativas, profesionales y las propias del proceso de investigación científico. Con esto se pretende hacer explícita la finalidad del currículo oculto que pretende construir capacidades que den cuenta las competencias adquiridas por el estudiante en su formación universitaria. En la actualidad este tipo de proyecto pretende solucionar una necesidad identificada del contexto social para comunidades o personas de bajos recursos económicos; por ejemplo, se donó una máquina de yuca-harina eléctrica y mecánica para comunidades indígenas, bastón inteligente para ciegos, sillas de bambú para abuelos o personas con parálisis en sus piernas, entre otros. Por ende, en los objetivos implícitos al adoptar la presente metodología se cuentan, en primer lugar, un proceso de evaluación continua durante el semestre para que el estudiante reciba una valoración en nota durante los distintos cortes y eventualmente los mejores proyectos obtengan parte de la valoración del examen final. Esto es importante en la medida en que se diversifican los mecanismos mediante los cuales se valora al estudiante, quitándole el protagonismo a las evaluaciones escritas para colocar otros factores que puedan hacer de la evaluación un proceso más integral, y que también aporte a la problemática real de la deserción de los programas académicos de ingeniería.

Palabras clave: física en contexto social.

Keywords: physics in social context.

42 Licenciada en Física.

43 Licenciado en Física.

Aproximación a un estado del arte: prácticas docentes en el área de la enseñanza de las ciencias-física

Approach to a state of the art: teaching practices in the area of science and physics teaching

Marlon Camilo Aldana Boada⁴⁴

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia
mcaldanab@gmail.com

Olga Lucia Castiblanco Abril⁴⁵

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia
ocastiblanco@yahoo.com

Resumen: presentamos una aproximación al estado del arte de publicaciones sobre las prácticas docentes en el área de la ciencias naturales-Física entre la década de 2006 a 2017 en Iberoamérica. Para ello se utilizó como documentación trabajos de grado desarrollados en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia) y artículos que suministraron información importante al respecto, con la cual se recopiló, indagó y reflexionó sobre la pregunta: ¿Qué es y cómo se entienden las prácticas docentes en el área de las ciencias-física? También se caracterizaron las concepciones más comunes relacionadas a las prácticas docentes, así como la manera en que se constituyen y relacionan en una mediación entre escuela y universidad, o entre docente en ejercicio y futuro docente, con el fin de estudiar y construir una postura crítica respecto a los resultados. En un primer momento se muestra el contexto colombiano referente a las prácticas docentes, resaltando la resolución 18583 de 2017. Luego se ponen de manifiesto los resultados encontrados en la investigación, donde se realizaron resúmenes analíticos especializados (RAE) que fueron categorizados por años de publicación, y que enriquecieron la parte conceptual del trabajo. Como resultados resaltamos la problemática encontrada desde el proceso de documentación de la investigación, donde se evidenció carencia de material de análisis con respecto a las prácticas docentes en el área de las ciencias, pero una gran cantidad de artículos relacionados a las diferentes concepciones que definen a la misma y que unidas resuelven la pregunta problema de este trabajo. Concluimos que hay diversidad de perspectivas tales como describir a la práctica docente como una acción que se realiza en el aula sin tener en cuenta las diferentes concepciones que la componen o sin diferenciar su aplicación entre las diferentes especialidades, lo cual no contribuye a la significación de la misma en las ciencias y en especial a la enseñanza de la física.

Palabras clave: práctica docente en ciencias-física, relación escuela-universidad, relación docente en ejercicio-futuro docente.

Keywords: teaching practice in physical sciences, school-university relationship, relationship teacher in exercise-future teacher.

44 Estudiante de Licenciatura en Física.

45 Dra. en Educación para la Ciencia.

Potencialidades de los estilos de aprendizaje en la enseñanza de la física Learning styles potentialities in physics teaching

Natalia Cotrino Rivera⁴⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ncotrino@correo.udistrital.edu.co

Olga Lucia Castiblanco Abril⁴⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ocastiblanco@yahoo.com

Resumen: este trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar el impacto de considerar la teoría de los estilos de aprendizaje en el diseño de procesos de enseñanza de la física, dentro de un aula de clase regular de educación media de un colegio público de Bogotá. La investigación fue cuantitativa en la identificación de los estilos de aprendizaje de los estudiantes y cualitativa en el análisis de los datos que fueron recogidos mediante la aplicación de la estrategia de enseñanza. Para el reconocimiento de los estilos de aprendizaje se empleó el Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje. Los datos fueron analizados mediante la técnica de análisis de discurso, encontrando hasta ahora que los estudiantes de la muestra manejan todos los estilos de aprendizaje, en su mayoría con preferencia alta, moderada o baja y que, al introducir teorías de aprendizaje cognitivo, se deben replantear los objetivos de enseñanza de la física, lo cual facilita los procesos de aprendizaje.

Palabras clave: estrategia de enseñanza, estilos de aprendizaje, investigación cualitativa, análisis de discurso, teorías de aprendizaje cognitivo.

Keywords: physics teaching strategy, learning styles, discourse analysis, cognitive learning theories.

Socialización de resultados: implementación de protocolos asociados al control de calidad de la imagen en rayos x convencionales Socialization of results: implementation of protocols associated to the quality control of the image in conventional x-rays

Caterine Farfán⁴⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
lcfarfán@correo.udistrital.edu.co

Pilar Infante-Luna⁴⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
fiacibi@correo.udistrital.edu.co

Resumen: las imágenes diagnósticas se han convertido en objeto de estudio, no solo para determinar enfermedades sino para detectar anomalías y lesiones en el organismo; de igual forma, es

46 Estudiante de Licenciatura en Física.

47 Dra. en Educación para la Ciencia.

48 Estudiante de Licenciatura en Física.

49 Dra. en Ciencias Biológicas.

importante que se garantice la calidad de la imagen obtenida, ya que esta se puede ver afectada por diversos factores que alteran la información que contiene, haciéndola poco fiable para el médico tratante y generando sobre costos y exposición innecesaria al paciente. En este trabajo se presentan los resultados que se obtuvieron de la implementación de los protocolos diseñados para llevar a cabo el control de calidad de la imagen de un equipo de rayos X en la Clínica de Pequeños Animales de la Universidad Nacional de Colombia, algunos asociados a la evaluación del equipo: Haz de radiación y parámetros de operación y otros, asociados a la verificación de la calidad de la imagen; contraste y uniformidad, los cuales fueron elaborados con base a las recomendaciones internacionales.

Palabras clave: imágenes, rayos X diagnóstico, contraste, uniformidad.

Keywords: images, X-ray diagnosis, contrast, uniformity.

Bitácora de una pesquisa: aporte al proceso de formación desde una pasantía de investigación

Log of an investigation: contribution to the training process from a research internship

Paula Fernanda Buitrago Toro⁵⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

pfbuitragot@correo.udistrital.edu.co

Resumen: sin duda, la formación integral en cualquier profesión involucra un conocimiento en el aspecto investigativo que nos permite adquirir habilidades en la selección, exploración, uso y evaluación tanto de recursos como fuentes de información; además, el desarrollo de procesos investigativos fortalece la autonomía y estimulan el autoaprendizaje. Por tal motivo, el objetivo de esta socialización está focalizado en los resultados de una experiencia personal, luego de participar en una pasantía de investigación en el Instituto de Física del Litoral (IFIS), ubicado en la ciudad de Santa Fe, Argentina. Esta se desarrolló bajo la línea de modelado computacional en materia condensada, dentro del grupo de investigación de Diseño Computacional de Nanomateriales y Dispositivos. Dicho instituto está adscrito a la Universidad Nacional del Litoral (UNL), con quien la Universidad Distrital tiene convenio marco vigente, el cual nos posibilita acceder al título de licenciado/a en física. No sobra mencionar que la estadía allí alentó el interés por la investigación y auspició el encuentro en diversos espacios y con diferentes personas, desembocando en una transformación de la cotidianidad.

Palabras clave: formación investigativa, proceso de investigación, autonomía, habilidades de pensamiento, recursos y fuentes de información.

Keywords: research training, research process, autonomy, thinking skills, resources and sources of information.

¿Cómo enfrentar la entrada al campo laboral del futuro profesor de física? Reflexiones en torno a la enseñanza de las ciencias de manera argumentada.
¿How to approach the entrance to the labor field of the future professor of physics? Reflections on the argumentation teaching of science.

Wilmar Francisco Ramos⁵¹

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

wframosc@exa.unicen.edu.ar

Resumen: ¿a qué se enfrenta el profesor de física cuando entra al campo laboral? Si estamos de acuerdo en que el campo laboral responde a una alta diversidad de contextos sociales y culturales, contribuir a la respuesta de esta pregunta solo nos daría una aproximación a la realidad de la práctica profesional del profesor de física. Es por ello que uno de los compromisos en la formación inicial docente se centra en garantizar que el futuro profesor de física no solo conozca esta aproximación al campo laboral, sino que enfrente su entrada de la mejor manera. Garantizar que el futuro profesor de física argumente científicamente y enseñe ciencias de manera argumentada, permite que él o ella construyan una identidad como profesional en la enseñanza, y que sus estudiantes hablen de física, o mejor aún, orienten ese acto de habla para la construcción de su propio conocimiento científico y la de sus futuros estudiantes. Desde una perspectiva comunicacional en la enseñanza de la física, es decir, entendiendo que en la clase de física están presentes momentos de diálogo, de reflexión crítica, de opiniones y de discusiones, presentamos una serie de reflexiones acerca de posibles “obstáculos” a la hora de enseñar ciencias de manera argumentada. Entendemos la actividad de argumentar como una discusión crítica que busca resolver una diferencia de opinión, y que para el caso de la ciencia, obedece a unos ingredientes muy propios y particulares.

Palabras clave: formación inicial docente, argumentación, falacias argumentativas.

Keywords: initial teacher training, argumentation, argumentative fallacies.

