

Felippe Percheron

Douglas Grando de Souza

Ana Amélia Petter

Leonardo Heidemann

Nathan Willig Lima

(Org.)

30°S 51°W

HPS&ST em tempos de negação científica

IHPST-LA 2023

5ª Conferência Latinoamericana do
International History, Philosophy and
Science Teaching Group

Anais

Porto Alegre - Brasil
9, 10 e 11 de agosto de 2023



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Bernadete Maria Dalmolin

Reitora

Edison Alencar Casagrande

Pró-Reitor Acadêmico

Antônio Thomé

Pró-Reitor de Planejamento e Desenvolvimento Institucional

UPF Editora

Revisão

Cristina Azevedo da Silva

Programação visual

Rubia Bedin Rizzi

Conselho editorial

Alvaro Sanchez Bravo (Universidad de Sevilla)

Andrea Michel Sobottka (UPF)

Andrea Oltramari (Ufrgs)

Antônio Thomé (UPF)

Carlos Ricardo Rossetto (Univali)

Fernando Rosado Spilki (Feevale)

Gionara Tauchen (Furg)

Héctor Ruiz (Uadec)

Helen Treichel (UFFS)

Jaime Morelles Vázquez (Ucol)

Janaína Rigo Santin (UPF)

José C. Otero Gutierrez (UAH)

Luciana Ruschel dos Santos (UPF)

Luís Francisco Fianco Dias (UPF)

Luiz Marcelo Darroz (UPF)

Nilo Alberto Scheidmandel (UPF)

Sandra Hartz (Ufrgs)

Anais

HPS&ST em tempos de negação científica

5ª Conferência Latinoamericana do International History, Philosophy,
and Science Teaching Group

Organizadores:

Felippe Percheron

Douglas Grando de Souza

Ana Amélia Petter

Leonardo Heidemann

Nathan Willig Lima

2023



Copyright dos organizadores

Dos autores

Revisão

Felippe Santos Percheron

Rubia Bedin Rizzi

Diagramação

Douglas Grando de Souza

Produção da capa

Este livro, no todo ou em parte, conforme determinação legal, não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização expressa e por escrito do(s) autor(es). A exatidão das informações, das opiniões e dos conceitos emitidos, bem como das imagens, das tabelas, dos quadros e das figuras, é de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

C748 Conferência Latino-Americana do Internacional History, Philosophy, and Science Teaching Group (5. : 2023 : Porto Alegre)
HPS&ST em tempos de negação científica [recurso eletrônico] / organizadores Felipe Percheron ... [et al.]. – Passo Fundo: EDIUPF, 2023. 3.000 KB ; PDF.

Inclui bibliografia.

Demais organizadores: Douglas Grando de Souza, Ana Amélia Petter, Leonardo Heidemann, Nathan Willig Lima.

Textos em português, inglês e espanhol.

Modo de acesso gratuito: www.upf.br/upfeditora.

ISBN 978-65-5607-048-3 (E-book).

1. Ciência - Estudo e ensino - Congressos. 2. História - Estudo e ensino - Congressos. 3. Filosofia - Estudo e ensino - Congressos. I. Percheron, Felipe, org. II. Souza, Douglas Grando de, org. III. Petter, Ana Amélia, org. IV. Heidemann, Leonardo, org. V. Lima, Nathan Willig, org. VI. Anais da V Conferência Latino-Americana do Internacional History, Philosophy, and Science Teaching Group (IHPST-LA). VII. Título

CDU: 372.8

Bibliotecária responsável Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569


UPF EDITORA
Campus I, BR 285, Km 292,7, Bairro São José
99052-900, Passo Fundo, RS, Brasil
Telefone: (54) 3316-8374
UPF Editora afiliada à



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Comissão Organizadora do IHPST-LA 2023

Prof. Dr. Nathan Willig Lima (UFRGS – Brasil)

Prof. Dr. Leonardo Heidemann (UFRGS – Brasil)

Prof^a. Dra. Cleci Werner da Rosa (UPF – Brasil)

Prof^a. Dra. Andreia Guerra (CEFET/RJ – Brasil)

Prof. Dr. Cristiano Moura (Simon Fraser University – Canadá)



A 5ª Conferência Latinoamericana do IHPST, realizada em Porto Alegre, RS, nos dias 9, 10 e 11 de agosto de 2023, foi um evento promovido pelo International History, Philosophy, and Science Teaching Group (IHPST), pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela Universidade de Passo Fundo (UPF), pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), e contou com o apoio do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis), do Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados (ILEA) e da Secretaria de Educação a Distância da UFRGS (SEAD).

Apresentação

O IHPST-LA é um evento organizado pelo Grupo Internacional de História, Filosofia, Sociologia e Ensino de Ciências e tem por objetivo reunir pesquisadores e pesquisadoras de toda América Latina para discutir as pesquisas que vêm sendo desenvolvidas nesse campo de estudos. O congresso, assim, tem diferentes espaços destinados a promover o diálogo e a reflexão. Convidamos os(as) pesquisadores(as), estudantes de pós-graduação, graduação e professores(as) da Educação Básica para se juntarem a nós nesse espaço de diálogo, comunicação e construção coletiva.

Temos acompanhado movimentos crescentes de negação dos conhecimentos científicos e de ataques às instituições acadêmicas e de pesquisa. Em um mundo marcado por grandes desigualdades sociais e por problemas cada vez mais complexos, em que as dimensões científicas e sociais se fazem presentes, quais são os caminhos, desafios e potencialidades que o campo de pesquisa em História, Filosofia, Sociologia e Ensino de Ciências têm apresentado?

Nestas atas, apresentamos as palestras, cursos e comunicações orais da 5ª edição da Conferência Latinoamericana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group (IHPSTLA). Com um total de 157 participantes, o evento apresentou um dos maiores números de inscritos desde seu início. A organização do evento contou, na edição de 2023, com uma equipe de nove monitores, constituída por estudantes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRGS (PPGEnFís-UFRGS).

O engajamento da comunidade neste evento nos mostrou que o valor do contato humano, algo que talvez tenhamos dado por certo antes, emergiu com destaque. Sentimos falta das conversas ao pé do ouvido, dos abraços calorosos e dos sorrisos compartilhados sem filtros de tela. A troca de experiências, que muitas vezes aconteceu virtualmente durante o período pandêmico, evidenciou a importância vital de compartilhar momentos e *insights* de maneira pessoal. As conexões que nutrimos através de telas, embora valiosas, não podem substituir a autenticidade de olhar nos olhos de alguém enquanto compartilhamos ideias, sonhos e histórias. A pandemia nos ensinou a valorizar cada momento de interação humana, cada abraço apertado, cada encontro casual. Somos gratos pela oportunidade de vivenciar esses momentos novamente, reencontrando a essência vital da humanidade - a conexão, o apoio mútuo e a alegria de estar junto.

Para ministrar as conferências deste evento, foram convidados importantes pesquisadores e pesquisadoras renomados nacional e internacionalmente nas áreas de Ensino e Educação em Ciências, entre eles: o Prof. Dr. Thomás Haddad (Universidade de São Paulo - USP), que falou sobre história da ciência e suas relações com o pós-colonialismo e a virada sociopolítica; e a Profa. Dra. Johanna Camacho González (Universidad de Chile), que apresentou reflexões sobre relações entre feminismos, ciências e o ensino de ciências. Além das conferências, o evento também contou com uma mesa redonda e uma sessão especial para professores da educação básica. Na mesa redonda, os professores Dr. Leonardo Galli (U. de Buenos Aires), Dra. Zuraya Nasr (Universidad Nacional Autónoma de México) e Dra. Andreia Guerra (Centro Federal de Educação Tecnológica - CEFET/RJ) debateram sobre caminhos possíveis para a pesquisa em História e Filosofia da Ciência na perspectiva da Educação. Na sessão especial, o Prof. Dr. Cristiano Moura (Simon Fraser University) conduziu debates com os participantes sobre os desafios encontrados na implementação de abordagens histórico-filosóficas por professores da educação básica.

Ainda, o IHPSTLA 2023 ofereceu quatro cursos que trataram sobre diversas temáticas acerca de história, filosofia, sociologia e ensino das ciências: filosofia da mecânica quântica e o experimento de fenda dupla; perspectivas críticas de história, filosofia e sociologia da ciência na educação básica; educação científica contextualizada a partir de jogos e narrativas históricas, e; questões sobre historiografia das ciências.

Foram apresentados 129 trabalhos nos formatos de comunicações orais e simpósios, que apresentaram diferentes propostas e estratégias e temas em diversos níveis e modalidades. Os resumos desses trabalhos constituem o cerne destas atas.

A Comissão Organizadora agradece à participação de todos e todas que tornaram o IHPSTLA 2023 possível, evidenciando com suas ideias e palavras que o ensino e a docência são fontes de inspiração e transformação. Em particular, agradecemos: àqueles e àquelas que assistiram ao evento; aos conferencistas e ministrantes da sessão especial e dos minicursos; aos apresentadores e às apresentadoras de trabalhos; aos realizadores, patrocinadores e apoiadores do IHPSTLA (International History, Philosophy, and Science Teaching Group - IHPST; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; Universidade de Passo Fundo - UPF; Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS; Programa de Pós-Graduação em Ensino

de Física - PPGEnFís; Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados – ILEA, e; Secretaria de Educação a Distância da UFRGS - SEAD); e, em especial, aos monitores e às monitoras do evento, que garantiram organização e condução primorosas do IHPSTLA 2023.

Porto Alegre, setembro de 2023.

Comissão Organizadora

Prof. Dr. Nathan Willig Lima (UFRGS – Brasil)

Prof. Dr. Leonardo Heidemann (UFRGS – Brasil)

Profa. Dra. Cleci Werner da Rosa (UPF – Brasil)

Profa. Dra. Andreia Guerra (CEFET/RJ – Brasil)

Prof. Dr. Cristiano Moura (Simon Fraser University – Canadá)

Comitê Científico

Prof. Dr. Agustín Adúriz-Bravo (U. Buenos Aires – Argentina)

Prof. Dr. Alvaro Garcia Martinez (U. Distrital Fco Jose Caldas – Colômbia)

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas (UFLA – Brasil)

Profa. Dra. Ana Couló (U. Buenos Aires, Argentina)

Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva (UEPB – Brasil)

Prof. Dr. André Ferrer (UFRN – Brasil)

Prof. Dr. Antonio Garcia-Carmona (U. Sevilla – Espanha)

Prof. Dr. Breno Arsioli Moura (UFABC – Brasil)

Profa. Dra. Cecilia Pocovi (Universidad Nacional de Salta – Argentina)

Profa. Dra. Cibelle Silva (USP – Brasil)

Profa. Dra. Fabiane Leite (UFFS – Brasil)

Prof. Dr. Fredy Garay Garay (U. Catolica Colombia – Colombia)

Profa. Dra. Haira Gandolfi (U. Cambridge – Inglaterra)

Prof. Dr. Hermann Schiffer (CEFET/RJ – Brasil)

Prof. Dr. Ivã Gurgel (USP – Brasil)

Prof. Dr. João Harres (FURG – Brasil)

Prof. Dr. José Cláudio Reis (UERJ – Brasil)

Prof. Dr. Jose Baldinato (IFSP – Brasil)

Profa. Dra. Juliana Machado (CEFET/RJ – Brasil)

Profa. Dra. Ileana Greca (UBU – Espanha)

Profa. Dra. Letícia Pereira (UFBA – Brasil)

Profa. Dra. Marcia Alvim (UFABC – Brasil)

Profa. Dra. Marcia Saito (IFPR – Brasil)

Profa. Dra. Maria Elice B. Prestes (USP – Brasil)

Profa. Dra. María Gabriela Mayoni (U. Buenos Aires – Argentina)

Profa. Dra. Maria Helena Roxo Beltran (PUC-SP – Brasil)

Profa. Dra. Marines Cordeiro (UFSC- Brasil)

Prof. Dr. Mario Quintanilla (Pontificia Universidad Catolica del Chile – Chile)

Prof. Dr. Marlon Alcantara (IFSudesteMG – Brasil)

Profa. Dra. Marta Pesa (Universidad Nacional de Tucumán – Argentina)

Prof. Dr. Olival Freire Jr. (UFBA – Brasil)

Prof. Dr. Paulo Maurício (IP Lisboa U. Lisboa – Portugal)

Prof. Dr. Ricardo Karam (U. Copenhagen – Dinamarca)

Prof. Dr. Ricardo Lopes Coelho (U. Lisboa – Portugal)

Profa. Dra. Rosária Justi (UFMG – Brasil)

Profa. Dra. Tania Camel (FIOCRUZ – Brasil)

Profa. Dra. Thaís Forato (UNIFESP – Brasil)

Prof. Dr. Thiago Peron (IFSudesteMG – Brasil)

Prof. Dr. Wagner Tadeu Jardim (IF SudesteMG – Brasil)

Prof. Dr. Yefrin Ariza (U. Católica del Maule – Chile)

Profa. Dra. Zuraya Monroy-Nasr (UNAM – México)

Monitores

Afonso Werner da Rosa (UFRGS – Brasil)

Eduardo Gois (UFRGS – Brasil)

Anderson Castro de Oliveira (UFRGS – Brasil)

Felippe Santos Percheron (UFRGS – Brasil)

Ana Amelia Petter (UFRGS – Brasil)

Gabriela Gomes Rosa (UFRGS – Brasil)

Daniel Pigozzo (UFRGS – Brasil)

Júlio César Lucero (UFRGS – Brasil)

Douglas Grandó de Souza (UFRGS – Brasil)

Programação

9 de agosto			10 de agosto			11 de agosto	
8h30 – 10h			Cursos			Cursos	
10h – 10h30			Coffee break			Coffee break	
10h30 – 12h30	Recepção e Credenciamento		Mesa redonda: Pesquisa em História, Filosofia e Educação em Ciências – Desafios e Caminhos possíveis (Prof. Leonardo Galli, Prof ^a . Andreia Guerra, e Prof ^a . Zuraya Monroy Nasr)			Comunicações orais	Simpósios
12h30 – 13h30	Almoço		Almoço			Almoço	
13h30 – 15h30	Abertura e Conferência 1: História da Ciência, Pós-Colonialismo e virada sociopolítica (Prof. Thomás Haddad)		Comunicações orais	Simpósios		Comunicações orais	Simpósios
15h30 – 16h	Coffee break		Coffee break			Coffee break	
16h – 18h30	Comunicações orais	Simpósios	Sessão especial para professores da Educação Básica (mediada pelo Prof. Cristiano Moura)	Comunicações orais	Simpósios	Conferência 2: Feminismo, Ciência e Educação em Ciências (Prof ^a . Johanna Camacho) e Encerramento	
18h30 – 20h	Coquetel de boas-vindas						

Sumário

Conferências e Sessão Especial	14
Minicursos	21
Simpósios	27
Comunicações orais.....	76



Conferências e Sessão Especial

HISTÓRIA DA CIÊNCIA, PÓS-COLONIALISMO E VIRADA SOCIOPOLÍTICA

Prof. Dr. Thomás Haddad (USP)

“Todo conhecimento é local”: há pelo menos quatro décadas, esta afirmação, cujas origens encontram-se na antropologia, tem sido o princípio teórico e metodológico — e o mito fundador — de muitas das mais fascinantes investigações em história e estudos sociais das ciências (com ressonâncias e paralelismos no campo da pesquisa em ensino). Mas, se o conhecimento é sempre e irremediavelmente local, em que podem se apoiar suas aspirações de universalidade? Não passa então a “ciência moderna”, sítio por excelência da ambição de deslocalização, de uma miragem carregada mundo afora pelo colonialismo ocidental, ao par e passo das falsidades da “raça”, da razão única, da religião verdadeira, do progresso...? A resposta afirmativa a esta última questão, junto com o imperativo político de erradicar as persistências coloniais, arrisca, com muita frequência, resultar na mera essencialização e fixação do lugar: este se afigura como determinante espacial férreo das culturas e do que (e como) podem conhecer. Sugiro nesta apresentação que tal abordagem é estéril e politicamente paralisante: o “lugar”, na verdade, é produzido por processos históricos que atravessam — não sem violência — as culturas em múltiplas escalas e colocam umas em relação com outras. Pensado desta forma, o próprio universal — a escala reclamada pelo conhecimento científico — é um lugar concreto a se ocupar e disputar, e não uma ficção abstrata a ser deixada de lado por sua suposta origem colonial.

Prof. Dr. Thomás Haddad

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo, com estágio de pós-doutorado no Grupo de História Cultural das Ciências, no Instituto de Historia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IH/CSIC), em Madrid, Espanha, o prof. Thomas Haddad é professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, na área de história das ciências, atuando na graduação e no Programa de Pós-Graduação em Estudos Culturais. Foi professor dessa área no Programa de Pós-Graduação em História Social da FFLCH/USP, e foi o Charles H. Watts Memorial Visiting Professor in the History and Culture of Book e R. David Parsons Fellow da John Carter Brown Library/Brown University, EUA. Em 2021, foi fellow da Linda Hall Library, EUA. Entre 2014 e 2020, foi editor-chefe da Revista Brasileira de História da Ciência. Atualmente, é presidente da Science & Empire Commission da Division for the History of Science and

Technology (DHST/IUHPST/UNESCO), secretário-geral adjunto da DHST, e membro dos conselhos do LabCiTe: Laboratório de História das Ciências, Tecnologia e Sociedade e do FINISTERRA_lab: Laboratório de Estudos e Pesquisas sobre os Impérios Ibéricos na Época Moderna, ambos do Departamento de História da FFLCH/USP. Foi membro da diretoria e conselheiro da Sociedade Brasileira de História da Ciência e conselheiro regional da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Suas investigações se concentram na história das práticas e saberes cosmográficos e astronômicos nos impérios ibéricos (séculos XVII e XVIII) e na história da cartografia lunar.