Conocimiento escolar del concepto de espacio en enseñanza de la física para educación básica y media

School knowledge on the concept of space in the physics education in the basics-mid high school.

María Delia González Lizarazo

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

mdgonzalezl@correo.udistrital.edu.co

Carmen Alicia Martínez Rivera

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

mardelaria@gmail.com

Resumen: se presenta un avance del trabajo de investigación sobre conocimiento escolar en torno al concepto *espacio* en la asignatura física de educación básica y media. Se parte de una

aproximación al estado del arte, que en relación a este concepto se ha llevado a cabo en la didáctica de las ciencias, para lo que se han revisado las revistas Enseñanza de las Ciencias de España, Tecné Episteme y Didaxis de Colombia, desde los referentes epistemológicos sobre conocimiento escolar desarrollados en la línea de investigación en conocimiento profesional del profesor y conocimiento escolar (DIE-UD, Martínez, 2017) y en la didáctica de la ciencia (García, 1998). Aunque son escasas las investigaciones didácticas identificadas, los resultados evidencian el carácter metadisciplinar y estructurante del concepto, así como su potencialidad en términos de la enseñanza de la física moderna y como aporte educativo a la formación ciudadana. De igual forma las investigaciones identifican la simplificación que respecto al concepto *espacio* se conduce desde la asignatura y la forma inconexa en que se presenta desde los primeros cursos de la secundaria.

Palabras clave: conocimiento escolar, concepto *espacio*, física secundaria.

Keywords: school knowledge, concept *space*, secondary physics.

Situaciones problema en Aulas Hospitalarias: una estrategia de Enseñanza y Aprendizaje en el campo de la Física y la Matemática

Problematic Situations in Hospital Classrooms: a Teaching and Learning strategy in the field of Physics and Mathematics

Daniela Estefanía Garzón Suárez⁵²

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

degarzons@correo.udistrital.edu.co

Fabio Omar Arcos Martínez⁵³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

fabioarcos@yahoo.es

Resumen: uno de los escenarios de desempeño profesional de los futuros profesores de Física lo constituye la Pedagogía Hospitalaria. El presente artículo tiene como finalidad mostrar cómo se logra contribuir en los procesos de formación académica, intelectual y ciudadana de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes entre 6 y 18 años, vinculados al programa de Aulas Hospitalarias de la Secretaría de Educación del Distrito, a quienes su condición de salud no les permite asistir al colegio Nicolás Buenaventura I.E.D. y por este motivo se ven obligados a tomar clases en el aula hospitalaria de la Clínica Juan N Corpas. Entre las actividades que se adelantan en el presente trabajo se tiene la construcción de un marco de referencia en torno a la Pedagogía Hospitalaria en Bogotá y una metodología que hace uso de la resolución de problemas como eje central de actividades en el Aula; apoyo directo en el Aula hospitalaria, desde la planeación, organización y ejecución de clases con los estudiantes vinculados a ésta; elaboración de tres módulos académicos, que podrán ser implementados por los docentes de las Aulas Hospitalarias en sus clases; tres de situaciones problema sobre fenómenos Físicos, y un último que contiene seis talleres de Matemáticas basados en situaciones problema.

Palabras claves: profesores, Aula Hospitalaria, planeación, organización, ejecución.

Keywords: teachers, Hospital Classroom, planning, organization, execution.

52 Estudiante de Licenciatura en Física.

53 Licenciado en Física.

Espectroscopia en el dominio de Fourier Fourier Transform Spectroscopy

Daniela Cajamarca⁵⁴

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

dacajamarcag@correo.udistrital.edu.co

V. Rico⁵⁵

Centro de investigación científica y educación superior de Ensenada, Ensenada, México

vrigo@correo.udistrital.edu.co

P. Negrete⁵⁶

Centro de investigación científica y educación superior de Ensenada, Ensenada, México

pnegrete@correo.udistrital.edu.co

Resumen: desde sus inicios, el interferómetro se diseñó como un experimento para medir con gran precisión longitudes de onda de una fuente de luz. Con el tiempo se han realizado modificaciones al experimento, dando paso al desarrollo de la interferometría. En este trabajo se buscó comparar la precisión de la medición del espectro de una fuente láser por dos métodos diferentes: el primero es un espectrómetro electrónico de la marca Ocean Optical; el segundo es un interferómetro de Michelson con el que se tomaron los cambios de las franjas de interferencia en dependencia del cambio de distancia de uno de los espejos del interferómetro cada centímetro. A los interferogramas obtenidos se les archivo fotográficamente y posterior a ello se analizaron haciendo uso del programa matlab, por medio del cual se aplicaron las transformadas de Fourier a los interferogramas, logrando obtener el espectro de la fuente. Los espectros obtenidos experimentalmente se corroboraron con el proporcionado por el fabricante, con el que se demuestra que la interferometría es una técnica mucho más precisa con respecto a la medida de distancias pequeñas a diferencia de los sensores electrónicos.

Palabras claves: espectro, transformadas de Fourier, interferometría.

Keywords: spectrum, Fourier Transforms, interferometry.

54 Estudiante de Licenciatura en Física.

55 Estudiante de Licenciatura en Física.

56 Estudiante de Licenciatura en Física.

Parámetros de calibración de los Dosímetros Termoluminiscentes usados en radiodiagnóstico con rayos X

Calibration parameters Of Thermoluminescent Dosimeters used in radiodiagnosis with X-rays

Angie Lorena Hernandez Cuesta⁵⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
anlhernandezc@correo.udistrital.edu.co

Yuri Tatiana Quevedo Beltran⁵⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ytquevedob@correo.udistrital.edu.co

Esperanza del Pilar Infante⁵⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
fiacibi@udistrital.edu.co

Resumen: el uso de radiaciones ionizantes con fines de radiodiagnóstico implica la evaluación de las dosis de radiación recibidas tanto por pacientes como por los trabajadores ocupacionalmente expuestos, para lo cual es necesario el uso de detectores que reporten con precisión y exactitud los valores de las dosis. Con este fin es posible emplear dosímetros termoluminiscentes (TLD), sin embargo, la confiabilidad de los reportes de dosis implica realizar una calibración adecuada, la cual dependerá de las características específicas de los detectores, así como de la calidad de la radiación. En este trabajo se mostrará el procedimiento implementado para la calibración de un lote de dosímetros termoluminiscentes TLD-100 usando el equipo Harshaw 4500. Los resultados obtenidos serán empleados para evaluar la dosis absorbida por los pacientes durante un procedimiento diagnóstico empleando rayos X convencionales.

Palabras claves: calibración, Dosímetros TLD, rayos x.

Keywords: calibration, TLD Dosimeters, X-rays.

Ideas sobre matematización de la física en estudiantes de licenciatura, cuando reflexionan sobre procesos de aprendizaje

Ideas on mathematization of physics in bachelor's degree students, when they reflect on learning processes

José Ramiro Ruiz Vargas⁶⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jruihv@correo.udistrital.edu.co

Olga Lucia Castiblanco Abril⁶¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ocastiblanco@yahoo.com

57 Estudiante de Licenciatura en Física.
58 Estudiante de Licenciatura en Física.
59 Dra. en Ciencias Biológicas.
60 Estudiante Licenciatura en Física.
61 Doctora en Educación para la Ciencia.

Resumen: este trabajo busca analizar la forma como los estudiantes de un curso de didáctica de la física conciben los procesos de matematización en la enseñanza de la física. Para ello se estudia la presencia en sus discursos de perspectivas sobre la matematización, a partir de tres perspectivas, a saber; modelamiento matemático, procesos físico-matemáticos y fenomenológicos. Para este trabajo se realizó una investigación de tipo cualitativo, donde la metodología a desarrollar es el estudio de caso mediante observación no participante y se realizó la intervención en un curso de didáctica de la física III. Cada una de estas categorías sirvió como base para la construcción de indicadores de observación y de análisis sobre cómo este grupo de estudiantes de licenciatura en física asumen la matematización de la física en su aprendizaje, encontrando hasta ahora que utilizan distintas categorías de matematización y el uso de un lenguaje se vuelve más técnico a medida que avanza el curso.

Palabras clave: estudio fenomenológico, modelamiento matemático, didáctica de la física, procesos físico-matemáticos.

Keywords: phenomenological study, mathematical modeling, didactics of physics, physical-mathematical processes.

¿Cuáles son los imaginarios que tienen los niños sobre el Universo? ¿What are the imaginaries that children have about the Universe?

José Efraín Guataquira Ramírez⁶²

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

joseefrain11@gmail.com

Olga Lucia Castiblanco Abril⁶³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

ocastiblanco@yahoo.com

Resumen: en esta investigación cualitativa de tipo descriptiva e interpretativa se reconocen las expectativas que un conjunto de estudiantes de colegios públicos de Bogotá D.C. tiene sobre la astronomía. Se dan a conocer sus ideas, inquietudes y niveles de comprensión, conocimiento y argumentación acerca de los objetos tanto del sistema solar como del exterior y las interacciones entre estos. Partimos del presupuesto que para desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje de la astronomía se debe tener en cuenta condiciones diferenciadas dependiendo de los sujetos, sus intereses y las situaciones que presenta el medio donde se desarrolla el programa. Además de considerar problemáticas como el desconocimiento que tienen los profesores en formación y en ejercicio sobre esta área y los errores gráficos, conceptuales y matemáticos presentados en textos académicos escolares, demostrado en varias investigaciones realizadas por diferentes autores. Los datos obtenidos se consignaron en múltiples tablas con diferentes parámetros y para su estudio se sigue un análisis de tipo descriptivo estadístico donde cuantitativamente se organizan, clasifican y calculan porcentajes que dan importancia a cada respuesta del grupo en general. Al mismo tiempo se emplea un análisis de tipo interpretativo descriptivo donde cualitativamente se presentan las diferencias en manejo de lenguaje y comprensión de los temas en cuestión,

62 Estudiante Licenciatura en Física.

63 Doctora en Educación para la Ciencia.

comparando los resultados entre los diferentes niveles académicos. Se presenta un avance de los resultados, en donde los estudiantes recurren a ideas semejantes y también algunas diferencias entre los grupos y los temas en cuestión.

Palabras clave: enseñanza y aprendizaje de la astronomía, expectativas, investigación cuantitativa y cualitativa, análisis estadístico descriptivo, análisis descriptivo interpretativo.

Keywords: teaching and learning of astronomy, expectations, quantitative and qualitative research, descriptive statistical analysis, interpretive descriptive analysis.

Tallers

Introducción a la física Introduction to physics

William Rincón Mesa⁶⁴

Colegio el Minuto de Dios Siglo XXI, Bogotá, Colombia
wrinconmesa@colegiosminutodedios.edu.co

Resumen: 17 estudiantes de grado séptimo del colegio El Minuto de Dios Siglo XXI (Bogotá) se introducen en el estudio de la física a partir de prácticas experimentales novedosas y creativas, las cuales son exploradas desde los conocimientos adquiridos a través de sus años de educación media básica. El estudiante reconoce a partir de sus intereses y experiencias cuál es impacto de la física en su entorno a nivel práctico y teórico, permitiéndole formar su propio concepto sobre la física.

Palabras clave: física, soluciones novedosas y creativas.

Keywords: physics, novelty and creative solutions.

Enseñanza de las ciencias empleando Historietas Conceptuales Contextualizadas Teaching of the sciences using Contextualized Conceptual Cartoon

Gloria Patricia Romero Osma⁶⁵

Politécnico Internacional, Colegio Las Américas IED, Bogotá, Colombia
gloria.romero@pi.edu.co

Jaime Duván Reyes Roncancio⁶⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jdreyesr@udistrital.edu.co

Edier Hernán Bustos⁶⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ehbustosv@udistrital.edu.co

64 Maestría de la Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

65 Magister en Educación.

66 Doctor en Educación.

67 Doctor en Geografía.

Resumen: en este taller se presenta una propuesta para la enseñanza de las ciencias naturales empleando Historietas Conceptuales Contextualizadas. En la primera parte se socializa el proceso de construcción de las historietas, en el cual se caracterizan los elementos teóricos que sirven como fundamento para los diálogos de los personajes. En un segundo momento se sugiere una posible metodología para implementar una Historieta Conceptual Contextualizada, teniendo en cuenta el potencial de la historieta, no solo para la enseñanza de la física, sino también de otras ciencias en general. Finalmente se explica la escala diseñada con el propósito de indagar sobre el nivel de motivación que experimentan los estudiantes cuando interactúan con la historieta.

Palabras clave: Historieta Conceptual Contextualizada, enseñanza, ciencias naturales, motivación.

Keywords: Contextualized Conceptual Cartoon, teaching, natural sciences, motivation.

Construir para aprender: una forma de enriquecer la experiencia de las ciencias en primaria

Build to learn: a way to enrich the science experience in primary school.

Aura Yulieth Téllez⁶⁸

Escuela Pedagógica Experimental, Bogotá, Colombia
aura.tellez@epe.edu.co

Diego Esquivel⁶⁹

Escuela Pedagógica Experimental, Bogotá, Colombia
diego.esquivel@epe.edu.co

Resumen: a partir de las preocupaciones que tenemos como docentes frente a las vivencias acumuladas que contribuyen a una búsqueda por reconsiderar la manera en cómo se piensa la enseñanza de la física, el taller “Construir para aprender” pretende mostrar de manera práctica una forma de abordar la física en primaria mediante el juego. Este taller está dirigido a docentes en formación y en ejercicio, puesto que es de nuestro interés compartir espacios en el cual se posibiliten situaciones escolares propias de la práctica de la docencia en la enseñanza de las ciencias. En concordancia, este taller está centrado en tres momentos importantes: en primer lugar, se presentará una de las actividades que se realizan en la Escuela Pedagógica Experimental, específicamente en segundo ciclo 1, que consiste en la construcción de un artefacto –vehículo de juguete- con unos materiales específicos que se disponen en el lugar para que los participantes lo elaboren. En segundo lugar, una socialización de las construcciones realizadas con el fin de compartir y visibilizar la variedad de posibilidades en el hacer. Y finalmente, una reflexión en relación a las potencialidades de este tipo de actividades, que permitirán enriquecer la experiencia desde la observación, la manipulación y la generación de preguntas dinamizadoras por parte del docente, de modo tal que se generen inquietudes entre los participantes y se lleve a pensar y proponer ambientes para apasionar a los niños y niñas con las ciencias desde la primaria.

Palabras clave: enriquecer la experiencia, enseñanza de las ciencias, reflexión.

Keywords: enrich the experience, teaching of sciences, reflection.

68 Estudiante de Licenciatura en Física.

69 Estudiante de Licenciatura en Física.

Taller de alfabetización científico y tecnológica en Arduino para su uso en la labor profesional

Workshop on scientific and technological literacy in Arduino for professional use

José Luis Paternina Durán⁷⁰

Corporación Universitaria UNITEC, Instituto San Ignacio de Loyola, Bogotá, Colombia

josepaterninad@gmail.com

Julián Andrés Salamanca Bernal⁷¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

jasalamanca@udistrital.edu.co

Resumen: en el marco de la temática central de la semana de la física de la Universidad Distrital, “Realidad profesional del profesor de física”, surge la propuesta de un taller de alfabetización científico y tecnológica mediante el cual los docentes adquieran capacidades que les permitan, además de entender, tomar decisiones en su quehacer profesional a través de la ciencia y la tecnología. Se considera de especial relevancia el manejo de herramientas como Arduino, ya que en muchas ocasiones el docente de física o investigador no cuenta con la instrumentación necesaria ni la sensórica requerida para realizar sus prácticas de laboratorio. El taller propuesto consta de cuatro sesiones (una por día) de tres horas cada una. En este, los asistentes entenderán los conceptos electrónicos básicos para el manejo de Arduino, elaborarán un experimento introductorio y finalmente realizarán dos sensores relacionados con la práctica de la física. El taller está dirigido para cualquier licenciado en ciencias y estudiantes de licenciatura. El número de asistentes óptimo para trabajar es entre 12 y 20 participantes.

Palabras clave: alfabetización científica y tecnológica, transductores digitales, Arduino.

Keywords: scientific and technological literacy, digital transducer, Arduino.

Física recreativa como estrategia de diálogo

Recreational physics as speech strategy

Olga L. Castiblanco⁷²

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

olcastiblanco@udistrital.edu.co

Diego Vizcaíno⁷³

Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia

d_vizcaino@yahoo.com

Patricia Ramírez⁷⁴

I.E.D Colegio Gran Colombiano, Bogotá, Colombia

paty6133@yahoo.es

70 Maestría en Educación, Ingeniero Eléctrico.

71 Dr. en Física Aplicada.

72 Dra. en Educación para la Ciencia.

73 Dr. en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas.

74 Mg. en Educación.

- Miguel Valdivieso⁷⁵
Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, Colombia
alfamavc7@gmail.com
- Yenny Fonseca⁷⁶
IED Colegio San Cayetano, Bogotá, Colombia
yefoninc@gmail.com
- Carlos Parra⁷⁷
Colegio Camilo Torres, Bogotá, Colombia
carhoz5@gmail.com
- William Rincón⁷⁸
Colegio el Minuto de Dios Siglo XXI, Bogotá, Colombia
porque1983@hotmail.com
- Roiman Badillo⁷⁹
IED Colegio OEA, Bogotá, Colombia
roimanbadillo@gmail.com
- Daniel Umaña⁸⁰
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
dauofis@gmail.com
- Wilmer Ramírez⁸¹
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
ferneype92@gmail.com
- Brayan Silva⁸²
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
bslopezf09@gmail.com
- Diego Guzmán⁸³
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
blancacolumba@hotmail.com

Resumen: la física recreativa se basa en experimentos que resultan asombrosos para el espectador, evidenciando de manera inmediata la ocurrencia de fenómenos físicos. En este trabajo nos basamos en esta perspectiva, agregando el valor de la capacidad del expositor del montaje para potenciar ese asombro y lograr diálogos constructivos con los participantes. Buscamos exponer a los participantes a una experiencia que les posibilite la formulación espontánea de preguntas y suscite inquietud por resolverlas, bien sea de manera inmediata por parte del expositor, o posteriormente por iniciativa propia, al surgir dudas que requieren de mayor nivel de análisis. Igualmente, buscamos propiciar un ambiente placentero de diálogo franco y de construcción colectiva de explicaciones sobre algunos fenómenos de la física. En esta propuesta es

75 Mg. en Educación.
76 Licenciada en Física.
77 Licenciado en Física.
78 Licenciado en Física.
79 Licenciado en Física.
80 Estudiante Licenciatura en Física.
81 Estudiante Licenciatura en Física.
82 Estudiante Licenciatura en Física.
83 Estudiante Licenciatura en Física.

indiferente si los participantes son expertos o no en el tema, dado que si son expertos tendrán la oportunidad de aportar directamente al diálogo con sus puntos de vista sobre el tema, y si no lo son, igualmente tendrán la oportunidad de aportar con sus preguntas, “motor” que impulsa el diálogo. Adicionalmente, estos experimentos se muestran para profesores en ejercicio como una estrategia que posibilita dar explicaciones más allá de la organización teórica formal y ofrecen ejemplos de experiencias sencillas que pueden ser utilizadas en la clase.

Palabras clave: experimentos recreativos, didáctica de la física, construcción de explicaciones.

Keywords: recreational experiments, didactics of physics, construction of explanations.

Modelo Cosmológico de Friedmann Friedmanns Cosmological Model

Maria Paula Cardona Huertas⁸⁴

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia

jfargos@hotmail.com

Jhon Fredy Salas⁸⁵

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

jfargos@hotmail.com

Resumen: la cosmología física tuvo su principal desarrollo en el siglo XX con la formulación de la teoría general de la relatividad de Einstein, pues al resolver las ecuaciones de campo se pueden obtener diferentes resultados cuya interpretación puede generar modelos del universo, agujeros de gusano, agujeros negros, entre otras. En el presente trabajo se muestra una deducción desde el punto de vista energético de las ecuaciones de Friedmann, para luego hacer un análisis físico y conceptual de las mismas y así dar cuenta de cómo se obtienen los diversos modelos de universo de acuerdo con esta solución.