FEMINISMO, CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Profa. Dra. Johanna Camacho González (Universidad de Chile)

Este seminario presenta algunas reflexiones y propuestas desde los feminismos para la investigación en el área de la didáctica de las ciencias. Se trata de una discusión sobre los principales aportes de los estudios de género que pueden contribuir favorablemente a la discusión y coyunturas actuales en relación con el rol de los sujetos en la educación científica con el propósito de avanzar hacia sociedades que superan la inequidad y avanzan hacia la justicia social.

Profa. Dra. Johanna Camacho González

Licenciada en Química y Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, la profesora González se graduó como Doctora en Ciencias de la Educación en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ella es académica de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad de Chile y fue Presidenta de la Sociedad Chilena de Educación Científica (SChEC). Ha sido investigadora responsable de Proyectos de Investigación nacionales y de la Comunidad Europea, y ha participado como colaboradora en proyectos de Brasil, Colombia y Argentina (Proyectos de Investigación). En la actualidad hace parte de la Cátedra Amanda Labarca de la Universidad de Chile y, la Cátedra Regional UNESCO Mujer, Ciencia y Tecnología en América Latina. Sus intereses de investigación se encuentran en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, especialmente en la formación del profesorado, la relación ciencia – género en la educación científica y la enseñanza-aprendizaje de la química en el contexto escolar. En su quehacer profesional, ella relaciona el trabajo práctico del aula escolar con investigaciones basadas en la enseñanza de las ciencias y su experiencia en la Formación Inicial y Continua de Educadoras, Profesoras y Profesores de Ciencias.

PESQUISA EM HISTÓRIA, FILOSOFIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Profa. Dra. Zuraya Monroy Nasr (Universidad Nacional Autónoma de Mexico)

Profa. Dra. Andreia Guerra (CEFET/RJ)

Prof. Dr. Leonardo Galli (U. Buenos Aires)

A área de História, Filosofia e Sociologia da ciência se situa como um campo de pesquisa institucionalizado há aproximadamente 30 anos. Com o tempo, esse campo foi ampliando seus temas de estudo bem como os quadros teórico-metodológicos. Nessa mesa redonda, discutimos: Quais são as perspectivas para a pesquisa nesse campo para os próximos anos? Como as mudanças recentes no cenário internacional e nacional dialogam com a pesquisa nessa área?

Profa. Dra. Zuraya Monroy Nasr

Mestra en filosofía por la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ) y doctora en filosofía, con mención honorífica, por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la profesora Monroy es profesora de la Facultad de Psicología de la UNAM. Ha sido Research Fellow en el Center for Philosophy and History of Science de la Boston University. Cuenta con numerosas publicaciones a nivel nacional e internacional. Desde 2003, ha sido responsable de proyectos PAPIIT en la Facultad de Psicología. En 2008, recibió el reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz de la UNAM.

Profa. Dra. Andreia Guerra

Licenciada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, a professora Andreia Guerra concluiu o mestrado em Difusão de Ciência e Tecnologia na Engenharia de Produção e o doutorado em História e Filosofia da Ciência na Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora e pesquisadora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Celso Suckow da Fonseca- RJ (CEFET/RJ), foi coordenadora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do CEFET/RJ. É coautora das coleções “Breve História da Ciência Moderna” e “Ciência no Tempo”. Foi chair da 13th Biennial Conference do International History, Philosophy and Science Teaching Group Conference – Rio de Janeiro, e é a atual *past president* do International History, Philosophy and Science Teaching Group (www.ihpst.net). É editora associada do Caderno Brasileiro de Ensino de Física, e líder do Grupo de Pesquisa em

Educação Científica, História da Ciência e Cultura, coordenando também o NIEHCC (Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura – niehcc.wordpress.com). É membro titular do Conselho da Sociedade Brasileira de Física. Dedicou-se ao estudo das relações entre história, cultura e ciências, buscando compreender questões referentes à educação científica e formação de professores contemporâneas, orientando teses e dissertações nesses campos. Prof. Andreia Guerra é bolsista de produtividade 1D do CNPq.

Prof. Dr. Leonardo Galli

Doctor en Ciencias Biológicas y Profesor de Enseñanza Media y Superior en Biología por la Universidad de Buenos Aires, el profesor Galli es Investigador Adjunto del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Profesor Regular en el Profesorado de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Codirige, junto con la Dra. Elsa Meinardi, el Grupo de Didáctica de la Biología del Instituto de Investigaciones CeFIEC (FCEN, UBA). Su actual línea de investigación se centra en la modelización, obstáculos epistemológicos, metacognición y pensamiento crítico en relación los modelos de la biología evolutiva, genética y ecología, temas sobre los que ha publicado numerosos artículos en revistas especializadas y capítulos de libros y ha dictado conferencias y cursos de formación docente. También se desempeña como divulgador científico en temas de evolución y comportamiento animal.

SESSÃO ESPECIAL PARA PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Prof. Dr. Cristiano Moura (Simon Fraser University)

Essa sessão será voltada para professores de Ciências, e tem como objetivo abrir um espaço para se desenvolver reflexões sobre a utilização da História e Filosofia da Ciência em salas de aula. Serão apresentadas e debatidas pesquisas recentes na literatura, em conjunto com relatos de professores que já trabalham na área. A partir disso, serão realizadas discussões entre os participantes para reconhecermos, registrarmos e organizarmos os desafios enfrentados por aqueles que buscam utilizar da abordagem histórico-filosófica. O mesmo será feito sobre as estratégias que potencializem a escolha dessa abordagem. Serão tratadas questões do cotidiano do professor, do contexto local (escolar) e mundial, questões políticas norteadoras da prática docente, motivações pessoais e estratégias de caráter didático, pedagógico, afetivo e político.

Prof. Dr. Cristiano Moura

Licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, com mestrado e doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação pelo CEFET/RJ, com período sanduíche na York University (Canadá), o prof. Moura é professor assistente da Faculdade de Educação da Simon Fraser University (British Columbia, Canadá), e foi representante de docentes da Educação Básica do IHPST de 2019 a 2022. Foi professor do CEFET/RJ de 2015 a 2023. Possui experiência com História, Filosofia & Sociologia das Ciências no Ensino, História Cultural das Ciências, Teorias de Currículo e Estudos pós-coloniais. Foi Editor Associado (2019-2021) da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e é Editor de Seção da Revista Debates em Ensino de Química.



Minicursos

FILOSOFIA DA MECÂNICA QUÂNTICA E O EXPERIMENTO DE FENDA DUPLA

Prof. Dr. Nathan Willig Lima (UFRGS)

Em 2025, comemoraremos 100 anos da Mecânica Quântica. Mesmo depois desse tempo, a controvérsia sobre sua interpretação continua tão viva quanto em sua gênese. O que é real? Qual nossa capacidade de conhecer a realidade? Quais as possíveis formas de entender o mundo quântico? Essas serão algumas perguntas discutidas a partir de experimento de fenda dupla.

Prof. Dr. Nathan Willig Lima

Bacharel em Física com linha de formação em Física Médica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e licenciado em Física na Faculdade Avantis, o professor Lima fez seu mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais na PUCRS e o doutorado em Ensino de Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foi pesquisador visitante na Universidade de Copenhague – Dinamarca – participando de um projeto de pesquisa sobre história da Teoria Quântica e implicações para o ensino (com bolsa pelo programa CAPES-PRINT). É editor assistente da HPS&ST Newsletter e, desde 2022, é coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRGS.

PERSPECTIVAS CRÍTICAS DE HFSC (HISTÓRIA, FILOSOFIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA) NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Prof. Dr. Cristiano Moura (Simon Fraser University)

O presente minicurso direciona-se a professores/as da educação básica, pesquisadores que se interessem pela introdução de aspectos de HFSC em escolas de ensino fundamental e médio, e público em geral interessado em perspectivas críticas de História, Filosofia e Sociologia da Ciência na Educação básica. O curso está construído em torno de dois objetivos: primeiro, apresentar e discutir com os participantes sobre perspectivas teóricas a respeito da abordagem de aspectos de HFSC na educação básica, considerando demandas educacionais atuais como dilemas em relação a desinformação, emergências e desigualdades sociais e ambientais, questões de participação e representatividade na ciência. Em segundo lugar, serão apresentados e discutidos diversos exemplos de abordagens pautadas na HFSC no contexto latinoamericano e internacional com vistas a subsidiar os participantes na implementação de futuras intervenções pedagógicas com esse viés.

Prof. Dr. Cristiano Moura

Licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, com mestrado e doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação pelo CEFET/RJ, com período sanduíche na York University (Canadá), o prof. Moura é professor assistente da Faculdade de Educação da Simon Fraser University (British Columbia, Canadá), e foi representante de docentes da Educação Básica do IHPST de 2019 a 2022. Foi professor do CEFET/RJ de 2015 a 2023. Possui experiência com História, Filosofia & Sociologia das Ciências no Ensino, História Cultural das Ciências, Teorias de Currículo e Estudos pós-coloniais. Foi Editor Associado (2019-2021) da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e é Editor de Seção da Revista Debates em Ensino de Química.

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CONTEXTUALIZADA A PARTIR DE JOGOS E NARRATIVAS HISTÓRICAS

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas (Universidade Federal de Lavras)

Nesta oficina vamos jogar jogos didáticos que enfatizam a relação da ciência com seu contexto social e político, que foram produzidos a partir de estudos sobre história e filosofia da ciência na primeira metade do século XX. Contextualizando o período das duas Guerras Mundiais, discutiremos propostas para o ensino de cosmologia e física nuclear, tendo em vista a problematização na educação básica de uma visão neutra, apolítica da ciência, que vê sempre a influência política sobre a ciência como algo negativo, a ser evitado, assumindo que verdadeira e boa ciência seria pura, imparcial e objetiva. Discutimos também como este tipo de jogo pode promover discussões sobre a natureza da ciência, e os eventuais riscos envolvidos em se enfatizar visões de ciência que questionam a sua autoridade.

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas

Licenciado e bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (USP), o professor Bagdonas fez seu mestrado e doutorado em Ensino de Física também pela USP. Seus principais interesses de pesquisa são ensino de física e uso da história e filosofia da ciência na educação científica, investigando especialmente o ensino de cosmologia e física moderna e contemporânea.

ALGUMAS QUESTÕES SOBRE HISTORIOGRAFIA DAS CIÊNCIAS

Prof. Dr. Ivã Gurgel (USP)

Prof. Dr. Thomás Haddad (USP)

É tão comum afirmar que “a ciência é uma construção histórica” que muitas vezes somos levados a acreditar que essa frase carrega uma definição inequívoca sobre a natureza da ciência. Contudo, diferentes escolas historiográficas podem compreender essa afirmação de maneiras muito diversas, o que indica que por trás de sua simplicidade há muitos problemas em aberto. Por exemplo, podemos nos perguntar: a transformação histórica da ciência deve ser compreendida como uma forma de progresso? A mudança histórica é cumulativa e linear, ou descontínua e contingente? Se questões desse tipo pautaram a historiografia nas décadas centrais do século XX, desde esse período até hoje pouco se consensuou em torno delas; na verdade, novas questões apareceram e tornaram o campo ainda mais conflituoso. Por exemplo, em que medida os contextos sociais e culturais condicionam formulações conceituais e práticas científicas? Se admitirmos que esse condicionamento é forte e altamente localizado, isso implica uma visão relativista sobre o conhecimento científico? O objetivo do minicurso é discutir algumas questões presentes na historiografia contemporânea e situar quais caminhos em relação a elas a literatura especializada tem apontado.

Prof. Dr. Ivã Gurgel

Licenciado em Física, com mestrado em Ciências (Modalidade Ensino de Física) e doutorado em Educação (Modalidade Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo (USP), o prof. Gurgel realizou estágio de doutorado no laboratório SPHERE – Sciences, Philosophie e Histoire do CNRS, na França. Tem experiência na áreas de História da Ciência, Epistemologia e Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: História da Física nos Séculos XIX e XX, História da Ciência no Brasil, Estudos Culturais da Ciência e Teorias Críticas de Currículo. É membro do Centro de História da Ciência da USP e coordena o Grupo de Teoria e História dos Conhecimentos (TeHCo) e o Acervo Histórico do IFUSP [portal.if.usp.br/tehco/].

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo, com estágio de pós-doutorado no Grupo de História Cultural das Ciências, no Instituto de Historia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IH/CSIC), em Madrid, Espanha, o prof. Haddad é professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, na área de história das ciências, atuando na graduação e no Programa de Pós-Graduação em Estudos Culturais. Foi professor dessa área no Programa de Pós-Graduação em História Social da FFLCH/USP, e foi o Charles H. Watts Memorial Visiting Professor in the History and Culture of Book e R. David Parsons Fellow da John Carter Brown Library/Brown University, EUA. Em 2021, foi fellow da Linda Hall Library, EUA. Entre 2014 e 2020, foi editor-chefe da Revista Brasileira de História da Ciência. Atualmente, é presidente da Science & Empire Commission da Division for the History of Science and Technology (DHST/IUHPST/UNESCO), secretário-geral adjunto da DHST, e membro dos conselhos do LabCiTe: Laboratório de História das Ciências, Tecnologia e Sociedade e do FINISTERRA_lab: Laboratório de Estudos e Pesquisas sobre os Impérios Ibéricos na Época Moderna, ambos do Departamento de História da FFLCH/USP. Foi membro da diretoria e conselheiro da Sociedade Brasileira de História da Ciência e conselheiro regional da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Suas investigações se concentram na história das práticas e saberes cosmográficos e astronômicos nos impérios ibéricos (séculos XVII e XVIII) e na história da cartografia lunar.



Simpósios

PROBLEMS AND CHALLENGES FOR SCIENCE TEACHING - THE HISTORY OF NEWTON'S SECOND LAW IS ELOQUENT

As we know, the differential form of Newton's second law (1642-1727) was only presented by Euler in 1752, therefore more than six decades after the publication of the Principia by Newton in 1687. The first problem then arises. What is the content of the second law presented by Newton in the Principia? The second problem is, of course, why, with Newton together with Leibniz (1646-1716) being the founders of infinitesimal calculus, is this new and promising branch of mathematics absent from Newton's greatest work? Calculus, or rather, some of its ideas appear in very localized problems and raised by the question of passing to the limit of certain geometric quantities.

On the real content of the second law, as Newton wrote it in Book I of the Principia, that is, that the driving force (external) and which modifies its state of rest or motion, is proportional to the variation of motion, is equivalent to change in momentum? Despite the many ambiguities and some uncertainties, the studies carried out by Richard Westfall, mainly in works prior to Principia, in *De Motu* and in *Waste Book*, corroborate this equivalence.

The most likely trajectory followed by Newton to establish the relationship between force and movement happens when he returns to the problem of collisions between bodies studied by Descartes. Initially, Newton followed the hypotheses formulated by Descartes and one of them was that the adequate way to measure the quantity of motion was to know the extension of the body and its velocity. In a second moment Newton used the law of conservation of the total quantity of motion of Descartes, but corrected the mistake made by him that this total quantity was conserved. Newton observed that this conservation occurred in the direction of motion. In addition, Newton tried to understand more clearly the phenomenological aspects of collisions between perfectly elastic bodies. It is in this context and in the *Waste Book* that the equivalence between the variation of movement and the variation of the quantity of motion appears.

Another relevant fact to corroborate the use of the term variation of movement meaning the same as variation of the quantity of motion, appears in Lemma X, of Book I of the Principia. Both Varignon and Jacob Hermann use this Lemma based on this equivalence. Lemma X states that the spaces described by a body, increasing, or decreasing continuously under the

action of a force also acting continuously on it, in its initial instants, are proportional to the squares of time. This proposition by Newton is directly inspired by Galileo who proposed that the spaces traversed in rectilinear motion and uniformly accelerated, grow with the square of the elapsed times.

Autor primário: OLIVEIRA, Agamenon (Escola Politécnica da UFRJ)

ANÁLISE HISTÓRICO-CULTURAL DA PRODUÇÃO DE UMA HQ DE POPULARIZAÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR DA DÉCADA DE 1950: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA PERSPECTIVA SOCIOPOLÍTICA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

As histórias em quadrinhos (HQs) são artefatos culturais que compõem a diversidade de textos que habitam diferentes práticas de popularização das ciências e tecnologias (C&T) e da educação em ciências. No entanto, embora as pesquisas em história das C&T venham incluindo novos tipos de produções textuais como fontes historiográficas e as tornando objeto de estudo, artefatos culturais de popularização das C&T, como as HQs, ainda são pouco estudados.

Assumindo a perspectiva historiográfica da História Cultural da Ciência (HCC) articulada à noção de textualização, analisamos a produção de uma HQ que comunica noções de energia nuclear publicada no Brasil em 1956: *Aventuras no Coração do Átomo*. Uma HQ produzida no contexto da Guerra Fria; do temor associado à energia atômica; dos acordos/desacordos atômicos Brasil-Estados Unidos (EUA); das denúncias de irregularidades referentes à exploração/exportação de minerais radioativos brasileiros; dos interesses brasileiros nas tecnologias nucleares.

Ao articularmos a HCC à textualização, concebemos as C&T enquanto práticas culturais e, que entre elas estão as práticas de textualização, ou seja, de produção de artefatos culturais, que dão formas específicas a conhecimentos das C&T à medida que os coloca em circulação, em formas textuais culturalmente condicionadas, que influenciam e constituem, também, a cultura em que habitam.

Tal perspectiva de análise pode potencializar/subsidiar abordagens históricas na educação em ciências, coerentes com a perspectiva da HCC, favorecendo uma dimensão sociopolítica. Nesta direção, tentamos evidenciar que as práticas de popularização, entendidas como parte das práticas culturais da produção das C&T, sofrem motivações de diferentes naturezas que se sobrepõem, se reforçam, se influenciam e estão imbricadas/emaranhadas ininterruptamente com outras formas de práticas sociais e políticas.