Palabras clave: cosmología, teoría de la relatividad, modelos de universo.

Keywords: cosmology, theory of relativity, models of the universe.

84 Licenciada en Física.

85 Licenciado en Física.

Bismutatos superconductores Superconducting bismuths

Miguel Angel Roncancio Herrera⁸⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
maroncancioh@correo.udistrital.edu.co

Luis Eduardo Rivera⁸⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
mihawk.hunter94@gmail.com

Resumen: una breve historia de la superconductividad de bismuto viene dada por un grupo de investigadores del Tata Institute of Fundamental Research en Mumbai, India, dirigido por Srinivasan Ramakrishnan, donde se encontró que el bismuto, a una temperatura de 0.5 mK, tenía una transición a estado superconductor. La explicación de esta temperatura tan baja se debe a su baja densidad de portadores con un electrón por cien mil átomos. La teoría básica de la superconductividad puede explicar este estado en materiales como el plomo, el aluminio y otros metales, pero en cuanto al bismuto aún tiene un gran campo de estudio. El reto de la presentación es utilizar el bismuto con aleaciones químicas para tratar de comprender y consensuar cómo funciona la superconductividad. Se dará una breve ilustración de superconductores, los dopados con Plomo (Pb) y los dopados con Potasio (K), de gran importancia, debido a que son óxidos que con la teoría BSC tienen temperaturas críticas aproximadas de 30 K y que no involucra metales de transición.

Palabras claves: plomo, bismuto, potasio, superconductividad.

Keywords: lead, bismuth, potassium, superconductivity.

¿Qué nos dice la luz de las estrellas? What light tell us about stars?

Natalia Osorio Quiroga⁸⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
naosqui95@hotmail.com

Angie Carolina Fonseca Vargas⁸⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
gie9605na@gmail.com

Resumen: en el presente trabajo se pretende explicar el origen y la técnica utilizada para conocer la información que nos brindan las estrellas a partir de su luz y de los espectros que estas generan. En este sentido, las estrellas se entienden como esferas gigantes de gas que producen luz propia por medio de reacciones nucleares cuando su centro alcanza una temperatura aproximada de

86 Licenciado en Física.

87 Licenciado en Física.

88 Licenciatura en Física.

89 Licenciatura en Física.

10 millones kelvin, valor que está fuertemente relacionado con la edad y la masa de la estrella. En el laboratorio que conocemos como Universo lamentablemente no podemos modificar las variables, así que tenemos que hacer el mejor esfuerzo para estudiar la poca información que nos suministra, la cual es fundamentalmente la luz. Una de las formas de hacer este estudio de la información contenida en la radiación de las estrellas es mediante la técnica de la espectroscopia, en la que se descompone la luz y se analizan las líneas de absorción y/o emisión, únicas e irrepetibles, de los elementos químicos presentes. Así, a partir de estos espectros y diversas teorías físicas, se puede obtener información de las estrellas permitiendo hacer una clasificación por su tipo espectral. Algunos datos que se pueden extraer son la temperatura superficial de la estrella, el campo magnético por efecto Zeeman, la velocidad de rotación por efecto Doppler, además de la composición química, entre muchos otros datos. Además de la contextualización teórica, pretendemos mostrar los resultados de un breve proyecto de espectroscopia estelar desarrollado en el Observatorio Astronómico de la Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia).

Palabras clave: espectro, espectroscopia, absorción y emisión.

Keywords: spectrum, spectroscopy, absorption and emission.

Principio de equivalencia y deflexión de la luz Principle of equivalence and deflection of light

Diego Alejandro Criollo⁹⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

dialcrav01@gmail.com

Jhon Fredy Salas⁹¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

jfargos@hotmail.com

Resumen: la luz es uno de los fenómenos más estudiados en la física, por eso cualquier persona que estudie carreras afines a esta debería tener algún conocimiento de algunos fenómenos referidos a la reflexión, refracción, transmisión, deflexión debido a campos electromagnéticos y por campos gravitacionales. Por eso el motivo de este trabajo va a ser explicar cómo, desde el punto de vista del principio de equivalencia, el estudio de la deflexión de la luz satisface o no estos principios, al igual que el principio de localidad, haciendo explicaciones y experimentos mentales con diferentes tipos de complejidad dependiendo del receptor. Partiendo del principio de equivalencia débil, principio de equivalencia de Einstein y principio de equivalencia fuerte, podremos montar nuestro laboratorio de física y mirar qué peculiaridades tiene la deflexión de la luz para cada una de las consideraciones dadas por los principios y así mostrar una generalidad del asunto.

Palabras clave: principio de equivalencia, deflexión de la luz, enseñanza de la física.

Keywords: principle of equivalence, deflection of light, physics education.

90 Estudiante de Licenciatura en Física.

91 Licenciado en Física.

Velocidad radial fotónica cerca al horizonte de eventos de un agujero negro Photonic radial speed close to the horizon of events of a black hole

Yohuan Anthony Ipial Molina⁹²

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
yohuan98i@hotmail.com

Edinson Martin Alfonso Pachón⁹³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
eddmartinalfp@gmail.com

Jhon Fredy Salas Rodríguez⁹⁴

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jfargos@hotmail.com

Resumen: las ecuaciones de campo de Einstein plantearon una nueva forma de ver el espacio-tiempo y la geometría del mismo. Esto llevó a que las soluciones de estas ecuaciones fueran un descubrimiento de comportamientos que se habían predicho pero que con estas se demostró. A este nuevo fenómeno se le llamó agujero negro, el cual posee características particulares que se describen con las soluciones propuestas por Schwarzschild, Kerr, Kerr-Newman. Ahora bien, partiendo de las soluciones propuestas, se tendrán unas consideraciones específicas para comprobar de este modo la siguiente pregunta: ¿qué ocurre cuando un observador situado en un rango donde no sea afectado de manera considerable por el efecto gravitatorio del agujero negro, observa una partícula de luz acercándose radialmente a la singularidad del agujero? Con este hecho abordaremos de forma teórica las soluciones para analizar cuáles son las diferencias o similitudes entre los resultados encontrados por estos.

Palabras clave: agujero negro, velocidad, soluciones, fotón.

Keywords: black hole, velocity, solutions, photon.

Efecto Coriolis en un agujero negro Coriolis Effect in a black hole

Néstor Francisco Cortés Moya⁹⁵

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
nestorfra77@gmail.com

Diego Alexander Pacheco Vargas⁹⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
diegopacheco0128@gmail.com

Jhon Fredy Salas⁹⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jfargos@hotmail.com

92 Estudiante de Licenciatura en Física.

93 Estudiante de Licenciatura en Física.

94 Especialista en Física.

95 Estudiante de Licenciatura en Física.

96 Estudiante de Licenciatura en Física.

97 Especialista en Física.

Resumen: mediante el presente proyecto se realizará un modelo del efecto Coriolis en un agujero negro, teniendo en cuenta diferentes artículos de astrónomos que han evidenciado que los agujeros negros rotan. El constante movimiento de rotación provoca que la materia y la luz, que ingresan en este, comiencen a rotar hasta llegar a la singularidad. Por ende, al rotar la materia se tiene un efecto Coriolis, del cual no se ha encontrado un estudio concreto aplicado a los agujeros negros. Los observatorios espaciales XMM-Newton de la ESA y NuSTAR de la NASA han hallado en el corazón de una galaxia espiral un agujero negro supermasivo girando casi a la velocidad de la luz, ofreciendo nueva información sobre cómo crecen las galaxias. La física de los agujeros negros nos permite tener ideas de cómo se explicaría esta temática mediante ecuaciones realizadas por otros físicos. Si una estrella colapsa y se hace lo suficientemente pequeña para estar contenida dentro de su radio de Kerr, entonces las partículas alrededor de cualquier estrella serán atraídas y colapsarán hasta formar una singularidad: un punto de curvatura infinita, lo que denominamos agujero negro. El efecto Coriolis hace que un objeto que se mueve sobre el radio de un disco en rotación tienda a acelerarse con respecto a ese disco, dependiendo si el movimiento es hacia el eje de giro o alejándose de este. Por el mismo principio, en el caso de un agujero negro en rotación, el movimiento de un objeto sobre los meridianos también presenta este efecto, ya que dicho movimiento reduce o incrementa la distancia respecto al eje de giro del agujero Negro.

Palabras Clave: Efecto Coriolis.

Keywords: Coriolis Effect.

El caracol de Albert Einstein The snail by Albert Einstein

Rhonal Smith Patiño Guevara⁹⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
rspatinog@correo.udistrital.edu.co

Jhon Freddy Salas Rodríguez⁹⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia
jfsalasr@udistrital.edu.co

Resumen: una de las conclusiones del estudio que realiza Albert Einstein sobre la relatividad general es que la gravedad es el resultado de la deformación del espacio tiempo por la Materia y Energía [1]. En el año 1919 A. Eddington realizó una expedición para observar un eclipse y corroborar que la teoría de la relatividad fuese correcta, midiendo los ángulos de desviación de la luz al pasar cerca de un objeto masivo, en este caso el sol. Dicho ángulo de desviación, que también se puede calcular por la mecánica newtoniana, es $\frac{4Gm}{rc^2}$, donde su valor es proporcional a cuatro veces la constante de gravitación universal y la masa del cuerpo e inversamente proporcional al radio de dicho cuerpo y a la velocidad de la luz al cuadrado. El trabajo que aquí se quiere presentar consiste en explicar la desviación de la luz causada no sólo de un cuerpo, sino cuando este interactúa con varios cuerpos. Dicha desviación se asemeja a la forma de un

98 Licenciado en Física.

99 Especialización en Física.

caracol (dependiendo de las circunstancias) en función de las posiciones de los cuerpos, de la masa y de cómo está organizado el sistema para que se genere dicho fenómeno. Ya que nuestro universo se puede modelar como isotrópico y homogéneo puede darse el caso (hipotético) donde dicho planteamiento pueda ocurrir de manera natural y observable.