Aventuras no Coração do Átomo foi adaptada da HQ *Inside the Atom* (1955), da *General Electric* – empreiteiro corporativo do *Projeto Manhattan* e fundamental na promoção dos usos da energia nuclear como motor econômico dos EUA no pós-guerra. A HQ teve circulação em outros países favorecidas pela UNESCO e *United States Information Agency* (USIA) e se tornou um dos instrumentos adaptados/utilizados pelo programa *Átomos para a Paz* (1953) – campanha que

reuniu informações internacionais e distraiu críticos do aumento do poder nuclear dos EUA. A produção/circulação dessas HQs pode ser pensada a partir da noção de “diplomacia cultural” – categoria utilizada por historiadores ao abordarem a visão dos formadores de políticas dos EUA durante a Guerra Fria, que combinou técnicas políticas, econômicas e psicológicas. Corroboram com isso: escolha do texto na forma HQ, um artefato com grande aceitação/alcance cultural; promoção das aplicações benéficas da energia nuclear e dos valores norte-americanos no “compromisso” com a paz global; invisibilização da bomba atômica; isenção dos direitos autorais para a reprodução; apagamento de agências envolvidas na produção (*Atomic Energy Commission* e USIA), fazendo parecer um trabalho exclusivo de entidades não governamentais; circulação/distribuição no Brasil como um bom exemplo de HQ educativa.

Os elementos anteriores não esgotam a análise dessa HQ. Mas acreditamos que os apontamentos realizados do estudo histórico-cultural podem potencializar mediações a partir do texto HQ na educação em ciências, contribuindo para uma educação mais politizada e politizante.

Autor primário: JACQUES, Vinicius (Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC))

Coautor: SILVA, Henrique Cesar da (UFSC)

RELAÇÕES ENTRE PRODUÇÃO DAS CIÊNCIAS E PRODUÇÃO DE TEXTOS: CONTRIBUIÇÕES DOS SCIENCE STUDIES COM IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO COM CIÊNCIAS

Embora diferentes tipos de textos estejam presentes nas práticas de educação com ciências, e pesquisas que analisam textos e práticas de leitura venham sendo desenvolvidas, as relações entre produção das ciências e práticas de produção textual têm sido pouco consideradas. Colocar a produção das ciências em diálogo com estudos dos textos, ou noções deles derivadas, é um empreendimento complexo. No entanto, abordagens que tratam a produção das ciências como prática cultural têm grande potencial para (re)pensar os papéis da produção textual dentro das práticas científicas. Apontamos contribuições dos Science Studies para essa problemática. Analisamos, comparativamente, abordagens de alguns autores e autoras, destacando noções que representam suas contribuições para essa problemática: Bruno Latour, Donna Haraway, Steven Shapin, Karin Knorr-Cetina, Lorraine Daston e Timothy Lenoir. Em diferentes abordagens, noções foram construídas ou mobilizadas sem reduzir as práticas científicas à produção de seus textos. É o caso das noções de “literatura”, “inscrição literária” e “referência circulante” em trabalhos de Latour. Também é o caso da noção de “tropos” em trabalhos de Haraway. Pode-se compreendê-las como diferentes estratégias teórico-metodológicas para dar conta de questões ontológicas, e considerar tanto as materialidades “simbólicas” quanto as materialidades “materiais”. Haraway enfatiza que sua abordagem trata simultaneamente do signo e da carne e constrói seus textos colocando em cheque as identidades, trabalhando os modos como as palavras funcionam nas separações ontológicas. Narrar os hibridismos, as ontologias dançantes, implica em metaforizar as designações dos seres. Em Latour podemos ver estratégias operadas pelas noções anteriormente mencionadas que parecem ter funções similares no sentido de trabalhar os hibridismos ontológicos, superar as cadeias de significantes para visibilizar séries de híbridos sígnicos-materiais. Para Shapin, uma “tecnologia literária” é uma ferramenta de produção de conhecimento, inseparável de outras formas de ferramenta, como uma tecnologia material, e uma tecnologia social. Sua noção de “testemunho virtual” articula uma nova forma de escrita, uma nova forma de organização social e a necessária produção de dispositivos e técnicas materiais para produzir conhecimentos. Enquanto prática cultural, as ciências precisam formar sujeitos e produzir uma experiência compartilhada da realidade. Os textos têm papel fundamental nesse processo.

Apontamos a contribuição de Daston em análises sobre as imagens científicas, a produção e a circulação de artefatos textuais como os atlas científicos, instrumentos culturais para ver coisas de modo unificado. As materialidades da comunicação são trabalhadas por Knorr-Cetina e Lenoir, no sentido de que os processos comunicacionais nos campos das ciências não podem ser reduzidos aos textos de periódicos, e no sentido de que eles são intervenientes materiais no processo de produção das ciências, tanto pelas materialidades dos textos em si quanto pelas relações em rede com outras instituições de produção de textos. Implicações para a educação com ciências são discutidas. Se numa abordagem cultural das ciências as práticas entram em destaque, os textos precisam ser tomados enquanto objetos de estudo nas práticas educacionais. Estudos na perspectiva da História Cultural das Ciências que deem visibilidade à produção de textos e às suas materialidades como componentes das práticas científicas podem subsidiar ações pedagógicas nesse sentido.

Autor primário: SILVA, Henrique Cesar da (UFSC)

O QUE O CASO DO KIT COVID NOS ENSINA SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA EM SOCIEDADE

Uma das questões que tem afetado a vida em sociedade e as salas de aula de ciências é o fenômeno das fake news e desinformação envolvendo questões científicas difundidas pelas novas formas de mídia popularizadas na última década. Essas colocam desafios ao ensino de ciências, entre eles preparar os estudantes para lidar com a mídia, bolhas de interesse comum (*filter bubbles*), câmaras de eco (*eco chambers*) ou mesmo a quantidade excessiva de informações disponíveis e facilmente acessíveis. Um caso recente com impactos diretos sobre a vida das pessoas foi (e ainda é) o fenômeno do kit COVID. A falsa ideia de que os medicamentos constituintes do kit seriam eficazes para prevenir e curar a COVID-19 foi muito divulgada, culminando, a partir de 2020, em um cenário no qual diversos governos, especialmente o brasileiro, estimularam o consumo ou mesmo produziram e distribuíram milhares desses kits para a população. O que está em jogo não é esperar que o público não especialista possa ler milhares de artigos científicos e meta-análises sobre o assunto a fim de julgar por si o que é ou não é válido e eficaz, já que a dependência epistêmica é inevitável uma vez que a confiança na expertise de algumas pessoas para compreender o tema é inerente à própria ciência. Do ponto de vista da educação científica, faz-se necessário capacitar professores e alunos a identificarem em quem confiar e porquê. Para isso, entre outras coisas, é necessário aprender a identificar traços que indicam fraude e charlatanismo em discursos que fazem uso de recursos usados na comunicação científica como o uso de gráficos, termos como “meta-análise”, argumentos de autoridade provenientes de pessoas com formação médica ou científica que emulam consensos ou simplesmente semeiam a dúvida sobre consensos científicos. Neste trabalho, discutimos quais são os principais aspectos da natureza da ciência em sociedade que o episódio do kit COVID pode abordar, e propomos estratégias didáticas que visam a alfabetização científica midiática, ou seja, a capacidade de compreender, interpretar, desvendar, criticar e utilizar conteúdos e discursos científicos veiculados pelas mídias contemporâneas. Pensamos que essa integração do caráter midiático da ciência no ensino de ciências tem se mostrado cada vez mais vital, frente aos diversos exemplos atuais de descrédito da ciência e suas instituições representativas, ou mesmo pela crescente onda de mentiras na chamada era da pós-verdade. O mais importante nesses casos é entender a natureza da ciência em sociedade, já que

transposições e reinterpretações ocorrem por meio das diversas mídias e da apropriação desses conceitos e discursos pelo público. Com isso, defendemos que uma visão mais aprofundada da natureza da ciência no ensino se faz necessária, expandindo as discussões sobre natureza da ciência para além de questões processuais do fazer científico que exploram em sua maioria as características da comunidade de experts.

Autor primário: FERREIRA, Marcos Vinícius Ribeiro (USP)

Coautor: SILVA, Cibelle Celestino (Universidade de São Paulo)

REPENSANDO A ABORDAGEM SOBRE A CÉLULA NO SÉCULO XX: IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Desde o século passado, vários historiadores, filósofos e sociólogos da ciência têm defendido a ideia de uma “virada para a prática” (*turn to practice*) nos estudos culturais da ciência (SCHATZKI et al., 2001; SOLLER et al., 2012; 2014), que se caracteriza, não por um movimento singular, mas um feixe de mudanças relacionadas e potencialmente interdependentes (WOODY, 2014).

A virada para a prática conduz a uma representação das teorias como artefatos: representações singulares, linguísticas e diagramáticas ou outras, e associadas a diferentes conjuntos de modelos, em substituição à noção de teoria como objeto conceitual concreto, dotado de estrutura lógica (PICKERING, 1992).

A área de pesquisa em educação científica tem se aproximado cada vez mais dessa caracterização do empreendimento científico como prática a fim de oferecer novas perspectivas ao ensino e aprendizagem de ciências (e.g., JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2012; PASSMORE; GOUVEA; GIÉRE, 2014; ERDURAN, 2015; KELLY; LICONA, 2018; GARCÍA-CARMONA, 2020; SILVA; SASSERON, 2021). Filiando-se a essa tendência, este trabalho tem o objetivo de ressignificar o campo da biologia celular a partir da concepção de ciência como prática e traçar implicações educacionais advindas dessa conceitualização para o ensino de biologia celular.

Para caracterizar o surgimento e estabelecimento da biologia celular em meados do século XX enquanto uma ciência concebida como prática, nos guiaremos por pesquisas recentes em dois campos do conhecimento. Um deles é o da filosofia da biologia celular, como delineada por William Bechtel e Andrew Bollhagen (2019). De uma maneira geral, esse campo de estudo ocupa-se com as questões ontológicas e epistêmicas que surgem ao relacionarmos as funções às estruturas celulares, por meio da observação e manipulação das células e de seus elementos constitutivos e do desenvolvimento de representações informativas na forma de imagens e/ou modelos. O outro campo de conhecimento é o da história da ciência, tomada em seu papel de oferecer a análise dos tipos de atividades requeridas para a geração, validação e uso de conhecimento científico em determinados tempos e lugares. Do imbricamento das duas áreas, almejamos contribuir com uma história da ciência filosófica, ou uma filosofia da ciência na prática, como vem sendo desenvolvido nos últimos 15 anos por filósofos e historiadores da biologia (ANKENY & LEONELLI, 2020; VEIGL, 2021; DUPRÉ, 2021).

As reflexões educacionais, por sua vez, serão fundamentadas na ferramenta conceitual elaborada por Hasok Chang (2012), à luz dos conceitos de “atividade epistêmica” e “sistema de prática”. Em linhas gerais, a atividade epistêmica é definida como um conjunto mais ou menos coerente de operações físicas ou mentais que visam contribuir para a produção ou melhoria do conhecimento científico de acordo com algumas regras discerníveis. Já o “sistema de prática” é entendido como um conjunto coerente e completo de diversas atividades epistêmicas que são realizadas a fim de atingir determinados objetivos (CHANG, 2012).

Espera-se contribuir com o ensino de biologia celular, em sintonia com o conhecimento de referência atual sobre as práticas científicas que fundamentam a biologia celular, de modo a promover uma instrução sobre o desenvolvimento do conhecimento biológico, incluído no continuum da comunicação científica.

Autor primário: INÊZ, Tiago Guimarães

Coautor: PRESTES, Maria Elice de Brzezinski (USP)

A PERSPECTIVA HISTORIOGRÁFICA DE UBIRATAN D'AMBROSIO COMO SUBSÍDIO PARA A VALORIZAÇÃO DA DIVERSIDADE CULTURAL BRASILEIRA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Neste trabalho, buscamos argumentar que a proposta historiográfica de Ubiratan D'Ambrosio (1932-2021), presente em seu Programa Etnomatemática, traz reflexões que podem fundamentar a criação de trabalhos dedicados às Histórias das Ciências (HC) que sejam capazes de nos ajudar a lidar com questões contemporâneas na Educação em Ciências (EC). Nesse sentido, aqui defendemos que essa perspectiva historiográfica pode embasar a construção de propostas que contribuem para a valorização da diversidade cultural do Brasil, atendendo a necessidade de inclusão de histórias e culturas afro-brasileiras e indígenas em todo o currículo escolar. Entendendo que, ao longo da história, diferentes grupos humanos desenvolveram conhecimentos e comportamentos conectados com suas buscas por sobrevivência e transcendência nos ambientes que ocuparam, D'Ambrosio (1997, [2001] 2020, 2004, 2018, 2021) propõe uma historiografia dinâmica, transdisciplinar e preocupada em apoiar o processo de produção científica dos países da América Latina, compreendendo ser fundamental que as comunidades de pesquisa desses países reconheçam as desvantagens que ainda sofrem como consequência do processo de colonização ocorrido em seus territórios. Com efeito, reconhecendo que os efeitos da história atuam em toda compreensão, neste trabalho, vamos apresentar o recorte de uma pesquisa na qual utilizamos tal perspectiva historiográfica para estudar um episódio histórico do século XVII, o que nos permitiu construir uma narrativa voltada à formação de docentes de ciências da natureza com o objetivo de contribuir para a valorização das tradições culturais de povos originários brasileiros, neste caso, dos Tupinambás de uma região do estado que hoje nomeamos Maranhão. Nesse sentido, destacaremos algumas concepções de D'Ambrosio acerca de cultura, sociedade, HC e os elementos principais que utilizamos da sua perspectiva historiográfica para caracterizar o episódio histórico estudado como um episódio da história das ciências brasileira, buscando mostrar que essa perspectiva historiográfica pode contribuir para a criação de propostas decoloniais nos campos da HC e EC, assim como para viabilizar o cumprimento da lei 11.645/2008 por meio da implementação da HC na educação em ciências, visto que essa lei traz a necessidade de inclusão da história e cultura afro-brasileira e indígena em todo o currículo escolar do Brasil.

Autores primários: SANTOS, Deyvid José Souza; FORATO, Thaís Cyrino de Mello

DE MOTIBVS AERIS E O DIPLOMA DE DOUTOR EM FILOSOFIA DO ASTRÔNOMO BRASILEIRO FRANCISCO ANTÔNIO DE ALMEIDA JÚNIOR

O trabalho objetiva analisar, sob a ótica da História Cultural da Ciência, o diploma de Doutor em Filosofia concedido a Francisco Antônio de Almeida Júnior como um exemplo de fonte primária que nos revela elementos importantes referentes à prática científica do astrônomo brasileiro no século XIX. Bem como, destacar a estrutura e temática do seu trabalho de doutorado, buscando compreender o âmbito sócio-histórico-cultural em que se constituiu a referida produção científica. A pesquisa trata-se de uma investigação de natureza historiográfica. Em 1872, d'Almeida foi enviado por Conde Prados, diretor do Observatório Imperial do Rio de Janeiro, para estudar Astronomia na França. O astrônomo brasileiro participou da missão francesa para observar o trânsito de Vênus em 9 de dezembro de 1874 em Nagasaki, no Japão. D'Almeida concluiu o seu doutorado e retornou ao Brasil em 1876, sendo diplomado Doutor em Filosofia. O diploma, da Universidade de Bonn (atual Universidade de Bonn, na Alemanha), foi assinado por August Kekulé, considerado um dos químicos mais renomados do século XIX. No documento (que está em Latim), d'Almeida é identificado como brasileiro vinculado ao Imperial Observatório do Rio de Janeiro, cavaleiro da Imperial Ordem da Rosa e membro da Sociedade Geográfica de Paris. A consulta ao diploma foi realizada de forma presencial no Arquivo Nacional, na cidade do Rio de Janeiro, o que permitiu uma melhor visualização das informações contidas nessa fonte primária. Por se tratar de um documento escrito em latim de 1876, não obtivemos tradução para todos os termos e siglas utilizadas no texto, sendo realizada uma tradução livre pelos autores do trabalho. O texto escrito por d'Almeida para obtenção do título de doutor foi uma 'dissertação inaugural' intitulada *De motibvs aeris* ("Sobre os Movimentos do Ar"), que se encontra disponível para download em domínio público. A estrutura do texto é a seguinte: *De motibvs aeris* (Dos Movimentos do Ar) - I. *Tempestates* (Tempestades) e II. *Procellae* (Tormentas). A influência para que d'Almeida abordasse essa temática em sua pesquisa de doutorado está diretamente associada ao seu trajeto da França ao Japão, o qual teve uma duração de 48 dias. Durante esse período, parou em diferentes portos e enfrentou ileso um tufão na cidade de Hong Kong, que deixou cerca de 8 mil mortos, de acordo com os jornais ingleses da época. Com base em nossa análise, referente à prática científica do astrônomo, percebemos que, apesar das suas contribuições para diferentes áreas do conhecimento, Francisco Antônio de Almeida Júnior não aparece na história da Astronomia Nacional como um personagem cuja memória tenha sido

cristalizada. Contudo, a explicação de como se deu a conexão de d'Almeida com a Universidade de Bonn ainda é um ponto em aberto em nossa pesquisa, no entanto, a presença de d'Almeida nessa universidade colocou o astrônomo em interação com renomados cientistas da época. Com base no que foi exposto, ressaltamos a importância deste resgate histórico, dada a ausência da temática em questão na área de Ensino de Astronomia.

Autor primário: SILVA, Maria Romênia (UFRN)

Coautor: MARTINS, André Ferrer Pinto (UFRN)

O DIVINO E O PROFANO: ANÁLISE RETÓRICA DO USO DO TERMO “PARTÍCULA DE DEUS” NA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

Em 2013, os físicos Peter Higgs e François Englert receberam o Prêmio Nobel pelos desenvolvimentos teóricos e posterior detecção do bóson de Higgs, partícula que completaria o modelo padrão da física de partículas e que por décadas foi objeto de tentativas de detecção em aceleradores de partículas cada vez mais potentes. Vinte anos antes desse reconhecimento foi publicado um livro sobre física de partículas que, nos anos subsequentes, alavancou a popularidade desse bóson, assim como gerou controvérsias no âmbito da comunicação sobre ciências e no entendimento a respeito de como a ciência funciona. O livro *A partícula de Deus – se o universo é a resposta, qual é a pergunta?*, de Leon Lederman e Dick Teresi (o primeiro, laureado pelo Nobel de física em 1988), batiza o bóson de Higgs com uma alcunha provocadora que inspirou interpretações equivocadas a respeito de sua ontologia e dos motivos pelos quais os cientistas tentavam detectá-la em aceleradores de partículas. Entre a comunidade científica, o nome “partícula de Deus” foi rechaçado por expoentes dos desenvolvimentos relacionados à física de altas energias (entre eles, o próprio Peter Higgs). Neste trabalho, utilizamos a análise retórica crítica para analisar o episódio investigando quais eram os interesses de Lederman ao criar tal apelido e também colocamos o próprio conceito de “modelo padrão” em perspectiva, evidenciando a historicidade dos modelos científicos e realçando os limites de aplicabilidade e aceitação de um modelo como o atual, para além de uma visão superficial de que a física estaria, com o modelo padrão, em vias de estar próxima de uma completude a respeito da explicação dos fenômenos naturais. Expomos os recursos retóricos empregados por Lederman para sensibilizar a sociedade estadunidense em relação ao seu próprio programa de pesquisa, utilizando as pesquisas relacionadas ao bóson de Higgs como chamariz para que a continuidade do financiamento do projeto *Superconducting Super Collider (SSC)*, acelerador de partículas encabeçado por Lederman e que estava em construção nos EUA na época do lançamento do livro, fosse aprovada pelo Congresso. Este estudo ilustra como o fazer científico e a natureza da ciência podem ter seus entendimentos distorcidos e transformados no âmbito da comunicação científica, muitas vezes sob influência de interesses pessoais dos próprios cientistas envolvidos em um determinado programa ou abordagem de pesquisa. No contexto atual, em que notícias sobre ciência e mensagens com cunho científico circulam e são

compartilhados a velocidades muito maiores do que em outras épocas, muitas vezes as informações não passam por uma curadoria especializada e podem gerar entendimentos enganosos a respeito de assuntos científicos. Uma análise como a aqui apresentada pode fomentar reflexões críticas a respeito do que é a ciência e como os cientistas e comunicadores agem, além de ser possível fazer uma problematização a respeito do ethos científico.

Autor primário: LICIO, José Guilherme (Universidade de São Paulo)

Coautor: SILVA, Cibelle Celestino (Universidade de São Paulo)

POSIÇÕES DE MARIO SCHENBERG ACERCA DAS POLÍTICAS CIENTÍFICAS- EDUCACIONAIS DE ENSINO SUPERIOR NO BRASIL DO SÉCULO XX

Diversos trabalhos destacam a importância da História, Filosofia e Sociologia para o Ensino de Ciências, no entanto, poucos trabalhos direcionam atenção para questões que envolvam a História da Ciência relacionada ao desenvolvimento de Políticas científicas e educacionais. Os impasses dos tempos atuais, especialmente sobre negacionismo científico, têm demonstrado que pensar a relação entre questões políticas e a ciência-educação são importantes para compreensão não só do desenvolvimento histórico das instituições mas das implicações a nível de produção científica e direcionamento educacional.

Assim, o objetivo deste trabalho é trazer um estudo de caso acerca de algumas contribuições de Mario Schenberg no debate sobre políticas científicas-educacionais ao longo do século XX. Schenberg foi um consagrado intelectual e cientista brasileiro, formado em uma das primeiras turmas da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP (FFCL-USP), tornou-se bastante reconhecido na sociedade brasileira como físico mas também por sua atuação política e cultural, tendo sido eleito deputado em São Paulo, pelo Partido Comunista Brasileiro(PCB) em 1946 e militado pelo partido ao longo de toda a vida e por ter sido crítico de arte, organizando exposições e comentando nos principais jornais da época.

A partir de documentação do Acervo Histórico do Instituto de Física da USP e do Acervo Histórico da Assembléia Legislativa de São Paulo (ALESP), buscamos apresentar um recorte das posições docientista que permitam uma reflexão sobre o papel de sua atuação e posições defendidas para o desencadeamento de políticas científicas-educacionais no Brasil.

A partir do material estudado encontramos posições de Schenberg contrárias à burocratização da educação, onde além da defesa de uma maior liberdade para o corpo docente foi apresentado que se houvesse mais tempo para reflexões acerca do conhecimento e não apenas a elaboração de técnicas, bem como, uma forma de compreender sociologicamente o Brasil entre duas culturas: a “Branco-Aristocrática” e a “Indo-Afro-Popular”, o que se refletiu em suas defesas enquanto deputado na criação de Universidades nos Interiores, pois tinham o potencial de diminuir os custos de vida de estudantes e valorizar outras regiões, esses debates foram importantes para a posterior criação da Universidade de São Carlos e outras unidades.

Autor primário: CHAVES, Carlos Alberto (Instituto de Física da USP)

Coautor: GURGEL, Ivã (Instituto de Física da USP)

PLANTA, ALIMENTO E CONHECIMENTO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL DA BOTÂNICA COMO FORMA DE PROMOÇÃO DA SOBERANIA ALIMENTAR NO ENSINO DE CIÊNCIAS

É amplamente defendido que discussões sobre a ciência devem integrar o ensino de ciências e que abordagens históricas são caminhos privilegiados para promover tais discussões. Diante dos desafios das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais no mundo contemporâneo, bem como da história de colonização e escravidão brasileira e da realidade socioeconômica da maioria dos alunos das escolas públicas do nosso país, concordamos com pesquisadores que apontam ser urgente pensar caminhos para uma educação em ciências comprometida com a Justiça Social. Para tal, propomos contribuir para este debate a partir da discussão de como o estudo histórico da Botânica, a partir da vertente historiográfica da História Cultural da Ciência (HCC), pode contribuir para a educação em ciências, ao problematizar os aspectos materiais e culturais que sustentaram essa ciência e como as práticas científicas do campo relacionam-se com o conhecimento sobre o potencial alimentício das plantas existentes no Brasil. A HCC, enquanto vertente historiográfica, nos permite um foco privilegiado para as práticas científicas da Botânica, ao possibilitar entendê-las como parte da cultura. A pesquisa iniciou-se a partir de duas obras literárias, fruto de expedições realizadas no Brasil durante os séculos XVI e XVII e fontes secundárias relacionadas às mesmas, sendo a primeira obra de autoria de Jean Léry, intitulada “História de uma viagem feita à terra do Brasil” e publicada em 1578 e, a segunda obra de Piso e Marcgraf, intitulada *Historia Naturalis Brasiliae* e publicada em 1648. A escolha dessas fontes ocorreu porque elas apresentam relatos sobre plantas de potenciais alimentícios encontradas em território brasileiro em períodos históricos distintos, porém, consecutivos. A análise teve como foco as práticas utilizadas para a obtenção do conhecimento sobre o potencial alimentício das plantas encontradas no Brasil e como este conhecimento era tratado pelos expedicionários. Por fim, analisamos trechos da obra *Systema Naturae*, publicada em 1735 por Linneu, com foco em plantas de potencial alimentício, relatadas nas obras analisadas e como, o conhecimento sobre as mesmas é abordado na obra de Linneu. A pesquisa indicou que as duas expedições em território brasileiro tinham objetivos distintos, porém, envolviam um alto investimento dos países que as financiavam e esses objetivos relacionavam-se com a manutenção do poder político e econômico dessas nações. A cultura da outridade estava

presente em ambas as narrativas expedicionárias, refletindo-se na forma como os expedicionários narravam a cultura e os conhecimentos indígenas e locais, inclusive sobre as plantas de potencial alimentício. Ao analisarmos a obra de Linneu e a forma como ele apresenta os conhecimentos sobre plantas que, segundo as narrativas de Léry e Piso e Marcgraf possuem potencial alimentício, percebemos que muitos desses conhecimentos não foram incorporados na obra de Linneu. Dessa forma, sustentamos que as práticas científicas do campo corroboraram para o estabelecimento do que era ou não alimento e, a valoração de determinados conhecimentos em detrimento de outros na construção da ciência Botânica. Isto, de certa forma, construiu uma ciência que pode vir corroborar com a insegurança alimentar, ao não valorar os conhecimentos relacionados ao potencial alimentício de determinadas espécies.

Autor primário: JAGER, Iamni

Coautor: GUERRA, Andreia (CEFET-RJ)

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E JUSTIÇA SOCIAL: REFLEXÕES A PARTIR DO ESTUDO DO ECLIPSE DE SOBRAL, À LUZ DA HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA, EM AULAS DE FÍSICA

Nos últimos anos, pesquisadores da área de educação em ciências têm defendido que discussões sobre a ciência no ensino apontem questões voltadas à Justiça Social (JS). Dentre esses pesquisadores, há os que apontam que, para que questões sobre JS sejam pontuadas, é crucial discutir como a ciência é construída e por quem. Nessa direção, uma investigação foi construída com o objetivo de criar subsídios para possibilitar, em aulas de ciência, reflexões a respeito da participação e da visibilização ou não do trabalho de diferentes atores sociais na construção da ciência. Para tanto, foi realizada uma pesquisa focando na prática científica de registro de eclipses totais no final do século XIX e início do século XX. A pesquisa teórica foi realizada com foco no episódio do Eclipse de Sobral de 1919, através de fontes primárias e secundárias e à luz da vertente historiográfica da História Cultural da Ciência (HCC). De forma concomitante, foi realizada uma pesquisa empírica, em aulas de física de uma turma de primeiro ano de Ensino Médio, em uma escola pública federal localizada na cidade do Rio de Janeiro. A metodologia utilizada foi uma adaptação da pesquisa-ação, a Pesquisa-Ação Histórica (PAH). Os ciclos que definem a Pesquisa-Ação Histórica consistem em uma sequência de etapas que se inicia com a fase exploratória, que visa a contextualização da pesquisa e dos sujeitos envolvidos. Os resultados dessa fase impulsionam uma investigação histórica a respeito do episódio abordado e o planejamento da ação a ser implementada. Os dados coletados na etapa da ação são analisados, de forma a serem considerados no planejamento da próxima ação que implicará num revisitar da pesquisa histórica à luz das questões trazidas pelos sujeitos da pesquisa nas etapas anteriores. Através das intervenções previstas por essa metodologia, a abordagem histórico-cultural da pesquisa permitiu a discussão de como diferentes conhecimentos e atividades desenvolvidas por diversos atores sociais foram fundamentais para o sucesso do episódio do Eclipse de Sobral. A partir das questões trazidas pelos estudantes, foi possível problematizar a prática científica dos registros de eclipses totais e possibilitar discussões a respeito da participação de diferentes atores sociais na construção do conhecimento científico, com ênfase naqueles que foram invisibilizados nos documentos científicos e na própria História da Ciência. Essa abordagem também permitiu reflexões a respeito do propósito de financiar ciência, da falta de participação feminina no episódio histórico focado e de como a troca de

conhecimento entre diferentes pessoas é integrante da prática científica. Além disso, através do estudo do episódio à luz da HCC, os estudantes refletiram sobre seus olhares a respeito de ciência e sociedade, a partir da problematização das relações de poder incutidas na ciência e os mecanismos que determinam qual conhecimento é válido ou não. Entendemos que a PAH nos permitiu uma educação dialógica e autêntica, em um espaço aberto a problematizações a respeito de quem participa da construção da ciência e os diferentes níveis de importância atribuídos a esses atores a depender do papel social que ocupam na sociedade.

Autor primário: MAZZARELLA, Aline

Coautores: GUERRA, Andreia (CEFET-RJ); SCHIFFER, Hermann (CEFET-RJ)

O INSTITUTO DE FÍSICA DA USP SOB CENSURA: UM ESTUDO SOBRE O COTIDIANO DO INSTITUTO DA SUA CRIAÇÃO ATÉ A ANISTIA

Embora há muitas décadas se reconheça a importância da História da Ciência ao Ensino, ainda são raros os trabalhos que tratem de episódios relacionados a momentos centrais da história brasileira. A ditadura que aconteceu no Brasil entre 1964 e 1985 é um episódio histórico extremamente rico, com vários estudos, controvérsias e discussões acerca do mesmo. Mas também ainda é um episódio com lacunas e perguntas em aberto, com muitos momentos tristes de desumanização que precisam ser compreendidos. É possível questionar sobre como e se o regime interferiu no fazer ciência, no ensino e também no cotidiano das pessoas na universidade. Ao ver a história do Instituto Física da USP, é possível perceber que esse lugar passou por tristes episódios na ditadura, como o expurgo e prisões de professores, mas, principalmente, a reforma universitária. Tudo contribui para a vontade de entender essa relação dos institutos, professores e funcionários com o governo militar, e como isso afetou em diversas medidas e formas o cotidiano das pessoas. Por isso, este trabalho tem como objetivo principal entender o cotidiano do Instituto de Física após a reforma universitário, onde a Física deixa de ser um departamento na FFLC e passa a ser um Instituto. O recorte histórico escolhido foi de 1968 até a Lei da Anistia. O ano de 1968, também conhecido como “o ano que não acabou”, foi muito marcante tanto para a sociedade brasileira quanto para outros países do mundo. Nos países capitalistas centrais, houve um levante da juventude universitária contestando o sistema. O mais emblemático foi o maio francês, onde 10 milhões de pessoas saíram às ruas reivindicando outro modo de vida. Nos EUA, o assassinato de Martin Luther King revoltou o movimento negro. No Brasil, houve também um levante estudantil, só que contra a ditadura. Em março, o estudante Edson Luís foi morto pela polícia durante uma manifestação no Rio de Janeiro. Mas o ano fica marcado na história por ser o ano que ocorre a reforma universitária e AI - 5, Ato Institucional que coroa a escalada autoritária da ditadura empresarial-militar. Neste trabalho revemos este episódio a partir dos olhares que pessoas que participavam do cotidiano do IFUSP. Tal estudo foi realizado a partir de fontes obtidas no acervo histórico do instituto, atas de congregação e entrevistas realizadas com alguns professores, alunos e funcionários da época. Foi possível revelar, entre outras coisas, formas de opressão realizadas no ambiente universitário e compreender como diferentes agentes, em especial estudantes, atuavam em sua militância contra a ditadura.

Autor primário: OLIVEIRA, Raquel Melo de

Coautor: GURGEL, Ivã (Instituto de Física - Universidade de São Paulo)

A DIVERSIDADE NA CIÊNCIA COMO COMPONENTE ESSENCIAL DO ENSINO DE NATUREZA DA CIÊNCIA

A pesquisa em educação científica tem reconhecido a importância de se aprofundar as discussões envolvendo a diversidade na ciência, em especial como forma de combater posturas preconceituosas e reconhecer e valorizar contribuições de mulheres, negros, indígenas e outros grupos que historicamente tem sido silenciados na educação em geral, e por consequência também no ensino sobre a natureza da ciência (NdC). A visão de natureza da ciência predominante, identificada em pesquisas de concepções de estudantes, professores e na divulgação científica, demonstra um predomínio de visões eurocêntricas, com a presença praticamente exclusiva de homens, brancos, heterossexuais de países ocidentais do hemisfério norte. Ademais, é comum que se considere que a ciência é “objetiva”, porque os testes das afirmações científicas seriam realizados com critérios empíricos, lógicos, imparciais, de forma a minimizar a influência de aspectos considerados “subjetivos”, como gênero, etnia, nacionalidade, classe social ou religião. Como forma de se superar essas visões consideradas pouco informadas, tem sido recomendado pelas pesquisas da área de história, filosofia e sociologia da ciência (HFSC) na educação o estudo de casos concretos que mostrem visões mais complexas e ricas sobre a NdC. Nesta perspectiva, utilizaremos estudos recentes para refletir sobre o papel da diversidade na construção do conhecimento científico como forma de superar os vieses eurocêntricos, racistas e machistas nas concepções de NdC. Estudos têm apontado para a importância das interações ocorridas no mediterrâneo e de povos africanos e asiáticos para a formação do conhecimento comumente atribuído à Grécia antiga ou das civilizações chinesas, muçulmanas e ameríndias para o renascimento e a revolução científica. Ademais, trabalhos da epistemologia feminista e epistemologia social enfatizam o caráter social da ciência e apontam para a importância da diversidade na ciência. Diversidade social, refletida em marcadores como gênero, raça e classe, foram importantes na superação de teorias hoje rejeitadas, principalmente aquelas ancoradas em preconceitos sociais de cunho racistas e sexistas. Com base nestes estudos, argumentamos que a construção da objetividade do conhecimento científico, ou a superação de seus elementos subjetivos, está em parte amparada em sua natureza social. A diversificação demográfica da ciência tende a contribuir para tornar a ciência menos suscetível a vieses ancorados em preconceitos de raça, gênero e classe.

Entretanto, continuamos a reproduzir em salas de aulas a narrativa eurocêntrica sobre as origens do conhecimento científico que apaga a contribuição de povos não-europeus e não-brancos para as origens da ciência moderna, cuja objetividade está supostamente assentada em um método científico. Esta narrativa que apresenta a ciência como um produto europeu e defende que a objetividade da ciência é resultado de um método científico, não por acaso desenvolvido por europeus, reforça visões supremacistas brancas e tem sido utilizada para justificar preconceitos, atitudes e políticas racistas e machistas, muitas vezes ancoradas uma ciência supostamente objetiva. Argumentamos que propostas de intervenções didáticas que discutam explicitamente o papel epistêmico da diversidade na produção do conhecimento científico podem ser estratégias eficazes para um ensino que contribua para combater concepções ingênuas e preconceituosas de NdC.

Autor primário: BAGDONAS, Alexandre (UFLA)

Coautor: SILVA NETO, Climério Paulo da (Universidade Federal da Bahia)

ABORDANDO O PROBLEMA DO MOVIMENTO DOS CORPOS EM SALA DE AULA: DE PITÁGORAS AOS DIAS DE GALILEO GALILEI E ISAAC NEWTON

Nesse trabalho retratamos o processo de transformação do pensamento cosmológico pitagórico e aristotélico até a revolução científica iniciada no final da Idade Média, tendo como protagonista Galileo Galilei, numa combinação da realidade empírica com a matemática, abrindo as portas para a Física como uma Ciência, que culminou com a formulação das leis do movimento dos corpos presentes na magnífica obra intitulada Principia, Princípios Matemáticos de Filosofia Naturais, de Isaac Newton. Do ponto de vista da didática das Ciências e da Física, esse material poderá contribuir na formação de professores estudantes, pela via da História e Filosofia das Ciências. A análise das visões de mundo implícitas no racionalismo cartesiano, no empirismo cético de David Hume, e na epistemologia de Kant, farão parte das questões epistemológicas e ontológicas subjacentes à Mecânica Newtoniana, bem como a epistemologia de Kuhn e Popper, indo mais além, polemizando quanto à natureza da ciência, em geral.