Palabras clave: ángulo de desviación, caracol, relatividad general, cuerpos masivos, astronomía.

Keywords: angle of deviation, snail, general relativity, massive bodies, astronomy.



GÚIA PARA AUTORES Y DECLARACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola, Ens Aprend Cienc) publica artículos originales producto de: resultados de investigación, reflexión documentada y crónica de experiencias. Dicho material debe estar relacionado con ámbitos educativos y de investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (física, química, biología, astronomía) y las matemáticas.

La revista busca consolidarse como un escenario de fortalecimiento de la comunidad académica de profesores de ciencias naturales tanto en formación como en ejercicio profesional en los diferentes niveles educativos.

Góndola, Ens Aprend Cienc publica semestralmente durante los meses de enero y julio, abarcando el primer y segundo semestre del año respectivamente.

Alcance geográfico: nacional e internacional

Puede ser referenciada como: *Góndola, Ens Aprend Cienc*.

Indexación

La revista se encuentra indexada en: ESCI (Emerging Source Citation Index - Web of Science), Actualidad Iberoamericana, Google Scholar, Open Academic Journal Index (OAJI), ERIHPLUS, MIAR, EBSCOhost (fuente académica plus), IRESIE, REDIB, Journal Tocs, DIALNET, Latindex, Capes Qualis, DOAJ y Sherpa Romeo.

Política de acceso abierto

Góndola, Ens Aprend Cienc. es una publicación de acceso abierto, sin cargos económicos para autores

ni lectores. La publicación, consulta o descarga de los contenidos de la revista no genera costo alguno para los autores ni los lectores, toda vez que la Universidad Distrital Francisco José de Caldas asume los gastos relacionados con edición, gestión y publicación. Los pares evaluadores no reciben retribución económica alguna por su valiosa contribución. Se entiende el trabajo de todos los actores mencionados anteriormente como un aporte al fortalecimiento y crecimiento de la comunidad investigadora en el campo de la Enseñanza de las Ciencias.

Desde el 01 de diciembre de 2018 los contenidos de la revista se publican bajo los términos de la [Licencia Creative Commons Atribución – No comercial – Compartir igual \(CC-BY-NC-SA 2.5 CO\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5-co/), bajo la cual otros podrán distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

Los titulares de los derechos de autor son los autores y la revista *Góndola, Ens Aprend Cienc*. Los titulares conservan todos los derechos sin restricciones, respetando los términos de la licencia en cuanto a la consulta, descarga y distribución del material.

Cuando la obra o alguno de sus elementos se hallen en el dominio público según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia. Así mismo, incentivamos a los autores a depositar sus contribuciones en otros repositorios institucionales y temáticos, con la certeza de que la cultura y el conocimiento es un bien de todos y para todos.



Guía para autores

Condiciones generales

La revista ***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola, Ens Aprend Cienc.)*** publica trabajos en español, portugués e inglés. El proceso de envío de artículos es totalmente online a través de nuestra página web (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Los trabajos deben cumplir los siguientes requisitos:

- La extensión máxima del documento debe ser de 9000 palabras incluidas las referencias.
- Con el fin de garantizar el anonimato del autor en el momento de la revisión por pares, se debe reemplazar en el artículo enviado el nombre del autor por la palabra **autor₁** y/o **autor₂**, etc. Este cambio deberá ser realizado tanto en el encabezado del artículo como dentro del texto, en las auto-citaciones y auto-referencias.
- El documento debe contener título en español, portugués e inglés; este no debe superar las 20 palabras.
- El resumen debe contener los objetivos del estudio, la metodología utilizada, los principales resultados y su correspondiente discusión o conclusiones. Este debe ser redactado en un solo párrafo de máximo 300 palabras, sin citas ni abreviaturas y debe estar traducido en español, portugués e inglés.
- Ha incluido máximo 7 palabras clave en español, portugués e inglés.
- La bibliografía, las tablas y figuras deben ser ajustadas según el documento modelo de la revista (https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#).

Los trabajos no deben tener derechos de autor otorgados a terceros en el momento del envío, y los conceptos y opiniones que se dan en ellos son responsabilidad exclusiva de los autores. Del mismo modo, el (los) autor(es) estarán de acuerdo en que

el trabajo presentado es original, que no ha sido publicado o está siendo considerado para publicación en otro lugar. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc.* puede utilizar el trabajo o parte del mismo para fines de divulgación y difusión de la actividad científica, lo cual no significa que se afecte la propiedad intelectual de los autores.

Por política editorial cada autor podrá postular solamente un artículo por año.

Proceso de evaluación por pares

Los trabajos sometidos para publicación serán analizados previamente por el editor y, si responde al ámbito de aplicación de la revista, serán enviados a revisión por pares (*peer review*), dos evaluadores por artículo, mediante el proceso de revisión ciega para garantizar el anonimato de ambas partes. Los evaluadores analizarán el documento de acuerdo a los criterios establecidos en el formato de evaluación diseñado por el editor y el comité editorial. El artículo será devuelto a el o los autor(es) en caso de que los evaluadores sugieran cambios y/o correcciones. En caso de divergencia en los dictámenes de los evaluadores, el texto será enviado a un tercer evaluador. Finalmente, serán publicados los artículos que obtengan el concepto de aprobado o aprobado con modificaciones por dos de los pares evaluadores. En caso de que los autores deban hacer modificaciones tendrán hasta 30 días calendario para devolver la versión final, la cual será revisada por el editor.

La publicación del trabajo implica ceder los derechos de autor de manera no exclusiva a *Góndola, Enseñ Aprend Cienc.* La reproducción parcial o total de artículos y materiales publicados puede realizarse de acuerdo a la licencia del material. Los contenidos desarrollados en los textos son de responsabilidad de los autores, es decir que no coinciden necesariamente con el punto de vista del editor o del comité editorial de la revista. A criterio del comité editorial,

se podrán aceptar artículos de crítica, defensas y/o comentarios sobre artículos publicados en la revista. Es responsabilidad del autor indicar si la investigación es financiada, si fue aprobada por el comité de ética del área y si tiene conflictos de intereses, en los casos en que sea necesario. La revisión por el editor puede tomar de dos a tres semanas y la revisión por pares académicos puede tomar de seis a 12 semanas.

Declaración de ética

La revista manifiesta su compromiso por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados. Por lo anterior, el plagio está estrictamente prohibido. Los textos que se identifiquen como plagio o su contenido sea fraudulento serán eliminados de la revista si ya se hubieran publicado o no se publicarán. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad posible. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por la revista, los autores garantizarán que el artículo y los materiales asociados a él son originales y no infringen los derechos de autor. Los autores también deben probar, en caso de una autoría compartida, que hubo consenso pleno de todos los autores del texto y, a la vez, que este no está siendo presentado a otras revistas ni ha sido publicado con anterioridad en otro medio de difusión físico o digital. Así mismo la revista está comprometida con garantizar una justa y objetiva revisión de los manuscritos para lo cual utiliza el sistema de evaluación ciega de pares (*peer review*).

Declaración de buenas prácticas editoriales

Este documento ha sido adaptado del documento para procedimientos y estándares éticos elaborado por *Cambridge University Press*, siguiendo las directrices para un buen comportamiento ético en publicaciones científicas seriadas del *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* y *World Association of Medical Editors (WAME)*.

Responsabilidades de los editores

Actuar de manera balanceada, objetiva y justa sin ningún tipo de discriminación sexual, religiosa, política, de origen o ética con los autores, haciendo uso apropiado de las directrices emitidas en la Constitución Política de Colombia respecto a la ética editorial.

Considerar, editar y publicar las contribuciones académicas únicamente por sus méritos académicos sin tomar en cuenta ningún tipo de influencia comercial o conflicto de interés.

Acoger y seguir los procedimientos adecuados para resolver posibles quejas o malentendidos de carácter ético o de conflicto de interés. El editor y el comité editorial actúan en concordancia con los reglamentos, políticas y procedimientos establecidos por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y, particularmente, por el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la política editorial de la Universidad.

Otorgar a los autores la oportunidad de responder ante posibles conflictos de interés, en cuyo caso cualquier tipo de queja debe ser sustentada con documentación y soportes que comprueben la conducta a ser estudiada.

Responsabilidades de los revisores

Contribuir de manera objetiva al proceso de evaluación de los manuscritos sometidos a consideración en la revista *Cóndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, colaborando en forma oportuna con la mejora en la calidad científica de estos productos originales.

Mantener la confidencialidad de los datos suministrados por el editor, el comité editorial o los autores, haciendo un uso correcto de dicha información por los medios que le sean provistos. No obstante, es su decisión conservar o copiar el manuscrito durante el proceso de evaluación.

Informar al editor y al comité editorial, de manera oportuna, cuando el contenido de una contribución académica presente elementos de plagio o se asemeje sustancialmente a otros productos de investigación publicados o en proceso de publicación.

Informar cualquier posible conflicto de intereses con el autor de una contribución académica, por ejemplo, por relaciones financieras, institucionales, de colaboración o de otro tipo. En tal caso, y si es necesario, retirar sus servicios en la evaluación del manuscrito.

Responsabilidades de los autores

Mantener soportes y registros precisos de los datos y análisis de datos relacionados con el manuscrito presentado a consideración de la revista. Cuando el editor o el comité editorial de la revista, por motivos razonables, requieran esta información, los autores deberán suministrar o facilitar el acceso a esta. En el momento de ser requeridos, los datos originales entrarán en una cadena de custodia que asegure la confidencialidad y protección de la información por parte de la revista.