Autor primário: NASCIMENTO JUNIOR, Jose Vieira do (UEFS)

Coautor: CARVALHO NETO, Rodolfo Alves de (UEFS)

A EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA NAS PESQUISAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

A compreensão das dimensões históricas e filosóficas da construção do conhecimento científico nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, rotulada aqui com epistemologia da ciência, pode ser determinante no sucesso da formação de sujeitos críticos e alfabetizados cientificamente. Tendo em vista a importância do tema e a necessidade de organizar e compreender aspectos do conhecimento acadêmico produzido em cursos de mestrado e doutorado, este estudo tem como objetivo principal investigar como a epistemologia da ciência tem sido abordada e discutida no ensino de Ciências dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, tomando como referência a produção científica em dissertações e teses defendidas na área de Educação e Ensino. A pesquisa é de natureza qualitativa, ancorada na perspectiva de um estudo bibliográfico do tipo “estado do conhecimento” (ROMANOWSKI, 2002). Para a composição do corpus, foi utilizado o banco de dissertações e teses da Capes, servindo-se dos seguintes descritores: “epistemologia” AND “anos iniciais”, “história da ciência” AND “anos iniciais” e “natureza da ciência” AND “anos iniciais”. As três buscas resultaram em 77 ocorrências e, frente aos objetivos do estudo, foram selecionados dez trabalhos, cinco dissertações e cinco teses. Para a análise dos dados, recorre-se a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), estruturando-a nas três etapas propostas pela autora: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, interferência e interpretação. Na etapa de exploração do material, estão as três categorias do presente estudo e dadas a partir da leitura do material: análise de materiais didáticos; percepções e concepções epistemológicas dos professores; e propostas de formação de professores. As produções concentraram-se apenas nos últimos nove anos (2014-2023), como forma de analisar as produções mais recentes que permeiam o ensino de Ciências nos Anos Iniciais. No que se refere aos materiais didáticos analisados, as três pesquisas chamaram atenção para os conhecimentos descontextualizados historicamente no conteúdo de Astronomia. Os pesquisadores defendem que os materiais didáticos devem contemplar as reflexões sobre a história da ciência, pois compreender sua natureza é uma das dimensões para a efetivação da alfabetização científica. Os resultados de quatro estudos apontam para uma limitação nas concepções dos professores polivalentes dos Anos Iniciais, com uma perspectiva predominantemente positivista e justificada pelo pouco contato com a área científica.

Paralelamente, os resultados das propostas de formação de professores anunciadas por seis dos trabalhos, estiveram voltadas a desenvolver práticas pedagógicas relacionadas à natureza e história da ciência, demonstraram possibilidades e desafios para sua efetivação. Como possibilidades, as atividades evidenciaram que os professores apresentaram uma mudança nas concepções sobre a natureza da ciência e que percebem a importância de estabelecer uma aproximação com o ensino de Ciências por eles desenvolvido. Os desafios são voltados a formação que os professores polivalentes têm acesso, o pouco contato com a área científica e o tempo limitado para o planejamento pedagógico. Todos os trabalhos convergem para a ideia de que a epistemologia da ciência deve ser melhor explorada na etapa inicial de escolarização e desde as mais tenras idades, evidenciando a necessidade de ser abordada na formação inicial e continuada dos professores.

Autor primário: GHIGGI, Caroline (Universidade de Passo Fundo)

Coautores: ROSA, Cleci Werner da (Universidade de Passo Fundo); VIZZOTTO, Patrick (Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará)

HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA E CULTURA VISUAL: POSSIBILIDADES DE DISCUSSÃO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DO USO DE IMAGENS TENDO COMO EXEMPLO O ESTUDO DO CORPO HUMANO

As imagens são recorrentemente usadas na ciência para a divulgação, constituição e conceitualização de ideias científicas. A produção de imagens, como prática científica, e as representações visuais criadas pelos cientistas ajudam a construir ideias sobre a natureza, a verdade, a objetividade, e não são, portanto, meras ilustrações. Elas contém camadas de significados que incluem referências culturais e sócio-históricas, refletindo e refratando o contexto em que foram produzidas. Com base nessas considerações e compreendendo o potencial e a importância das imagens no ensino de ciências, apresentamos uma pesquisa desenvolvida em uma escola pública brasileira que buscou discutir com os estudantes como as representações visuais do corpo humano foram construídas ao longo da história. Para o desenvolvimento da pesquisa, o aporte historiográfico escolhido foi a História Cultural da Ciência. Damos atenção às práticas científicas como a dissecação e as representações visuais dos corpos dissecados. Foram desenvolvidas aulas de ciências com abordagem histórica sobre o estudo do corpo humano, a partir de imagens produzidas dentro do recorte histórico, como aquelas presentes em tratados de anatomia e em quadros produzidos por pintores. As imagens foram discutidas durante as aulas de Ciências, em diferentes atividades, e através dos questionamentos da professora/pesquisadora, os estudantes trouxeram suas impressões sobre as imagens e suas relações com o estudo do corpo humano. Buscamos, então, a partir da participação e impressões trazidas pelos estudantes, problematizar os corpos que eram representados. A análise dos dados mostrou que o uso das imagens científicas e artísticas mostrou-se um caminho potente para discutir com os estudantes que na construção do conhecimento científico sobre o corpo humano apenas alguns corpos foram considerados legítimos para serem abertos, estudados e representados (corpos masculinos e europeus), invisibilizando corpos diferentes destes, como corpos femininos, por exemplo. Também foi possível discutir que este modelo de corpo estudado se pretendia universal e ainda é representado, por exemplo, nos livros didáticos estudados por eles. Além disso, a discussão a partir das imagens, nos permitiu exemplificar como as técnicas desenvolvidas por diferentes atores sociais naquele contexto foram essenciais para o estudo do corpo humano e como alguns

desses atores sociais (como parteiras, açougueiros, pastores, cirurgiões-dentistas) foram invisibilizados. Ao longo das atividades desenvolvidas, os estudantes trouxeram para as discussões em sala de aula, questões relacionadas à identidade como gênero, étnico raciais, diferenças sociais. Os resultados sugerem que a abordagem histórica a partir das imagens motivou a participação dos estudantes e enriqueceu o debate, à medida que trouxe mais subsídios para as questões propostas pelos mesmos. Também ampliaram a discussão para além do conteúdo abordado em sala de aula, indicando que a abordagem da História Cultural da Ciência pode potencializar reflexões a respeito das diferentes vozes sociais participantes da construção das ciências e as assimetrias de poder da sociedade em que as ciências se construíram e se constroem.

Autores primários: AMARAL, Priscila do (Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura. CEFET-RJ - SEEDUC-RJ); GUERRA, Andreia (CEFET-RJ)

HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DECOLONIAL: NOVOS PROBLEMAS, NOVAS ABORDAGENS E NOVOS OBJETOS

As narrativas produzidas por europeus sobre os saberes dos povos originários da América apresentam-se como um importante instrumento para compreendermos a estruturação do discurso colonizador sobre o outro. Consideramos que estas produções embasaram a ótica da colonização epistemológica da América, marcadamente ocidentocêntrica. Neste sentido, discutir esta perspectiva promove a reflexão sobre a hegemonia intelectual e científica ocidental sobre as nações que viveram a colonização, buscando fazer-se perceber outras formas de saberes, e fomentando uma pluralidade epistemológica. Esta pesquisa, de cunho teórico, analisa relatos europeus sobre os saberes dos indígenas tupinambás acerca dos astros, dentre eles, destacamos as obras de Jean de Léry, Claude D'Abbeville e Fernão Cardim, através de uma abordagem decolonial. O objetivo principal constitui-se na compreensão de como estes conhecimentos foram descritos nas fontes documentais e sua relação com a constituição de uma historiografia sobre os saberes dos povos originários, pautada pela colonialidade. Assim, através da abordagem decolonial estes relatos são percebidos através de seu diálogo com as relações coloniais nas quais os mesmos se constituíram, no intuito de compreendermos como as tradições de conhecimento não-ocidentais foram historicizadas a partir de um viés ocidentocentrado. As crônicas se apresentam como veículos de circulação de conhecimentos no contexto de colonização de um Novo Mundo que vivenciou uma complexa rede de multiplicidade cultural. Conforme Raj (2015, p.170), “[...] por circulação não entendamos a “disseminação”, “transmissão”, ou “comunicação” de ideias, mas os processos de encontro, poder e resistência, negociação e reconfiguração que ocorrem em interações entre culturas.”. Pressupomos que as crônicas analisadas nos oferecem elementos para compreendermos as subtrações socioculturais, conscientemente realizadas em nosso processo histórico, bem como as relações interculturais travadas no início da colonização americana. Admitimos que a reflexão sobre as narrativas europeias concede suporte à compreensão do processo histórico de colonialidade epistemológica, constituído a partir de uma configuração geopolítica do conhecimento (MIGNOLO, 2017) que atribuiu superioridade às produções, histórias e saberes do norte em relação ao sul, levando à invisibilizações, inferiorizações e silenciamentos. Esta pretensa superioridade e hegemonia estão representadas

em muitas narrativas historiográficas e na própria constituição do campo e disciplina da História (SETH, 2013; CHAKRABARTY, 2020; ELÍBIO JUNIOR, et all, 2015). Dentre as muitas relações hierárquicas e de dominação impostas a América, a seus habitantes e saberes, a superioridade da ciência moderna mediante a inferioridade dos conhecimentos locais legou a História uma perspectiva eurocêntrica que, urgentemente, precisa ser discutida e revisitada. Consideramos que esta percepção inferior de si e a narrativa que a constituiu foi marcada pela colonialidade (QUIJANO, 2005; MALDONADO-TORRES, 2007). Estamos culturalmente e intelectualmente cerceados e imersos na colonialidade, ou seja, por um padrão que nos impele a conformarmos nossa atuação nos moldes científicos e canônicos do norte global. A ruptura com esta perspectiva monocultural exige uma rigorosa reflexão crítica sobre os processos de colonização política e epistêmica, repensando alternativas historiográficas que promovam um repensar sobre a escrita da história e o papel desta para a realização de uma narrativa sobre o passado pautada pela valorização da diversidade de saberes.

Autor primário: ALVIM, Marcia (UFABC)

CARACTERIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO DE CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO: OS IMPACTOS DA PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL NO ESTABELECIMENTO DA TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL E AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E POLÍTICA

Pesquisas em Ensino de Ciências têm defendido a inserção de narrativas históricas como estratégia de ensino-aprendizagem nos diferentes níveis de ensino. Os principais argumentos que pautam essa defesa são: i) as similitudes compartilhadas entre o sistema cognitivo humano e a estrutura das narrativas; ii) a constante presença das narrativas e sua importância ao longo do desenvolvimento humano (BRUNER, 1996; ADURIZ-BRAVO; CHION, 2016). No ensino, as narrativas históricas são vistas com simpatia, já que estimulam as relações entre o leitor/ouvinte em nível emotivo e cognitivo, seja despertando sentimentos como a empatia e identificação, seja levando a um maior envolvimento, compreensão e memorização dos tópicos narrados (SCHIFFER, 2019).

Neste trabalho, desenvolvido com licenciandos em Física, utilizamos um episódio histórico da Teoria da Relatividade Geral (T.R.G.) - a expedição do eclipse solar total de 29 de maio de 1919 - apresentado sob a forma de narrativa histórica, com o objetivo de promover e contextualizar debates sobre a ciência, sua natureza, sua relação com o contexto sócio-histórico e a influência de aspectos não-epistêmicos sobre o fazer científico. Mais especificamente, explorando impactos dos conflitos políticos sobre a ciência e investigando as influências da Primeira Guerra Mundial no estabelecimento da (T.R.G.), caracterizamos e problematizamos as concepções epistemológicas dos licenciandos sobre as relações entre ciência e política.

A construção da narrativa histórica se deu incorporando elementos de outra narrativa criada por pesquisas anteriores e também orientada por estudos de História e Filosofia da Ciência (POLATI; CARDOSO, 2017). A escrita é feita de forma que o texto é interrompido por questões do tipo “PENSE!” (METZ, 2007; ALLCHIN et al., 2013) para que o professor possa discuti-lo e convidar os alunos a tomar partido das personagens da narrativa, colocando-os como parte integrante da história e podendo experimentar alguns dos dilemas e decisões envolvidos no trabalho científico.

As discussões dos “PENSE!” foram propostas e conduzidas de forma que permitisse-nos identificar, classificar e problematizar as concepções epistemológicas dos sujeitos da pesquisa.

Os dados foram coletados por meio de questionários (os próprios “PENSE!”), além de discussões ocorridas em aula, que foram gravadas e transcritas para que pudessem servir de base de dados. Posteriormente, as concepções foram classificadas de acordo com Bagdonas (2018), que emprega as seguintes categorias de análise: racionalismo, relativismo e posturas moderadas. De forma a abarcar outras concepções percebidas, foram adicionadas as categorias “senso comum” e “relativismo ingênuo” (EL-HANI, 2004; MARTINS, 2015).

De forma geral, além de ter-se encontrado nas narrativas históricas estratégia para orientar e contextualizar debates sobre a Natureza da Ciência, observou-se a predominância de concepções com tendências relativistas, ou seja, prevaleceu a ênfase em aspectos sociais em detrimento dos conteúdos da ciência, tendência racionalista, na análise das questões sobre as relações entre ciência e conflitos políticos. Observamos também concepções prescritivas e descritivas sobre as relações em questão, ou seja, como é, e como deveria ser as relações entre a política e a prática científica.

Autores primários: DOMINGOS, Fernando (Universidade de São Paulo); BAGDONAS, Alexandre (UFLA); ZANETIC, João (Instituto de Física - Universidade de São Paulo)

DESACUERDOS PROFUNDOS Y ALFABETIZACIÓN MEDIÁTICA CIENTÍFICA

Tanto en diversas corrientes de la filosofía de la ciencia (Kuhn, 1962; Laudan, 1977; Piaget y García, 2002; Longino, 1990; Gómez, 2014, 2020), como en indagaciones psicológicas vinculadas al cambio conceptual (Vosniadou, 2013; Gupta, 2017; Di Sessa, 2017), se describen y examinan los supuestos que intervienen en las prácticas científicas, en sus dimensiones epistemológicas, ontológicas y también valorativas.

Estos supuestos operan en las situaciones didácticas, por parte de docentes y estudiantes, en la comunicación pública de la ciencia, y aun en los ámbitos de producción del conocimiento científico. Por otra parte, indagaciones recientes de la teoría de la argumentación y de la epistemología analítica exploran la noción de desacuerdos profundos, a partir del artículo clásico de R. Fogelin (1985) que propone que “existen desacuerdos, a veces sobre cuestiones importantes que, por su naturaleza, no están sujetos a resolución racional”. No importa cuántos datos se aleguen, ni cuántos argumentos se ofrezcan las partes de ese desacuerdo no alcanzan un acuerdo, y el desacuerdo permanece. Un trabajo reciente (Lavorerio, 2021) sintetiza algunas características de los desacuerdos profundos en la bibliografía: son persistentes; las partes están dispuestas a argumentar entre sí; no hay un sendero claro hacia la resolución del desacuerdo; son sistemáticos (efecto dominó o de onda expansiva); involucran tópicos controvertidos, suelen volverse acalorados y pueden llevar a polarización; involucran cosmovisiones diferentes.

Un ejemplo clásico de desacuerdo profundo lo constituye el debate entablado entre quienes defienden la eficiencia y seguridad de las vacunas, y quienes manifiestan ambivalencia u hostilidad en relación a la vacunación, Este desacuerdo puede rastrearse casi hasta el inicio de esta práctica, pero ocupa un lugar cada vez más relevante desde la década de 1990, acentuándose a partir de 2020 en el marco de la reciente epidemia de CoVid 19. El rechazo público de esta (y otras) aserciones científicas constituye un ámbito de preocupación tanto en la esfera de gobierno como en los contextos de comunicación pública de la ciencia y en su enseñanza en el sistema educativo.

En general, la resolución propuesta ha partido del supuesto de la ignorancia de quienes expresan esa ambivalencia u hostilidad (modelo del déficit). Consecuentemente, las resoluciones han enfatizado la transmisión de la información científica correcta. Sin embargo, los resultados han sido poco exitosos.

El análisis de los desacuerdos profundos ha enfatizado las diferencias epistémicas entre las partes, pero también los marcos o cosmovisiones generales, que implican diferencias en las concepciones ontológicas, epistemológicas y valorativas. Y ha señalado el riesgo del desdén epistémico, que no reconoce a los interlocutores como pares, sino que presupone su ignorancia o su mala fe (Goldenberg 2016, Cassam 2023).

La interacción entre las indagaciones sobre desacuerdos profundos, y la exploración de supuestos ontológicos, epistemológicos y valorativos ofrece elementos para analizar críticamente nuestras estrategias de comunicación en el ámbito público y escolar de la alfabetización mediática vinculada a los desacuerdos profundos en relación a la seguridad y eficiencia de las vacunas.

Autor primario: COULÓ, Ana Claudia (Universidad de Buenos Aires, Departamento de Filosofía - IIF SADF- CONICET)

O LIVRO FÍSICA QUÂNTICA E SEUS AUTORES : A HISTÓRIA DA FÍSICA NO SÉCULO XX DA PERSPECTIVA DE NOVOS OBJETOS E ATORES

O trabalho apresentado tem como seu principal objeto de estudo o livro didático *Física Quântica*, de Robert Eisberg e Robert Resnick. A pesquisa insere-se em uma tradição que se situa na interface da História da Física Quântica, da História da Educação e da História do Livro da Leitura. A pergunta de pesquisa mais ampla que dá bases à investigação apresentada foi inicialmente elaborada pelo historiador Silvan Schweber: por que a Física praticada nas décadas seguintes à Segunda Guerra Mundial tem menos apreço pelos fundamentos da teoria mais importante que a informava no período - a Mecânica Quântica -, sendo que essa discussão havia sido central para seu desenvolvimento até aquele momento? Schweber identificou as causas dessa transformação com uma mudança de eixo geográfico da Física da Europa para os EUA. Neste último predominava uma tradição de física experimental e fenomenológica, em lugar de teórica, onde poucos físicos com inclinações à reflexão filosófica a promoviam à moda pragmatista. A pesquisa de Schweber foi complementada pela de David Kaiser. Ele identificou, na Física americana do imediato pós-guerra, um aumento de matrículas em cursos de pós-graduação em Física, que impuseram limites materiais a exploração desse tipo de questão mais aberta em sala de aula, tendência que foi então desaparecendo dos livros didáticos, Kaiser identifica, posteriormente, uma queda nas matrículas em meados dos anos 1960, causada pela suspensão de um até então massivo investimento estatal, majoritariamente militar, e com ela a ascensão de certa sensibilidade a questões conceituais e de fundamentos nos livros didáticos de Física. Um dos livros identificados por Kaiser que opera aquela “renascença” de tópicos conceituais e filosóficos da Física Moderna é o livro *Física Quântica*. Neste trabalho, operamos uma análise diacrônica dos livros didáticos produzidos pelos autores, Resnick e Eisberg, focando em particular na evolução das perspectivas pedagógicas explicitadas, na abordagem do conteúdo físico empregada, e nos recursos textuais e pedagógicos utilizados ao longo dessa produção editorial, incluindo nela o *Física Quântica*. Assim, podemos complementar a análise de Kaiser apontando que a raiz da inovação do livro *Física Quântica* está em ele ser um livro voltado aos finais da graduação e ter se apropriado de recursos textuais didático-pedagógicos dos textos que estavam mais consolidados em livros-texto dos anos iniciais desse nível de ensino - em particular a famosa coleção *Física*, que tem Resnick entre seus coautores - e que já vinham

sendo adaptados para livros abordando tópicos da Física dita Moderna (Relatividade, Velha Teoria Quântica e aspectos da Mecânica Quântica), como o *Introdução à Relatividade Especial*, do próprio Resnick, de 1968. Concluímos que essa adaptação foi uma resposta estratégia para lidar justamente com as demandas decorridas da chegada do ensino de massa às universidades nos anos iniciais do pós-guerra, e contingencialmente encontrou-se também adequada para as novas realidades mais parcas da física universitária pós-1970.

Autor primário: FANTIN, André (Instituto de Física - Universidade de São Paulo)

Coautor: GURGEL, Ivã (Instituto de Física - Universidade de São Paulo)

O PROCESSO DE MATEMATIZAÇÃO ORGÂNICA DE NEWTON: IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO

A evolução histórica das relações entre matemática e física é epistemologicamente instrutiva. Porém, é necessário cautela para não cair na armadilha de generalizações, reducionismos e consensos. Cada período histórico é subjacente a um conjunto de sistemas particulares de racionalidade física e matemática. No entanto, apesar da armadilha, quanto a falsas generalizações ou reducionismos, a presente pesquisa procura evidenciar, do ponto de vista histórico e epistêmico, o caráter estruturante que a matemática desempenha na teorização da física, durante o processo de matematização da Mecânica Racional de Newton. Estruturante porque, no processo de matematização newtoniana, a matemática adentra na construção teórica da física. Não cumpre, apenas, um papel técnico, que a caracterizaria como ferramenta de cálculo. Pelo contrário, efetiva-se como ferramenta para o pensamento físico. Afinal, não seria exagero afirmar que o estilo orgânico newtoniano de matematização inaugura as mediações ou conjunções mais fortes entre matemática e física. Orgânico porque Newton integra matemática a natureza, de modo que instrumentos/conceitos matemáticos transformam o pensar físico num pensamento físico-matemático. Onde curvas e figuras geométricas, entidades matemáticas, são aproximadas da física e explicadas como linhas em movimento (trajetória), de forma a levá-lo a uma melhor compreensão do funcionamento do universo. Na constituição teórica da estrutura explicativa de sua Mecânica Racional, Newton utiliza de uma física-matemática, cuja meta é chegar a um sistema de relações, capaz de proporcionar questionamentos e interpretações fenomenológicas. A natureza das causas (da força gravitacional, por exemplo) não tinham uma importância primordial. Newton procura caminhos metodológicos de matematização que o levem até uma grandeza física mensurável, capaz de gerar um sistema de relações que conecta grandezas físicas umas as outras. É dentro destas relações que Newton cria uma estrutura explicativa para o movimento e suas causas. A reconstrução da prova da hipótese de Hooke exemplifica o método de matematização newtoniana, fundado sobre a comparação de certas grandezas geométricas (no caso, segmentos e triângulos), tomadas como medidas de velocidades e de forças. Mas quais seriam as implicações deste estilo orgânico newtoniano de matematizar para área de ensino de física? A ideia seria uma ponte entre o aspecto

estrutural, identificado no papel que a matemática desempenha na construção teórica da Mecânica Racional de Newton, e a episteme de um discurso de matematização durante o ensino de física. No caso newtoniano, sua preocupação inicial não está ligada a conceituar, mas representar e explicar, através de uma estrutura físico-matemática. E isto é possível devido sua perspicácia em buscar grandezas físicas mensuráveis que permitem a construção de um sistema de relações físico-matemáticas. São estas relações que proporcionam estruturar o pensamento e questionamento da fenomenologia física. Portanto, um discurso de matematização durante o ensino de física deve focar mais nas relações físico-matemáticas. São estas que permitem a estruturação de um pensamento físico. A segunda Lei de Newton ($F = ma$), por exemplo, permite não apenas operar eventuais cálculos técnicos. Para além disso, permite organizar o pensamento físico, perante relações de causa (dinâmica) e efeitos (cinemática), proporcionadas pelas relações físico-matemáticas, que estão condensadas na estrutura matemática.

Autor primário: BOCHECO, Otávio

Coautores: CRUZ, Frederico Firmo Souza; MACHADO, Sandro da Silva Livramento

UM OLHAR HISTÓRICO-CULTURAL PARA A PRÁTICA CIENTÍFICA DA DIVULGAÇÃO DO RAIOS X NA FRANÇA E NO BRASIL DO INÍCIO DO SÉCULO XX

Considerando a realidade em que estamos inseridos e as questões que se apresentam no mundo, a Educação em Ciências volta-se cada vez mais para questões sociopolíticas, buscando problematizar as questões científicas e tecnológicas do nosso tempo. Autores defendem que abordagens históricas no ensino podem ser um caminho para conectar o ensino com o contexto sociocultural dos estudantes, ao colocar em cena que ciência e sociedade são indissociáveis. A partir deste contexto, desenvolvemos uma pesquisa a respeito do episódio histórico da divulgação do Raio X com base na vertente historiográfica da História Cultural da Ciência com foco na categoria da cultura material. Röntgen possibilita, a partir do Raio X, a primeira visualização do interior do corpo humano, sem que o mesmo tenha sido aberto. Para compreender como o Raio X impactou a sociedade, em especial, a francesa, diante da qual a reprodução dos experimentos de Röntgen foi feita imediatamente por 2 médicos e a brasileira na qual essa pesquisa se insere, realizamos uma pesquisa bibliográfica na Gallica e na Hemeroteca. O objetivo foi encontrar jornais franceses e brasileiros do período de 1896 a 1912 que nos fornecessem um panorama de como e com qual finalidade foi sugerida ou efetivada a utilização do Raio X. Obtivemos uma base de dados com 127 publicações francesas e 353 brasileiras, as quais foram classificadas quanto ao ano e tipo de publicação, e quanto ao uso do Raio X relatado ou sugerido nas publicações. A partir dessa classificação, o material foi lido e analisado. Os resultados apontam que os primeiros três anos são os que mais concentraram publicações, demonstrando a rapidez com que o Raio X se espalhou para o grande público. Foram encontrados noticiários informando sobre diferentes aplicações dessa tecnologia, como: analisar quais galinhas colocariam mais ovos, controle alfandegário, ver quais ostras possuíam pérolas em seu interior, diferenciar diamantes falsos e vinhos adulterados, evitar o embranquecimento do cabelo, decifrar textos antigos que haviam sido sobrescritos, verificar se funcionários da Casa da Moeda Japonesa haviam roubado moedas e identificar criminosos. Há também anúncios disseminando o uso do Raio X como forma de entretenimento e artigos de opinião que atribuem a um objeto ou a uma pessoa algumas propriedades do Raio X, como ver através de corpos opacos ou ver o invisível. Nos dois países, existem crônicas que exploram uma sexualização do corpo feminino a partir de uma suposta possibilidade de vê-lo através do

Raio X. No Brasil, as matérias vão além do corpo feminino e fornecem também dados sobre um olhar invasivo para os corpos de pessoas pretas, alcoólatras e da classe trabalhadora. A partir desses resultados, podemos refletir sobre como a ciência pode funcionar como instrumento de poder sobre os corpos e impactar a sociedade, ao mesmo tempo é possível estender as questões suscitadas com esse episódio a situações contemporâneas no que diz respeito a novas tecnologias e suas relações com o corpo humano.

Autor primário: MEDEIROS, Monique Caroline (CEFET-RJ)

Coautores: CAMEL, Tania; GUERRA, Andreia (CEFET-RJ)

A TEOLOGIA NATURAL DE WILLIAM PALEY, A SELEÇÃO NATURAL DE CHARLES DARWIN E OS DESAFIOS ATUAIS PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO

A obra *Natural Theology* (1802), do clérigo inglês William Paley (1743-1805), traz a defesa do autor em relação ao argumento do design, a ideia de que os seres vivos foram projetados e criados por uma divindade superior. Ele chega a essa conclusão a partir do argumento do relógio, explicitado nas primeiras linhas do livro: assim como um relógio jogado no meio de um descampado revela a existência de um relojoeiro que o projetou e construiu, a existência de órgãos extremamente complexos nos seres vivos atesta a sua criação por parte de uma mente divina.

Essa obra, e o argumento nela contido, insere-se no movimento da teologia natural da Igreja Anglicana, que ganhou força na Inglaterra a partir do século XVII, manifesta em obras primordiais de história natural como as de John Ray (1627-1705) (Prestes, 2000). Para os teólogos naturais, a análise das leis, da harmonia e da beleza da natureza era um atestado da existência de um criador divino. Assim, a teologia natural levou ao desenvolvimento da investigação sobre a natureza, pois entender as leis naturais era entender as leis de Deus (Harrison, 2019). Estudar a natureza era o acesso para as leis com as quais o Criador projetou e construiu o mundo e tudo que nele existe, inclusive todos os seres vivos, até a espécie humana. Esse princípio indica, portanto, a íntima ligação existente entre religião e ciência da época, e alerta sobre a visão reduzida a um conflito unívoco entre as duas formas de saber que hoje delimitamos como a científica e a religiosa. Numa época em que o próprio termo “científico” não havia sido cunhado, e sem negar os freios impostos pelas diferentes Igrejas ao conhecimento do mundo, é preciso reconhecer que em certa medida a racionalidade da filosofia natural impregnou a teologia e a consequente argumentação teológica a favor da existência de Deus, e não apenas o contrário, como expresso tão frequentemente nas mídias.

Como parte obrigatória do currículo em Cambridge, Charles Darwin (1809-1882) conheceu as ideias dos livros de Paley e sua explicação para o design e a complexidade dos seres vivos. No livro *A origem das espécies* (1859), contrapôs-se ao argumento paleyano com o mecanismo da seleção natural. Entre outros exemplos da dificuldade de explicar como órgãos complexos podem surgir no curso da evolução dos animais, vê-se que a formação dos olhos, debatida por Darwin no capítulo VI do livro como um argumento a favor deste mecanismo, não está ali por

acaso, mas é uma indicação clara da interlocução implícita, ao longo da obra, entre o naturalista e a teologia natural. Segundo alguns autores, Darwin nunca enxergou Paley como um inimigo, mas como tendo apresentado um argumento que merecia atenção (Shapiro, 2014; Lewens, 2019). Essa visão historiográfica traz maior complexidade à abordagem das relações entre a ciência e a religião Anglicana no século XIX. Com ela, podemos desenvolver perspectivas mais congruentes para lidar com o anti-evolucionismo, como parte do negacionismo atual da ciência, nas aulas de ciências e biologia da escola básica

Autores primários: LIMA, Bruno Fancio(Laboratório de História da Biologia e Ensino - Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo); PRESTES, Maria Elice de Brzezinski (Laboratório de História da Biologia e Ensino - Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo)

OS TEXTOS E AS PRÁTICAS DE TEXTUALIZAÇÃO: ELEMENTOS PARA UMA HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA

Neste trabalho, assumindo a História Cultural da Ciência (HCC), argumentamos que são constitutivos desta perspectiva historiográfica as condições de produções dos mais diferentes objetostextuais, ou seja, as distintas textualizações. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi evidenciar e exemplificar brevemente em três estudos de casos que as condições de produção de múltiplos textos enquanto *práticas de textualização* são elementos da HCC. Por HCC, compreendemos que esta perspectiva privilegia estudos de diferentes práticas que estão relacionadas nas ações de sujeitos, para além dos cientistas, na produção da ciência e tecnologia. A partir desta compreensão de conhecimento científico, a perspectiva da HCC busca superar dicotomias sobre o conhecimento e os seus contextos, por exemplo, “ciência internalista” versus “ciência externalista”, além disso, amplia as possibilidades analíticas de textos que em outras perspectivas historiográficas eram colocados à margem dos estudos e das construções de episódios das ciências, por exemplo, as fontes primárias, produzidas pelos próprios cientistas, são consideradas geralmente como os artigos científicos publicados em periódicos, na perspectiva da HCC, essa ideia de fonte primária é alargada para panfletos, cartas, desenhos, jornais, cadernos, livros de divulgação científica, diagramas, pinturas, quadrinhos, gravuras e entre outros, produzidos por autores/sujeitos/instituições relacionados com a produção do conhecimento, do experimento ou do artefato científico-tecnológico. Compreendemos que em sintonia com essa ampliação, a partir da HCC é necessário um outro olhar analítico, ou seja, não analisar apenas o que está escrito ou retratado no texto, mas, o próprio artefato texto enquanto objeto culturalmente produzido, ou seja, o conhecimento, o experimento ou o objeto é textualizado a partir de processos de circulação ininterruptos, diversificados e entrelaçados com práticas de dimensões textuais, sociais, comunicativas, política e culturais. Nesse sentido, o que chamamos aqui de *práticas de textualização* é portanto inseparável de outras dimensões, outras práticas culturais. Como forma de exemplificar esta perspectiva, apresentamos sinteticamente três estudos de casos que analisam diferentes objetos textuais e consideram as práticas de textualização como elemento constitutivo da HCC: I) a partir de jornais do Correio da Semana, publicados em 1919 na cidade de Sobral - CE, buscamos compreender os contextos relacionados ao episódio do eclipse total do Sol que

possibilitou a corroboração empírica da deflexão gravitacional da luz, uma das bases da Teoria da Relatividade Geral; II) discutir a circulação dos fundamentos da teoria quântica através da textualização dos artigos seminais de 1935 publicados na *Physical Review*; III) a partir da análise da produção de histórias em quadrinhos que comunicam a noção de energia nuclear, publicadas na década de 1950, buscamos compreender as práticas de popularização da energia nuclear, enquanto textualização em ciências e tecnologias. Por fim, conjecturando uma educação científica e tecnológica, a partir de episódios das ciências, ao assumirmos o protagonismo de diferentes objetos textuais e interpretando-os por meio da textualização como elemento constitutivo da produção de um determinado conhecimento científico e tecnológico, esse movimento pode favorecer um ensino e uma compreensão *sobre* ciências em que se fazem presentes as dimensões científicas, textuais, sociais, comunicativas, política e culturais de uma forma emaranhada.

Autores primários: NASCIMENTO, Lucas Albuquerque do (Universidade Federal de Santa Catarina); DEL DUCA, Giovanni (UFSC); JACQUES, Vinicius (Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC); SILVA, Henrique Cesar da (UFSC)

ASPECTOS HISTÓRICOS ACERCA DO ENSINO DE GENÉTICA NO CURRÍCULO DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL

Tratar da importância dos conceitos de Genética a serem trabalhados na Educação Básica no Brasil é o foco do presente estudo que busca, por meio de um estudo histórico, apresentar os caminhos trilhados pelo ensino de Genética no currículo. A premissa é de que, ensinar os conceitos de Genética exige do professor de Ciências/Biologia estar sempre atento às inovações na área. Partimos do entendimento que o ensino de Genética na Educação Básica pode se constituir um desafio ao professor, uma vez que costuma ser considerado de difícil compreensão por parte dos alunos, tendo em vista dificuldades que possuem em compreender os conceitos a serem estudados, seja pela pouca familiaridade ou mesmo pela dificuldade em identificar os processos descritos. Posto isso, propomos o presente estudo com o objetivo de compreender aspectos históricos que caracterizam o ensino de Genética no currículo da educação básica no Brasil com a finalidade de contribuir para ampliar entendimentos acerca dos caminhos trilhados pelos conceitos abordados ao longo dos anos. Para isso, realizou-se uma pesquisa de abordagem qualitativa, em que os objetos de investigação foram artigos publicados em Anais de eventos da área do ensino de Ciências e, também, teses e dissertações publicadas no período de 20 anos (1999 a 2019) presentes na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertação (BDTD), vinculada ao órgão nacional do Instituto Brasileiro de Informações em Ciência e Tecnologia (IBICT). Foram identificadas 68 publicações que versam sobre o ensino de Genética no Brasil, sendo que 21 se aproximam do objetivo da presente pesquisa. Para o cotejamento dos resultados, tomou-se como princípio a análise temática de conteúdo, desenvolvida em três etapas: pré-análise, exploração do material e o tratamento dos resultados e interpretações. Os resultados encontrados indicaram uma evolução da presença de conceitos genéticos no ensino no Brasil. A compreensão do percurso histórico da inserção desses conceitos auxilia na aprendizagem das Ciências da Natureza, justificando pesquisas sobre o assunto, de modo a subsidiar os docentes nas suas práticas pedagógicas. Os aspectos históricos que contribuíram para a inserção dos conceitos de Genética no currículo da Educação Básica brasileira contribuem tanto para apresentar novas possibilidades de ensino/aprendizagem quanto para demonstrar a importância acerca dos acontecimentos históricos do ensino da Genética no Brasil. Embora pesquisas na área de ensino de Genética apontem algumas lacunas,

a expectativa é que os conceitos necessários para a compreensão dos novos rumos da genética sejam construídos na sala de aula, por meio de práticas que contemplem a alfabetização científica, em que o estudante consiga fazer conexões com o conhecimento científico e o mundo ao seu redor. Assim, este trabalho contribui, tanto para apresentar novas possibilidades de ensino/aprendizagem, quanto para demonstrar a importância da compreensão dos acontecimentos históricos do ensino da Genética no Brasil. Nesse sentido, torna-se importante discutir os aspectos históricos e epistemológicos nos Cursos de Formação de Professores, bem como desenvolver estratégias didáticas que possibilitem abordar esses conhecimentos em sala de aula.