Confirmar mediante una carta de originalidad (formato preestablecido por la revista) que la contribución académica sometida a evaluación no está siendo considerada o ha sido sometida y/o aceptada en otra publicación. Cuando parte del contenido de esta contribución ha sido publicado o presentado en otro medio de difusión, los autores deberán reconocer y citar las respectivas fuentes y créditos académicos. Además, deberán presentar copia al editor y al comité editorial de cualquier publicación que pueda tener contenido superpuesto o estrechamente relacionado con la contribución sometida a consideración. Adicionalmente, el autor debe reconocer los respectivos créditos del material reproducido de otras fuentes. Aquellos elementos como tablas, figuras o patentes que requieren un permiso especial para ser reproducidas, deberán estar acompañados por una carta de aceptación

de reproducción firmada por los poseedores de los derechos de autor del elemento utilizado.

En aquellas investigaciones donde se experimente con animales se deben mantener y asegurar las prácticas adecuadas establecidas en las normas que regulan estas actividades.

Declarar cualquier posible conflicto de interés que pueda ejercer una influencia indebida en cualquier momento del proceso de publicación.

Revisar cuidadosamente las artes finales de la contribución, previamente a la publicación en la revista, informando sobre los errores que se puedan presentar y deban ser corregidos. En caso de encontrar errores significativos, una vez publicada la contribución académica, los autores deberán notificar oportunamente al editor y al comité editorial, cooperando posteriormente con la revista en la publicación de una fe de erratas, apéndice, aviso, corrección o, en los casos donde se considere necesario, retirar el manuscrito del número publicado.

Responsabilidad de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en cuyo nombre se publica la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, y siguiendo lo estipulado en el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la Política editorial de la Universidad, se asegurará que las normas éticas y las buenas prácticas se cumplan a cabalidad.

Procedimientos para tratar un comportamiento no ético

Identificación de los comportamientos no éticos

La información acerca de un comportamiento no ético debe suministrarse, en primera instancia, al editor de la revista *Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de*

las Ciencias., o, en su defecto, al comité editorial y, como último recurso, al comité de publicaciones de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital. En caso de que los dos primeros actores no den respuesta oportuna, deberá informarse a las instituciones involucradas y entes competentes.

El comportamiento no ético incluye lo estipulado en la declaración de buenas prácticas y normas éticas de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, la reglamentación de la Facultad de Ciencias y Educación, las normas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en esta materia y lo establecido en la Constitución Política de Colombia respectivamente.

La notificación sobre un comportamiento no ético debe hacerse por escrito y estar acompañada con pruebas tangibles, fiables y suficientes para iniciar un proceso de investigación. Todas las denuncias deberán ser consideradas y tratadas de la misma manera, hasta que se adopte una decisión o conclusión.

Proceso de indagación e investigación

La primera decisión debe ser tomada por el editor, quien debe consultar o buscar el asesoramiento del comité editorial y el comité de publicaciones, según sea el caso. Las evidencias de la investigación serán mantenidas en confidencialidad.

Un comportamiento no ético que el Editor considere menor puede ser tratado entre él y los autores sin necesidad de consultas adicionales. En todo caso, los autores deben tener oportunidad de responder a las denuncias realizadas por comportamiento no ético.

Un comportamiento no ético de carácter grave se debe notificar a las entidades de filiación institucional de los autores o a aquellas que respaldan la investigación. El editor, en acuerdo con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, debe tomar la decisión de si debe o no involucrar a los patrocinadores, ya sea mediante el examen de la

evidencia disponible o mediante nuevas consultas con un número limitado de expertos.

Resultados (en orden creciente de gravedad, podrán aplicarse por separado o en combinación)

Informar a los autores o revisores donde parece haber un malentendido o mala práctica de las normas éticas.

Enviar una comunicación oficial dirigida a los autores o revisores que indique la falta de conducta ética y sirva como precedente para promover buenas prácticas en el futuro.

Hacer una notificación pública formal en la que se detalle la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Hacer una página de editorial que denuncie de manera detallada la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Enviar una carta formal dirigida a las entidades de filiación institucional de los autores, es decir, a aquellas que respaldan o financian el proceso de investigación.

Realizar correcciones, modificaciones o, de ser necesario, retirar el artículo de la publicación de la revista, clausurando los servicios de indexación y el número de lectores de la publicación e informando a la institución de filiación de los autores y a los revisores esta decisión.

Realizar un embargo oficial de cinco años al autor, período en el cual no podrá volver a publicar en la revista.

Denunciar el caso y el resultado de la investigación ante las autoridades competentes, especialmente, en caso de que el buen nombre de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se vea comprometido.

AUTHORS' GUIDE AND STATEMENT OF GOOD PRACTICE

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola, Ens Aprend Cienc) publishes original articles resulting from: research results, documented reflection and chronicle of experiences. This material must be related to educational and research fields in the teaching and learning of the natural sciences (physics, chemistry, biology, astronomy) and mathematics.

This journal seeks to consolidate itself as a scenario of strengthening the academic community of natural science teachers both in training and in professional practice at different educational levels.

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola, Ens Aprend Cienc), is published every semester during the months of January and July, covering the first and second semester of the year respectively.

Geographical scope: national and international

It can be referenced as *Gondola, Ens Apr Cien*.

Index

The magazine is indexed in: ESCI (Emerging Source Citation Index - Web of Science), Actualidad Iberoamericana, Google Scholar, Open Academic Journal Index (OAJI), ERIHPLUS, MIAR, EBSCOhost (academic source plus), IRESIE, REDIB, Journal Tocs, DIALNET, Latindex, Capes Qualis, DOAJ and Sherpa Romeo.

Open Access Policy

Gondola, Ens Aprend Cienc. is an open-access publication, free of charge for authors and readers.

The publication, consultation or download of the contents of the magazine does not generate any cost for the authors or the readers, since the Francisco José de Caldas District University assumes the expenses related to edition, management and publication. The peer evaluators do not receive any economic retribution for their valuable contribution. The work of all the actors mentioned above is understood as a contribution to the strengthening and growth of the research community in the field of Science Education.

As of December 1, 2018 the contents of the journal are published under the terms of the [Creative Commons Attribution - Noncommercial - Share Equal \(CC-BY-NC-SA 2.5 CO\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/co/), under which others may distribute, remix, retouch, and create from the work in a non-commercial way, give credit and license their new creations under the same conditions.

The copyright holders are the authors and the journal *Gondola, Ens Aprend Cienc*. The holders retain all rights without restrictions, respecting the terms of the license in terms of consultation, downloading and distribution of the material.

When the work or any of its elements is in the public domain according to the applicable law in force, this situation will not be affected by the license.

Likewise, we encourage authors to deposit their contributions in other institutional and thematic repositories, with the certainty that culture and knowledge is a good of all and for all.



Guide for Authors

General terms and conditions

The journal *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* (*Góndola, Ens. Apr. Cienc.*) publishes works in Spanish, Portuguese and English. The process of submitting articles is entirely online through our website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Papers must meet the following requirements:

- The maximum length of the document must be 9000 words including references.
- In order to guarantee the anonymity of the author at the time of the peer review, the name of the author should be replaced in the submitted article by the word author1 and/or author2, etc. This change should be made both in the headline of the article and within the text, in the auto-citations and auto-references.
- The document should contain a title in Spanish, Portuguese and English; it should not exceed 20 words.
- The abstract should contain the objectives of the study, the methodology used, the main results and the corresponding discussion or conclusions. It should be written in a single paragraph of maximum 300 words, without quotations or abbreviations and should be translated into Spanish, Portuguese and English.
- It has included a maximum of 7 keywords in Spanish, Portuguese and English.
- The bibliography, tables and figures should be adjusted according to the model document of the journal (https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#).

Papers must have not copyright granted to third parties at the time of sending, and the concepts and opinions given in them are the sole responsibility of authors. Similarly, author (s) agrees that the work submitted is original, which has not been

published or is being considered for publication elsewhere. *Góndola, Ens. Apr. Cien.* can use the paper or part thereof for purposes of disclosure and dissemination of scientific activity, that's no mean that intellectual property of the authors is affected.

Due to editorial policy, each author can postulate just one article per year.

Peer Review Process

Papers submitted for publication will be reviewed in advance by the editor, if it respond to the journal's scope, will be sent for review by Editorial Board, with a minimum of two referees by blind review system of academic peers (peer review), who analyse it according to defined criteria. The item will be returned to authors, if evaluators suggest changes and /or corrections. In case of divergence of views, the text will be sent to a third reviewer for arbitration. Finally, papers with concept of approved or approved with modifications by two of the evaluating peers will be published. In case authors must make modifications, they will have up to 30 calendar days to return the final version, which will be reviewed by the publisher.

Paper publication involves give non-exclusively copyright to *Góndola, Ens. Apr. Cien.* Total or partial reproduction of articles and published materials can be made according to the material license. Content developed in papers is authors responsibility, it means that not necessarily coincide with the Editor or Editorial Board point of view. It is discretion to the Editorial Board accept items of critical defence and/or comments on papers published in this journal. It is authors' responsibility; indicate whether research is funded, if ethics committee of the field approved it and, if it has interest conflicts, where necessary. The Review by Editor can take two to three weeks, and academic peer review can take from 6 to 12 weeks.

Ethics statement

The journal ***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*** is committed to the academic and practitioner communities in ensuring the ethics and integrity in the publication and quality of articles appearing in this journal, in fact, any form of plagiarism is strictly prohibited. Papers identified as plagiarism or with fraudulent content will be removed or not published. By accepting the terms and agreements expressed by the journal, authors will guarantee that article and materials linked to it, are original and do not infringe copyright. Authors must provide a letter, expressing consensus for this publication in case of a shared authorship and, at the same time, confirming that the article is not being presented to other journals or has been previously published in other physical or digital medium. Also, the journal is committed to ensuring a fair and objective review of manuscripts; reason for which it uses the system of peer review.