Autor primário: GAMBIN, Kely Cristina (SEDUC-RS)

Coautores: ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de (UNIJUÍ); LEITE, Fabiane de Andrade (Universidade Federal da Fronteira Sul); SCHEID, Neusa Maria John (URI)

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

O uso de aspectos da História da Ciência (HC) no ensino de Ciências tem sido foco de pesquisas no Brasil, que buscam contribuir na construção de entendimentos acerca de como os estudantes compreendem os conceitos e teorias científicas, e, também, como constroem uma visão da Ciência e de cientista. Apresenta-se um estudo realizado com o objetivo de compreender aspectos que caracterizam abordagens da História da Ciência em estudos que utilizam a epistemologia de Ludwik Fleck. Ludwik Fleck, epistemólogo alemão, propôs a utilização da HC a partir de uma perspectiva social de construção de conhecimentos em que se relacionem aspectos culturais, históricos, políticos e sociais. Dessa forma, investe-se neste trabalho em um estudo de cunho qualitativo do tipo revisão bibliográfica, em que utilizou-se como objeto de investigação dissertações e teses publicadas no Brasil, que utilizam o referencial de Ludwik Fleck, disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Por meio de uma análise de conteúdo identificou-se 32 estudos, sendo 16 dissertações e 16 teses, no período de 2002 a 2019. Nos trabalhos buscou-se de que forma a HC estava sendo abordada, nesse sentido identificou-se três categorias, que tratam da HC: I) Como uma possibilidade para compreender conceitos e analisar coletivos de pensamento; II) Como um campo de estudos da área de ensino de ciências; III) Como um campo de estudos de Fleck. Os trabalhos alocados na categoria I propõe a utilização da HC como uma perspectiva de ensino, uma estratégia para trabalhar os conceitos científicos em sala de aula e indicam a utilização da HC para melhor aprender conceitos, nesta categoria observou-se 15 dos 32 trabalhos. Já na categoria II, identificou-se uma frequência menor de trabalhos, sendo quatro dos 32 observados. Nesses estudos destaca-se a possibilidade de utilizar a HC no âmbito do ensino, no entanto não caracteriza de que forma, nem tampouco sob qual ênfase, destacando os aspectos históricos como um campo da área. Com 13 trabalhos, tem-se a terceira categoria, em que os estudos citam a HC somente como uma contribuição de Fleck, não apresentando quais as características desse tipo de perspectiva no âmbito do EC. Entende-se com isso, que os estudos que utilizam a epistemologia de Ludwik Fleck contribuem para a construção de uma perspectiva adequada acerca do uso da HC no ensino, o que demonstra a importância dos estudos fleckianos para a área do Ensino de Ciências. Ainda que o referencial de Fleck seja pouco conhecido, percebe-se

através dessa pesquisa que houve um crescimento na utilização em pesquisas relacionadas ao ensino de ciências e principalmente no que se refere a HC. Tratar a tema é uma excelente possibilidade para ampliarmos entendimentos acerca de como utilizar no ensino da HC em sala de aula, pois além de ser uma facilitadora, pode contribuir no desenvolvimento do pensamento crítico, e o pensamento coletivo entre os alunos da Educação Básica.

Autor primário: SANTIAGO, Mariana de Bastos (Universidade Federal da Fronteira Sul)

Coautor: LEITE, Fabiane de Andrade (Universidade Federal da Fronteira Sul)



Comunicações Orais

A ADAPTAÇÃO DA NOMENCLATURA QUÍMICA FRANCESA DO SÉCULO XVIII PARA A LÍNGUA PORTUGUESA POR VICENTE TELLES

O uso didático da História da Ciência pode possibilitar diversos benefícios ao Ensino de Ciências, como motivar e atrair os estudantes, humanizar a ciência e fomentar a aprendizagem de conceitos e aspectos da Natureza da Ciência. Contudo, os episódios históricos implementados no ensino são majoritariamente centrados na história da ciência internacional, sem incorporar ou contemplar episódios associados à História da Ciência no Brasil. Esse cenário pode ocasionar uma visão inadequada na qual a ciência é produzida apenas internacionalmente, acarretando, com isso, no desconhecimento das atividades científicas realizadas no Brasil ou por cientistas brasileiros. Abordar episódios históricos associados à História da Ciência Nacional pode proporcionar benefícios para o ensino, como desconstruir a visão de que o Brasil não produz ciência de qualidade e estimular o pensamento crítico dos estudantes sobre a produção científica brasileira. Além disso, destaca-se que há uma escassez de pesquisas voltadas para a História da Ciência Nacional no Ensino de Ciências. Diante disso, o objetivo deste trabalho é ampliar o arcabouço de conhecimentos históricos sobre o primeiro químico moderno do Brasil, Vicente Coelho de Seabra Silva Telles (1764 - 1804). Para tanto, este trabalho utilizou a metodologia de estudo de caso histórico, que foi construído com base na leitura e análise de fontes primárias e secundárias, com o intuito de compreender a biografia de Vicente Telles, o contexto científico brasileiro e português de sua época e a construção e divulgação da sua obra *Nomenclatura Química*. Vicente nasceu em Congonhas do Campo (1764), Minas Gerais, e formou-se em Filosofia (1787) pela Faculdade de Filosofia de Coimbra. Ao longo dos anos em Portugal, Telles ocupou diferentes cargos como professor substituto na faculdade supracitada e também se tornou sócio efetivo da Academia Real das Ciências de Lisboa (1798). Ademais, Vicente escreveu diversas obras, sendo ao menos treze livros, e destas destaca-se a obra *Nomenclatura Química Portuguesa* (1801). Nessa obra, Vicente realizou a adaptação da nomenclatura química francesa, desenvolvida por Lavoisier, Berthollet, Fourcroy e Morveau (1789), optando pela implementação da desinência latina, para o desenvolvimento da nova nomenclatura química na língua portuguesa. Porém, mesmo com a necessidade de desenvolvimento desta nomenclatura padrão, devido à falta de normatização e unificação na adoção da nova nomenclatura química por parte dos químicos lusitanos, o

novo léxico químico desenvolvido por Telles não foi prontamente adotado e não obteve reconhecimento na época. Entretanto, é primordial compreender que diversos termos empregados atualmente na química foram desenvolvidos pelo químico luso-brasileiro Vicente Telles em 1801, por meio da adaptação da nomenclatura química francesa e da utilização da etimologia latina para a construção da nova nomenclatura química em português. Diante do exposto, pode-se constatar que este estudo de caso pode subsidiar a elaboração de propostas didáticas na Educação Básica com o objetivo de proporcionar a identificação dos estudantes com este químico luso-brasileiro através do resgate e a preservação da sua memória. O caso também pode promover discussões sobre a importância da nomenclatura química e problematizar a concepção de que ciência de qualidade só pode ser desenvolvida fora do Brasil.

Autor primário: MUNIZ, Leticia Alkimin (Universidade Federal de Itajubá)

Coautor: ROZENTALSKI, Evandro Fortes (Universidade Federal de Itajubá)

A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E FÉ NO PENSAMENTO DE GALILEO GALILEI: UM ESTUDO CRÍTICO DA CARTA A BENEDETTO CASTELLI (1613)

Neste trabalho, apresentamos um estudo detalhado do conteúdo da carta de Galileu Galilei (1564-1642) a Benedetto Castelli (1578-1643), escrita em dezembro de 1613, na qual o primeiro comenta sobre as relações entre o conhecimento científico e o religioso. Nesse sentido, o contexto histórico associado a correspondência é particularmente interessante, visto que a Igreja Católica estava organizando-se desde o Concílio de Trento (1545-1563) para enrijecer os dogmas teológicos através também da Inquisição, a fim de responder aos discursos emergentes dos reformistas pela Europa. Entre esses dogmas, vale destacar o modelo geocêntrico e aristotélico enquanto estrutura do Universo. Nesse modelo, a Terra é o astro que abarca em torno de si as órbitas circulares de todos os demais. Por outro lado, novas perspectivas cosmológicas também começaram a surgir na Europa, por exemplo, o modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico (1473-1543) e, mais tarde, o modelo híbrido Tycho Brahe (1546-1601). Galileu, ao menos desde 1610, quando publicou o célebre *O Mensageiro das Estrelas*, mostrou-se adepto ao heliocentrismo. Neste livro, ele apresentou uma série de observações realizadas com o telescópio, algumas desafiando a concepção aristotélica do mundo, como a perfeição da região supralunar, as fases de Vênus, etc. A carta a Castelli encontra-se convenientemente neste enredo, sendo uma correspondência de resposta ao debate na corte da família Médici em Florença (Toscana, atual Itália) acerca desses assuntos.

Na carta a Castelli, Galileu afirma que a Escritura Sagrada não detém autoridade enquanto argumento científico em discussões naturais, devido ao propósito do texto estar alinhado apenas às pautas de fé e salvação. Por outro lado, ele reconhece a natureza como uma obra de Deus que detém um sistema e funcionamento particular que pode tornar-se conhecido pelas pessoas através da experimentação e das demonstrações necessárias realizadas por pesquisadores. Assim, conclui que o conhecimento religioso está para teologia e filosofia, como o argumento natural está para ciência, estabelecendo um marco de incomensurabilidade entre os diferentes saberes. Além disso, Galileu ilustra através da passagem bíblica de Josué de que maneira a leitura literal da Escritura pode induzir falsos juízos, aqueles contrários aos dados experimentais, sobre a natureza.

Neste trabalho, buscamos apresentar um panorama dessas questões, focando numa análise detalhada do conteúdo da carta e dos argumentos de Galileu. Isso se dá porque, embora muito se comente, especialmente em contextos de sala de aula, que Galileu defendeu um modelo heliocêntrico ou, ainda, foi um opositor obstinado dos ensinamentos da Igreja, pouco se conhece sobre o que, de fato, ele declarou sobre elos entre o conhecimento científico e religioso. Veremos que, conforme dito, Galileu aplicou estratégias interessantes para mostrar que as Escrituras Sagradas não poderiam ser usadas para descrever fenômenos naturais, assim como a Ciência não detém autoridade em debates teológicos, defendendo, portanto, uma postura de autonomia entre os saberes.

Autor primário: BEZERRA, Luís Henryque Santos (Universidade Federal do ABC)

Coautor: MOURA, Breno Arsioli (UFABC)

EPISTEMOLOGÍAS INTUITIVAS EN PROFESORES UNIVERSITARIOS DE CIENCIAS NATURALES Y SOCIALES

Introducción

La investigación educativa ha señalado el papel mediador de las epistemologías intuitivas de los profesores en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia. Sin embargo, encontramos que la investigación al respecto es escasa pese a ser esencial para lograr cambios en la enseñanza de las ciencias naturales y sociales.

Utilizamos un instrumento con: 1) ítems adaptados de cuestionarios en uso acerca de epistemologías intuitivas y de elaboración propia y 2) ítems del cuestionario Literature Epistemic Cognition Scale (LECS) adaptados a la cognición epistémica en filosofía, con el fin de comparar las posiciones epistemológicas de los participantes en los dominios de la ciencia y la filosofía.

Método

Participantes

Se utilizó una muestra no-probabilística, intencional de 89 profesores universitarios de diferentes disciplinas que respondieron un cuestionario en línea usando una escala Likert de seis puntos. Se conformaron dos grupos de acuerdo con la disciplina de origen (natural o social) del participante: G1CCNN (ingenierías, medicina e informática) y G2CCSS (carreras relativas a las ciencias sociales). También se establecieron tres grupos de experiencia docente.

Instrumentos

- A. Epistemologías Intuitivas, compuesto por 21 ítems organizados en tres sub-escalas: Realismo ingenuo (RING), Realismo-racionalismo crítico (RCRI) y Constructivismo (CONS).
- B. Cognición Epistémica en Filosofía, compuesto por 16 ítems. Originalmente elaborado por Yukhymenko-Lescroart et al. (2022) Literature Epistemic Cognition Scale (LECS), fue modificado para explorar el dominio de conocimiento de la filosofía.

Análisis de resultados y conclusiones

- A. Cuestionario Epistemologías Intuitivas. Primero se examinó la confiabilidad de los ítems que conformaron cada una de las sub-escalas: Realismo ingenuo (RING), Realismo-racionalismo crítico (RCRI) y Constructivismo (CONS). Posteriormente, se sumaron los ítems de cada una de ellas para obtener la distribución del puntaje total. Una prueba de Friedman

encontró diferencias entre los rangos promedio de las tres sub-escalas, RING (rango = 1.17), RCRI (rango = 2.21) y CONS (rango= 2.61), $X^2(89, 2) = 98.963$, $p < .001$. Una prueba de Kruskal-Wallis encontró diferencias entre las respuestas de los tres grupos de experiencia docente en dos de las tres categorías.

B. Escala de Cognición Epistémica en Filosofía. Los ítems se organizaron en tres factores: Múltiples Significados (MM); Relevancia para la Vida (RL), y Múltiples Lecturas (MR). Se realizó el mismo procedimiento estadístico que con el anterior cuestionario.

Una prueba de Friedman encontró diferencias entre los rangos promedio de los tres factores, MM (rango = 2.79), RL (rango = 2.51) y MR (rango = 1.07), $X^2(89.2) = 140.270$, $p < .001$. Se realizó una prueba de Spearman en la que resaltan la relación fuerte y positiva entre CONS y MM, así como la relación entre RCRI y MM.

De acuerdo con los resultados, los rangos muestran que las y los participantes tendieron a elegir la perspectiva constructivista independientemente de su carrera de procedencia. El grupo intermedio de experiencia docente eligió predominantemente RING o RCRI, mientras que los de menor y mayor experiencia se decantaron hacia el constructivismo. Por último, se encontró una relación positiva y fuerte entre Constructivismo (CONS) y Múltiples Significados (MM).

Autor primario: MONROY-NASR, Zuraya (UNAM)

Coautor: LEÓN-SÁNCHEZ, Rigoberto (UNAM)

RELAÇÕES ENTRE COMUNICAÇÃO DA CIÊNCIA E NATUREZA DA CIÊNCIA COMO POSSÍVEIS CAMINHOS PARA A PROMOÇÃO DE UMA EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA GLOBAL

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, metade dos estudantes concluem a Educação Básica tendo aprendido muito pouco. Desse modo, indicadores de educação científica continuam evidenciando desigualdades de diferentes naturezas. Assim, um dos desafios atuais dos indivíduos envolvidos com a Educação em Ciências (EC) – e que foi escancarado com a pandemia de COVID-19 – é tornar a Ciência¹ um bem público e comum. Caso contrário, movimentos negacionistas poderão ganhar mais espaços. Logo, tomando a Ciência como uma linguagem comum e pautadas no conceito de Ciência Aberta (CA)², neste trabalho teórico, apontamos algumas relações que podem ser estabelecidas entre Comunicação da Ciência (CC) e Natureza da Ciência (NdC) como possíveis caminhos para a promoção de uma educação para a cidadania global (ECG). Visando compreender o processo de comunicação da Ciência de maneira ampla, estudamos trabalhos tanto de autores da área de EC quanto daqueles que se afiliam aos estudos sociais da Ciência. A partir disso, propomos que tal processo ocorre entre três grandes grupos de indivíduos: especialistas, os cientistas; não especialistas, os divulgadores científicos, jornalistas e funcionários e colaboradores de museus de Ciências; e o público em geral. Na sequência, elencamos e explicamos: alguns dos objetivos e papéis que tais indivíduos podem ter e assumir; os modos de comunicação que eles podem adotar; as fontes que geralmente eles usam para se comunicar; e como buscam garantir a confiabilidade dos conhecimentos que comunicam. Dentre as várias relações estabelecidas, destacamos como exemplos: a construção de conhecimentos científicos é um dos objetivos de especialistas; ser mediadores de tais conhecimentos é um dos papéis de não especialistas; uso de mídias sociais é uma das fontes usadas pelo público em geral para comunicar esses conhecimentos a partir de diferentes linguagens; e ocorrência de revisão por pares e/ou reconhecimento de conflitos de interesses deve permear o trabalho de especialistas. Ensejando a promoção de uma ECG, que vise o desenvolvimento de opiniões públicas informadas e críticas, nos parece promissor aplicar o conceito de CA de maneira ampla, em contextos regulares de ensino, considerando possíveis relações entre CC e NdC que podem ser estabelecidas via discussões –

contextualizadas, explícitas e integradas aos conteúdos em estudo ou problemas em investigação – de exemplos como os apresentados. Entendemos que tais relações podem iluminar e desvendar possíveis caminhos para a superação de um dos maiores desafios do ensino de Ciências na sociedade contemporânea: alfabetização científica e midiática.