Declaration of best publishing practices

This document has been adapted from the document for ethical procedures and standards developed by Cambridge University Press, following the guidelines for good ethical behavior in scientific publications of the *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* and *World Association of Medical Editors (WAME)*

Publisher Responsibilities

Acting in a balanced, objective and fair manner without any sexual, religious, political, origin or ethical discrimination with authors, adopting regulations issued in The Political Constitution of Colombia regarding editorial ethics.

Considering, editing and publishing academic contributions only on the basis of academic merits without regard to any commercial influence or conflict of interest.

The editor and editorial committee act in accordance with regulations, policies, and procedures established by Universidad Distrital Francisco José de Caldas and in particular by the Agreement 023 of June 19, 2012, of the Academic Council, which regulates editorial policy to this University. In consequence, editor accepts and follows proper procedures to resolve potential complaints or ethical misunderstandings or conflict of interest.

Reviewer responsibilities

To contribute objectively to the evaluation process of manuscripts submitted to the journal *Góndola, Teaching and Learning Sciences*, collaborating opportunely with the improvement in the scientific quality of these original products.

Maintaining confidentiality of data provided by the publisher, editorial committee or authors, making correct use of such information by the means provided. However, it is reviewer decision to keep or copy the manuscript in the evaluation process.

Inform the publisher and the editorial committee, in a timely manner, when the content of an academic contribution include elements of plagiarism or resemble substantially other research products published or in the process of being published.

Report any potential conflict of interest with the author of an academic contribution, for example, by financial, institutional, collaborative, or other relationships. In such a case, and if necessary, withdraw their services in the evaluation of the manuscript.

Author responsibilities

Maintain accurate records and supports of data and analysis data related to the manuscript submitted. When the editor or editorial committee, for reasonable reasons, require this information, authors

must provide or facilitate access to it. At the time of being required, original data will enter a chain of custody that ensures confidentiality and protection of this information by the journal.

Confirm by a letter of originality (format pre-established by the journal) that academic contribution submitted for evaluation is not being considered or has been submitted and/or accepted for another publication. When part of the content of this contribution has been published or presented in another medium, authors must recognize and cite the respective academic sources and credits. In addition, they must submit a copy to the editor and to the editorial committee of any publication that may have content superimposed or closely related to the contribution submitted for consideration. Also, the author must recognize the respective credits of material reproduced from other sources. Items such as tables, figures or patents, which require special permission to be reproduced, must be accompanied by a letter of acceptance of reproduction signed by the holders of the respective copyright.

In research involving animals, authors must to maintain and ensure good regulatory practices and appropriate research processes.

Declare any potential conflict of interest that may exert undue influence at any point in the publication process.

Carefully review final arts of the contribution, prior to publication in the journal, reporting on any mistakes that may occur and must be corrected. In case of finding significant errors, once the academic contribution has been published, authors should notify the publisher and the editorial committee opportunely, cooperating subsequently with the journal in the publication of a statement of errata, appendix, notice, correction or, in the cases where it is considered necessary, remove the manuscript from the published number.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas' responsibility

The Universidad Distrital Francisco José de Caldas, in whose name is published the journal *Góndola, Ens Aprend Cien*, and according to the stipulation in Agreement 023 of June 19, 2012, of Academic Council, by means of which it regulates the editorial policy of the University, will ensure that ethical standards and good practices are fully complied with.

Procedures for dealing with unethical behavior

Unethical behavior identification

Information on unethical behavior should be provided in the first instance to the editor of *Góndola, Enseñ Aprend Cienc* journal, or failing that, to the editorial committee and, as a last resort, to the publications committee of Sciences and Education Faculty of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas. In the case of these actors do not give a timely response, external involved institutions and competent entities should be informed.

Unethical behavior includes what is stipulated in the declaration of the *Góndola, Enseñ Aprend Cienc* journal about good practices and ethical standards, regulations of Science and Education Faculty, rules of District University Francisco José de Caldas in this subject and, regulations established in the Political Constitution of Colombia.

Notification of unethical behavior must be in writing and be accompanied by tangible, reliable and enough evidence to initiate a research process. All complaints will be considered and treated in the same manner until a decision or conclusion is made.

Investigation and preliminary inquiry process

Editor, who should consult or seek the advice of editorial committee and the publications committee, as the case may be, must take the first decision.

Evidence of the investigation will be kept confidential.

Unethical behavior that Editor deems to be minor can be treated between himself and the authors without the need for additional inquiries. In any case, authors should have the opportunity to respond to complaints made for unethical behavior.

Unethical behavior of a serious nature should be notified to the entities of institutional affiliation of the authors or to those who support the investigation. The publisher, in agreement of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas, must make a decision as to whether or not to involve the sponsors, either by reviewing available evidence or by re-consulting with a limited number of experts.

Outcomes

(In increasing order of severity; may be applied separately or in conjunction).

Informing or educating the author or reviewer where there appears to be a misunderstanding or misapplication of acceptable standards.

A more strongly worded letter to the author or reviewer covering the misconduct and as a warning to future behavior.

Publication of a formal notice detailing the misconduct.

Publication of an editorial detailing the misconduct.

A formal letter to the head of the author's or reviewer's department or funding agency.

Formal retraction or withdrawal of a publication from the journal, in conjunction with informing the head of the author or reviewer's department, Abstracting & Indexing services and the readership of the publication.

Imposition of a formal embargo on contributions from an individual for a defined period.

Reporting the case and outcome to a professional organization or higher authority for further investigation and action.

GUIA DO AUTOR E DECLARAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola, Ens Aprend Cienc) publica artigos originais resultantes de: resultados de pesquisa, reflexão documentada e crônica de experiências. Este material deve estar relacionado com campos educacionais e de pesquisa no ensino e aprendizagem das ciências naturais (física, química, biologia, astronomia, astronomia) e matemática.

A revista busca consolidar-se como um cenário de fortalecimento da comunidade acadêmica de professores de ciências naturais, tanto na formação quanto na prática profissional em diferentes níveis de ensino.

Gondola, Ens Aprend Aprend Cienc publica semestralmente durante os meses de janeiro e julho, abrangendo o primeiro e segundo semestre do ano, respectivamente.

Âmbito geográfico: nacional e internacional

Pode ser referenciado como: Gondola, Ens Apr Cien.

Indexação

O periódico tem visibilidade em bases de dados como: ESCI (Emerging Source Citation Index - Web of Science), Actualidad Iberoamericana, Google Scholar, Open Academic Journal Index (OAJI), ERIHPLUS, MIAR, EBSCOhost (fuente académica plus), IRESIE, REDIB, Journal Tocs, DIALNET, Latindex, Capes Qualis, DOAJ y Sherpa Romeo.

Política de Acesso Livre

Gôndola, Ens Aprend Cienc. é uma publicação de acesso aberto, sem encargos econômicos para autores ou leitores. A publicação, consulta ou download do conteúdo da revista não gera

nenhum custo para autores ou leitores, uma vez que a Universidade do Distrito Francisco José de Caldas assume os custos relacionados à edição, gerenciamento e publicação. Os pares avaliadores não recebem nenhuma compensação econômica por sua valiosa contribuição. O trabalho de todos os atores mencionados acima é entendido como uma contribuição para o fortalecimento e crescimento da comunidade de pesquisa no campo do Ensino de Ciências.

A partir de 1º de dezembro de 2018 o conteúdo da revista são publicados sob os termos da [Licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Compartilhamento pela mesma \(CC-BY-NC-SA 2.5 CO\)](#), sob a qual outros podem distribuir, remix, tweak , e criar a partir do trabalho de forma não comercial, desde que eles dêem crédito e licenciam suas novas criações sob as mesmas condições.

Os detentores dos direitos autorais são os autores e a revista *Góndola, Ens Aprend Cienc.* Os proprietários mantêm todos os direitos sem restrições, respeitando os termos da licença relativa à consulta, download e distribuição do material.

Quando o trabalho ou qualquer um dos seus elementos estiver no domínio público de acordo com a lei aplicável, esta situação não será afetada pela licença.

Da mesma forma, incentivamos os autores a depositar suas contribuições em outros repositórios institucionais e temáticos, com a certeza de que cultura e conhecimento são bons para todos e para todos.



Guia para Autores

Termos e condições gerais

A revista *Góndola*, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (*Góndola, Ens. Apr. Cien.*) publica trabalhos em espanhol, português e inglês. O processo de submissão de artigos é totalmente online através do nosso website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Os papéis devem cumprir os seguintes requisitos:

- Comprimento máximo do documento deve ser de 9000 palavras incluindo referências.
- Para garantir o anonimato do autor no momento da revisão por pares, o nome do autor deve ser substituído no artigo submetido pela palavra autor1e/ou autor2, etc. Esta alteração deve ser feita tanto no título do artigo como no texto, nas autocitações e auto-referências.
- Documento deve conter um título em espanhol, português e inglês; não deve exceder 20 palavras.
- resumo deve conter os objetivos do estudo, a metodologia utilizada, os principais resultados e a discussão ou conclusões correspondentes. Deve ser escrito em um único parágrafo de no máximo 300 palavras, sem citações ou abreviaturas e deve ser traduzido para espanhol, português e inglês.
- Incluiu no máximo 7 palavras-chave em espanhol, português e inglês.
- A bibliografia, tabelas e figuras devem ser ajustadas de acordo com o modelo de documento da revista (<https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2I3HDhHF2NTrI3V3t511hg/edit#>).

Os trabalhos apresentados para publicação não devem ter “Direitos de Autor” outorgados a terceiros na data de envio do artigo, e os conceitos e opiniões que contem são de exclusiva responsabilidade dos autores. Também, o autor aceita que o trabalho enviado é do tipo

original, que não tem sido publicado nem está sendo considerado para publicação em outro periódico. *Góndola, Ens. Apr. Cien.*, pode utilizar o artigo, ou parte dele, com fins de divulgação e difusão da atividade científica e tecnológica, sem que isto signifique que se afete a propriedade intelectual dos autores.

Por política editorial, cada autor só pode candidatar-se a um artigo por ano.

Processo de Avaliação por pares

Os trabalhos submetidos para publicação serão analisados previamente pelo editor e, se responder ao âmbito do periódico, serão enviados para ser revisados pelo Conselho Editorial, com um mínimo de dois avaliadores por meio do sistema de revisão cega de pares acadêmicos (*peer review*), quem analisará em acordo com os critérios definidos. O artigo será devolvido para o autor, ou autores, em caso de que os avaliadores sugiram mudanças e/ou correções. Em caso de divergência de opiniões, o texto será enviado a um terceiro avaliador, para arbitragem.

A publicação do trabalho implica ceder dos direitos de autor não-exclusiva a *Góndola, Ens. Apr. Cien.*. A reprodução total ou parcial de artigos e matérias publicadas podem ser feitas de acordo com a licença sob a qual o material é publicado. Os conteúdos desenvolvidos nos textos são de responsabilidade dos autores, significa, que não coincidem necessariamente com o ponto de vista do Editor, ou do Conselho Editorial do periódico. A critério do Conselho Editorial, poderão ser aceites artigos de crítica, defesa e/ou comentários sobre artigos publicados no periódico. É de responsabilidade do autor indicar se a pesquisa é financiada, se foi aprovada pelo comitê de Ética da área e se tem conflitos de interesse, nos casos em que seja necessário. A revisão pelo editor pode levar de duas a três semanas, e a revisão pelos pares acadêmicos pode levar de seis a 12 semanas.

Declaração de ética

O periódico *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* tem compromisso com altos níveis de ética, para o qual põe em prática todas as ações possíveis a fim de evitar o fraude e o plágio. Todos os autores devem submeter manuscritos originais, inéditos e de sua autoria declarando tais características no momento de submeter seus trabalhos para consideração do comitê editorial. Do mesmo jeito, o periódico se compromete com garantir uma revisão justa e objetiva dos manuscritos para o qual utiliza o sistema de avaliação cega de pares (*peer review*).

Declaração de boas práticas editoriais e normas técnicas

Este documento tem sido adaptado do documento para procedimentos e standares éticos elaborado por Cambridge University Press, seguindo as diretrizes para o bom comportamento ético em publicações científicas seriadas do *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committe of Medical Journal Editors (ICJME)* e *World Association of Medical Editors (WAME)*.

Responsabilidade dos editores

Atuar de maneira equilibrada, objetiva e justa sem algum tipo de preconceito ou discriminação sexual, religiosa, politica, de origem, ou ética dos autores, fazendo um correto uso das diretrizes mencionadas na legislação colombiana neste aspecto.

Considerar, editar e publicar as contribuições acadêmicas somente por méritos acadêmicos sem levar em conta algum tipo de influencia comercial ou conflito de interesses.

Acolher e seguir os procedimentos apropriados para resolver possíveis queixas ou dificuldades de caráter ético ou de conflito de interesses. O editor e o comitê editorial atuarão em acordo com as regulamentações, politicas e procedimentos

estabelecidos pela Universidade Distrital Francisco José de Caldas e particularmente sob o acordo 023 de 19 de junho de 2012 do Conselho Acadêmico, mediante o qual se regulamenta a politica editorial da Universidade e a normatividade vigente neste tema em Colômbia. Em qualquer caso se oferecerá aos autores a oportunidade de responder frente a possíveis conflitos de interesse. Qualquer tipo de reclamação deve ser suportada com a documentação que comprove a conduta inadequada.

Responsabilidades dos avaliadores

Contribuir de maneira objetiva no processo de avaliação dos manuscritos submetidos a consideração do periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" contribuindo, em forma oportuna, com a melhora da qualidade científica deste produtos originais de pesquisa.

Manter a confidencialidade dos dados ministrados pelo editor, o comitê editorial e os autores, fazendo uso correto de tal informação pelos médios que lhe sejam outorgados. Não obstante, é sua decisão conservar ou copiar o manuscrito no processo de avaliação.

Informar ao editor e ao comitê editorial, de maneira oportuna, quando o conteúdo de uma contribuição acadêmica presente elementos de plágio ou seja semelhante substancialmente a outros resultados de pesquisa publicados ou em processo de publicação.

Informar qualquer possível conflito de interesses com uma contribuição acadêmica por causa de relações financeiras, institucionais, de colaboração ou de outro tipo entre o revisor e os autores. Para tal caso, e se for necessário, retirar seus serviços na avaliação do manuscrito.

Responsabilidades dos autores

Manter suportes e registros dos dados e análises de dados relacionados com o manuscrito submetido

a consideração do periódico. Quando o editor e o comitê editorial do periódico precisarem desta informação (por motivos razoáveis) os autores deverão ministrar ou facilitar o acesso a tal informação. No momento de ser requeridos, os dados originais ficarão em uma cadeia de custódia que garanta a confidencialidade e proteção da informação por parte do periódico.

Confirmar mediante carta de originalidade (formato previamente estabelecido pelo periódico) que a contribuição acadêmica submetida a avaliação não esta sendo considerada ou não tem sido submetida e/ou aceita em outra publicação. Quando parte do conteúdo desta contribuição tem sido publicado ou apresentado em outro meio de difusão, os autores deverão reconhecer e citar as respectivas fontes e créditos acadêmicos. Além disso, deverão apresentar copia ao editor e ao comitê editorial de qualquer publicação que possa ter conteúdo superposto ou estreitamente relacionado com a contribuição submetida a consideração. Adicionalmente, o autor deve reconhecer os respectivos créditos do material reproduzido de outras fontes. Aqueles elementos como tabelas, figuras e patentes, que precisarem de alguma permissão especial para ser reproduzidos deverão estar acompanhados de uma carta de aceitação de reprodução por parte dos donos dos direitos de autor do produto utilizado.

Em aquelas pesquisas nas quais se experimenta com animais se devem manter e garantir as praticas adequadas estabelecidas na normatividade que regula este tipo de atividade.

Declarar qualquer possível conflito de interesse que possa exercer uma influencia indevida em qualquer momento do processo de publicação.

Revisar cuidadosamente as artes finais da contribuição, previamente a publicação no periódico, informando sobre os erros que se possam apresentar e devam ser corrigidos. Em caso de encontrar erros significativos, uma vez publicada a

contribuição acadêmica, os autores deverão notificar oportunamente ao editor e ao comitê editorial, cooperando posteriormente com o periódico na publicação de uma errata, apêndice, aviso, correção, ou nos casos em que considere necessário retirar o manuscrito do numero publicado.

Responsabilidade da Universidade Distrital Francisco José de Caldas

A Universidade Distrital Francisco José de Caldas, em cujo nome se publica o periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" e seguindo o estipulado no acordo 023 de junho 19 de 2012 do Conselho Acadêmico, pelo qual se regulamente a Política Editorial da Universidade, garante que as normas éticas e as boas praticas se cumpram a cavalidade.

Procedimentos para tratar um comportamento não ético

Identificação dos comportamentos não éticos

O comportamento não ético por parte dos autores do qual se tenha conhecimento ou o periódico seja informado, serão examinados em primeiro lugar pelo Editor e o Comitê Editorial do periódico.

O comportamento não ético pode incluir, mas não necessariamente limitar-se ao estipulado na declaração de boas praticas e normas éticas do periódico "*Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*", a regulamentação da Faculdade de Ciências e Educação e a Universidade Distrital Francisco José de Caldas neste campo.

A informação sobre um comportamento não ético, deve ser feito por escrito e estar acompanhada com evidencias físicas, confiáveis e suficientes para iniciar um processo de pesquisa. Todas as denuncias deverão ser consideradas e tratadas da mesma maneira, até chegar em uma decisão e conclusão exitosa.

A comunicação de um comportamento não ético deve ser informada em primeiro lugar ao Editor do periódico e posteriormente ao Comitê editorial ou ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação. Em aqueles casos onde os anteriores autores não dessem resposta oportuna, devesse informar-se deste comportamento não ético ao Comitê de publicações da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

A reclamação sobre um comportamento não ético por parte do Editor ou do Comitê Editorial do periódico deverá ser informado ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

Pesquisa

A primeira decisão deve ser tomada pelo Editor, quem deve consultar ou procurar assessoria do Comitê Editorial e do Comitê de Publicações, segundo o caso. As evidências da pesquisa serão mantidas em confidencialidade.

Um comportamento não ético, que o Editor considere menor, pode ser tratado entre ele(a) e os autores sem necessidade de outras consultas. Em qualquer caso, os autores devem ter a oportunidade de responder às denúncias realizadas pelo comportamento não ético.

Um comportamento não ético de caráter grave deve ser notificado às entidades de afiliação institucional dos autores ou que respaldam a pesquisa. O Editor, em acordo com a Universidade Distrital Francisco José de Caldas, deverá tomar a decisão de envolver ou não aos patrocinadores, bem seja por meio do exame da evidência disponível ou por meio de novas consultas com um número limitado de profissionais da área.

Resultados (em ordem crescente de gravidade, poderão ser aplicadas por separado ou em conjunto)

Informar sobre as normas éticas aos autores ou revisores onde parece estar a dificuldade ou a má prática.

Enviar uma comunicação oficial aos autores ou avaliadores que indiquem a falta de conduta ética e fique como precedente para o bom comportamento no futuro.

Fazer a notificação pública formal onde se detalhe a má conduta com base nas evidências do processo de pesquisa.

Fazer uma página de editorial que denuncie de forma detalhada a má conduta com base nas evidências do processo de pesquisa.

Enviar uma carta formal às entidades de afiliação institucional dos autores que por sua vez respaldam ou financiam o processo de pesquisa.

Realizar correções, modificações ou de ser necessário retirar o artigo da publicação do periódico, fechando os serviços de indexação e o número de leitores da publicação, e informando esta decisão à instituição de afiliação dos autores e aos avaliadores.

Realizar um embargo oficial de cinco anos ao autor, período no qual não poderá volver a publicar no periódico.

Denunciar o caso e o resultado da pesquisa ante as autoridades competentes, em caso que o bom nome da Universidade Distrital Francisco José de Caldas esteja comprometido.