1 Aqui entendida como um domínio de conhecimentos de diversas áreas que visam explicar o mundo natural e gerar questões cuja busca de respostas favoreça melhores condições de vida para o ser humano.

2 Segundo António Névoa, CA se refere a um conjunto de tendências que procuram afirmar a importância do compartilhamento de conhecimentos científicos, da colaboração entre cientistas e de uma maior presença da Ciência na sociedade.

Autor primário: SANTOS, Monique (Universidade Federal de Minas Gerais)

Coautor: JUSTI, Rosária (Universidade Federal de Minas Gerais)

A VISÃO DE NIELS BOHR SOBRE O SURGIMENTO DA MECÂNICA QUÂNTICA

O uso didático da História da Ciência (HC) no Brasil tem sido recomendada desde os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio 1999 e, mais recentemente, pela Base Nacional Comum Curricular, documento curricular vigente e norteador para a construção dos currículos da Educação Básica. Em tais documentos, destaca-se a necessidade da contextualização sócio-histórica dos conhecimentos científicos e os processos envolvidos em sua obtenção. Destaca-se, ainda, na literatura de Ensino de Ciências a necessidade de se promover o ensino da Natureza da Ciência, termo que compreende questões relacionadas à construção do conhecimento científico, seus fundamentos, procedimentos metodológicos e sua história. Apesar de tais contribuições, a implementação da HC no Ensino de Ciências enfrenta obstáculos como a pouca disponibilidade de materiais didáticos adequados historicamente e pedagogicamente. Assim, o presente trabalho se propõe a construir um estudo de caso histórico sobre Niels Bohr, buscando compreender sua visão sobre a ruptura entre a mecânica clássica e quântica. Para respondê-las, adotou-se as orientações metodológicas da historiografia da ciência contemporânea, em particular, a seleção de fontes primárias como “Sobre a Constituição dos Átomos e Moléculas”, publicado como uma sequência de três trabalhos na *Philosophical Magazine* durante o ano de 1913, e secundárias, interpretando o passado de maneira diacrônica. Para orientar a leitura e escrita do caso definiram-se os seguintes temas: i) biografia do cientista; ii) o contexto científico e social da época; iii) e a visão filosófica de Bohr sobre a ruptura entre a mecânica clássica e a quântica durante o período de 1901 -1913. Foi possível perceber a forte influência da criação e do contexto social em que Niels nasceu, as discussões vigentes na época, como a Conferência de Solvay e o quantum, além dos estudos de Bohr no doutorado que suscitaram questões que viriam a ser importantes para seus trabalhos. As ideias contidas nos trabalhos de Bohr revelam que ele reconhece a complexidade dos momentos vividos, apontando logo na introdução “o resultado da discussão destas questões parece ser um reconhecimento geral de que a eletrodinâmica clássica não consegue descrever o comportamento de sistemas de dimensões atômicas” (BOHR, 1979, p. 96). A partir do caso histórico questões sobre o processo de construção das ideias científicas, as inseguranças e questionamento vividos por Bohr podem ser usados no Ensino de Ciências para se discutir sobre a “verdade”, o papel da comunidade científica na construção do conhecimento

e como a criação dessa nova teoria científica despertava certos receios e desconfianças de seus colegas. Outro ponto presente no estudo é a vinculação feita pelo cientista com questões experimentais, comumente justificando a proposição de sua teoria com os dados obtidos no laboratório de Rutherford e de outros pesquisadores. Isso ilustra o papel dos experimentos na elaboração dos conhecimentos científicos e como este tipo de dado possibilita uma maior confiança para que sejam desenvolvidas novas teorias, podendo ser discutidas em sala de aula com o objetivo de problematizar até que ponto dados empíricos podem sustentar novas compreensões científicas.

Autores primários: FERREIRA, Jade Carvalho (Universidade Federal de Itajubá); ROZENTALSKI, Evandro Fortes (Universidade Federal de Itajubá)

EXPLORANDO POSSIBILIDADES PARA O USO DE ILUSTRAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA: O CASO DA ICONOGRAFIA DA ÓPTICA NO SÉCULO 18

Neste trabalho, apresento um estudo iconográfico de ilustrações em óptica produzidas no século 18 em livros técnicos, manuais e enciclopédias. Foram selecionados quinze materiais, com base em sua relevância no período (popularidade, alcance, número de edições etc.). Na análise desses materiais, foi possível observar um padrão para as ilustrações em óptica, especialmente aquelas representando fenômenos ópticos como a refração e a reflexão e outras representando instrumentos, seguindo tendências teóricas e experimentais em voga na época. Por exemplo, no fenômeno da refração, foi comum encontrar ilustrações do fenômeno de caráter puramente geométrico, com linhas e setas, bem como fundamentadas numa concepção mecânica para a luz, em que os raios luminosos sofreriam refração por serem atraídos para os corpos mais densos. Por sua vez, em relação aos instrumentos, observou-se, por exemplo, que a representação de microscópios foi frequentemente padronizada nesses materiais, mostrando os mesmos modelos disponíveis na época. Como parte complementar do estudo iconográfico, busquei identificar seus ilustradores e sua relação tanto com esse ofício especificamente quanto com os autores dos livros.

No contexto do ensino de ciências e de física, o uso de ilustrações tem sido debatido há considerável tempo na literatura. Há um consenso de que as ilustrações podem facilitar o ensino de conceitos científicos, embora a qualidade das ilustrações, a precisão científica e a influência de concepções pré-existentes nos alunos sejam pontos a serem considerados. Adiciono a esses pontos a importância de analisar adequadamente as ilustrações, não as tratando como mero ornamento às aulas, e de entender o contexto em que foram produzidas, inclusive trazendo à tona seus elaboradores, tão frequentemente invisibilizados na história da ciência.

No caso do presente estudo, a discussão das ilustrações do século 18 em óptica ressalta a criação de figuras padronizadas para simbolizar os fenômenos luminosos. Isso pode ser especialmente significativo na formação de professores, pois permite que compreendam que esse tipo de representação não é produto de épocas recentes e que foram, em larga medida, resultado de uma concepção coletiva sobre como ilustrar fenômenos ópticos. Além disso, o estudo fornece subsídios para que se compreenda como eram os instrumentos ópticos e como

se davam as observações com eles. Em um contexto em que alunos e professores se deparam apenas com representações modernas de instrumentos como o microscópio e o telescópio, a análise das ilustrações do século 18 pode proporcionar uma compreensão mais ampla sobre suas características, especialmente seus aspectos mais complexos, bem como sobre instrumentos não tão debatidos atualmente, como a lanterna mágica e a câmera escura, e seus usos no período. Outras possibilidades de uso deste estudo serão discutidos durante a apresentação no evento.

Autor primário: MOURA, Breno Arsioli (UFABC)

MULHERES NAS CIÊNCIAS E AS CONTRIBUIÇÕES INTELECTUAIS DE HYPATIA DE ALEXANDRIA PRESENTES NAS EPÍSTOLAS DAS CARTAS DE SINÉSIO DE SIRENE

A Antiguidade Clássica e a Final Pagã se sobressaem, entre outras particularidades intrínsecas aos saberes que se desenvolveram em uma região específica - que atualmente chamamos de Europa -, pela presença histórica de pensadores e eruditos, sobretudo greco-romanos. Em nossa tradição cultural ocidental, predominou um apagamento das contribuições anteriores e contemporâneas de inúmeros outros povos ao redor do planeta, que também buscavam sua própria forma de sobrevivência e transcendência no ambiente ao seu redor. Desta forma, com o destaque dos homens nos campos da intelectualidade e com a ausência e o apagamento dos saberes desenvolvidos em continentes como a África e a Ásia, as mulheres raramente são mencionadas contribuintes de conhecimentos filosóficos, astronômicos ou matemáticos, nesses períodos, mas a pensadora Hypatia de Alexandria (370 d.C – 415 d.C) está nesta redoma de mulheres raramente discutidas. Contudo, a repercussão da sua trajetória se torna predominante na literatura a partir de episódios históricos que salientam com ênfase a sua nefasta morte e ou as suas relações interpessoais com importantes membros da sociedade alexandrina. Hypatia, que era filha de Theon de Alexandria e que por incentivo do mesmo desenvolveu estudos categóricos nos campos da Matemática, da Filosofia e da Astronomia, torna-se professora em Alexandria bem como diretora (última) do Museu e da Biblioteca daquela cidade. Seu perfil como mestra pode ser conhecido e estudado através das fontes primárias que a descrevem em diversas etapas de sua vida. De 370 d.C à 415 d.C algumas narrativas analisadas nessas fontes trazem a Hypatia professora, filósofa, astrônoma e construtora, o que possibilita, desta forma, promover o seu protagonismo no campo intelectual da História das Ciências. Como forma de enfatizar esses perfis que estão vinculados ao intelecto da filósofa, o trabalho do bispo Sinésio de Sirene (373 d.C – 414 d.C) apresenta a Hypatia de Alexandria aos olhos de seu ex estudante e discípulo. Mesmo sendo um contemporâneo a ela, em suas Cartas, registradas categoricamente como epístolas, Sinésio de Sirene não somente expõe o trabalho e os pedidos de colaboração à Hypatia, mas também expressa seu intenso afeto e admiração pela mesma, o que nos possibilita compreender nuances do trabalho e da mulher da Alexandria Final Pagã. Retratar tais particularidades corroboram para que as escritas das narrativas sobre as mulheres nas Ciências tragam não

somente as suas contribuições na intelectualidade, mas também nas análises críticas a respeito do processo histórico de invisibilização das mesmas na literatura. Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla, que busca fundamentar tais discussões para abordagens sobregênero e natureza das ciências na formação de professores.

Autores primários: FORATO, Thaís Cyrino de Mello; LIMA PEREIRA, Crislanda (NelcySouza Lima)

O ANUN(S)CI-AR(T) DA ABERTURA DA EXPOSIÇÃO ART(SCI)CULADA: A HUMANIZAÇÃO E A PLURIDIVERSIFICAÇÃO DO APRENDER A APRENDER DO SER E DO SABER CIENTÍFICO-FÍSICO

Considerando o contexto das violações de direitos humanos nas condições do aprender e do produzir de conhecimentos científico-acadêmicos e, também, no cenário das opressões, ridicularizações, compartimentalizações e uniformizações do ser e do saber, nesta pesquisa se delimita uma pergunta: de que maneira se implementa uma ‘Expo(r)-(po)sição Art(sci)culada’ (que *expõe posições* históricas, epistemológicas, científicas, educacionais, artísticas e de outras naturezas de modo *articulado*) em uma disciplina eletiva de um Programa de Pós-Graduação (PPG) e que sequelas dela emergem para se (re)pensar o processo de aprender a aprender do ser e a maneira contínua de (re)aprender o saber científico-acadêmico, especialmente, do campo da física?

Questão, esta, que se condensa no objetivo de explorar e disseminar um entendimento mais humanístico e pluralístico tanto dos modos de aprender quanto de produzir conhecimentos na formação (continuada) de docentes da área da física. Algo passível de ser mobilizado pelos referenciais educacional de Carl R. Rogers, metodológico (alinhado à proposta das artes expressivas) de Natalie Rogers e epistemológico de Paul K. Feyerabend. Isto ao se planejar a aplicação de uma proposta didática ou, melhor, a execução de uma ‘Expo(r)-(po)sição Art(sci)culada’ em uma disciplina eletiva de um PPG que propicie a criação e a apresentação de projetos artísticos (embasados no conteúdo-temático-científico de uma história em quadrinhos (HQ), bem como de seus textos associados) que possam ser, posteriormente, direcionados ou utilizados em aulas de física ou em outros espaços.

Para tanto, se busca (i) explorar a proficuidade da interlocução arteciência por meio de exemplificações e de relações históricas, epistemológicas, científicas e artísticas; e (ii) discursar sobre as transformações nas maneiras de se perceber, compreender e conceber o mundo (científico-físico) através de registros imagéticos bidimensionais (intrínsecos à subárea das artes visuais) produzidos em alguns segmentos históricos abrangidos entre os séculos XIII e XX, a partir da elaboração de dois textos e à luz da historiografia da ciência e da arte. Destaca-se, a título ilustrativo, o período do cume do Renascimento e do conhecimento (e.g., atrelado a aspectos cosmológicos, astronômicos e matemáticos do mundo) com Nicolau

Copérnico (1473–1543), por meio dos *Commentariolus* (1514) e *De revolutionibus orbium coelestium libri sex* (1543), e a expressão artística do cosmos heliocêntrico na obra *Giudizio Universale* (entre 1536 e 1541) de Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni (1475–1564). Também se visa (iii) materializar o conteúdo-temático-científico em uma HQ a partir de elementos estruturais teóricos da arte sequencial presentes nos estudos dos quadrinistas Will E. Eisner e Scott McCloud.

Além disso, se tem o intuito de propiciar a humanização e a pluridiversificação do (re)aprender do ser e do saber científico-físico ao se explorar perspectivas de convergências entre os aportes rogerianos e feyerabendiano na implementação da 'Expo(r)-(po)sição Art(sci)culada' (subsidiada pela HQ e pelos textos a ela associados) em uma disciplina eletiva de um PPG, voltada a estudantes da área de pesquisa em ensino de física, para abrilhantar as diversas formas de pensar, criar, expressar, socializar, analisar e comunicar saberes, sobretudo o científico por intermédio do âmbito artístico, em um ambiente receptivo aos distintos modos de aprender.

Autor primário: JORGE, Letícia

A GÊNESE DA TERMODINÂMICA OCULTA DE LOUIS DE BROGLIE E SUAS POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DE MECÂNICA QUÂNTICA

Apesar de ser uma das teorias de maior sucesso na Física, a Teoria Quântica (TQ) é permeada por controvérsias acerca de seus fundamentos e interpretações desde suas origens. O sucesso da Teoria se deve às suas inúmeras aplicações tecnológicas e corroborações experimentais. As controvérsias, por outro lado, se devem a um rompimento com as noções clássicas de causalidade, determinismo e continuidade, além do fato de a teoria ter sido desenvolvida a partir do trabalho de diferentes cientistas com diferentes concepções ontológicas e epistemológicas; tais controvérsias, no entanto, são pouco mencionadas nos usuais cursos e livros didáticos relacionados a área, os quais atêm-se somente a operacionalização e aplicação da teoria. No presente trabalho, partimos do entendimento que a inserção de episódios históricos e questões da Filosofia da Ciência pode potencializar o ensino de Física na medida em que contribuí para o desenvolvimento de uma visão mais ampla acerca da natureza da ciência e, ainda, pode favorecer a compreensão de tópicos específicos das teorias. No entanto, é importante ressaltar que nem todo o episódio histórico é adequado para tal fim, é necessário uma análise prévia do episódio para avaliar sua potencialidade e a forma com que pode ser inserido no ensino. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é investigar o episódio envolvendo a gênese da Termodinâmica Oculta proposta por Louis de Broglie em 1964, seus fundamentos, formalismo e influências externas. De forma breve, após a derrota do grupo realista na conferência de Solvay em 1927, e o estabelecimento da interpretação anti-realista hegemônica da TQ, o realista L. de Broglie se afasta das discussões acerca da interpretação e dos fundamentos da teoria, permanecendo pelos próximos anos ministrando cursos e investigando Física teórica no Instituto Poincaré. Uma proposta consistente de interpretação realista causal para a teoria surge novamente apenas em 1952 a partir dos trabalhos de David Bohm, o qual retoma algumas das antigas ideias de L. de Broglie da década de 1920. Motivado pelos trabalhos de Bohm, assim como alguns de P. Dirac e J. Terleski nas décadas de 1950/60, de Broglie retoma algumas de suas antigas ideias e propõe sua Termodinâmica da Partícula Isolada visando propor uma explicação causal para a presença de probabilidades na MQ. A proposta se baseia na hipótese de um meio, ou fluido, sub-quântico capaz de interagir (trocar energia) com as partículas usuais e seus campos de onda associados. Nisso, as probabilidades

da MQ são oriundas da interação entre as usuais partículas com um meio mais fundamental, análogo a descrição da Mecânica Estatística para uma partícula em um fluido clássico. Desta forma, pode-se descrever uma partícula isolada microscópica como estando em um banho térmico com uma espécie de termostato oculto em um nível mais fundamental, ambos trocando calor e possuindo valores de temperatura e entropia. A partir da investigação da proposta de Louis de Broglie pretendemos avaliar a possibilidade de sua inserção enquanto episódio histórico no ensino de Mecânica Quântica de uma forma adequada, visando possibilitar discussões acerca da História e Filosofia da Ciência no ensino.

Autor primário: ROSA, Afonso Werner da (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Coautor: LIMA, Nathan (UFRGS)

VISÃO DE CIÊNCIA E DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS, A PARTIR DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

Tomando como pressuposto que as concepções de professores sobre o que seja a Ciência e o conhecimento científico podem afetar a práxis docente e que a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) tem sido utilizada como referência em currículos da Educação Básica desde a década de 1980, este trabalho procurou analisar como a PHC delimita esses conceitos. Para isso, foram desenvolvidos dois movimentos pautados na análise de conteúdo, tomando indicadores a priori baseados em critérios ontológicos e epistemológicos que caracterizaram tais concepções. Estes foram empregados como guias para a seleção de fragmentos de interesse que permitissem compreender as concepções de Ciência e conhecimento científico, presentes (ou não) nessa práxis pedagógica. O primeiro movimento visou evidenciar as compreensões presentes em seis obras clássicas da PHC, enquanto o segundo centrou-se em dois livros que discutem o ensino de Ciências nessa perspectiva. A análise do primeiro grupo mostrou que essa teoria pedagógica compreende a realidade como objetiva e cognoscível, a partir da mediação entre o concreto real e a sua representação mental, validada pela objetividade da lógica dialética como fundamento. Assim, entende-se que a visão de Ciência nessa Pedagogia assume posições epistemológicas tendo o realismo crítico como essência, o intelectualismo como origem e o criticismo como possibilidade de conhecimento. Também, evidencia-se a compreensão de que há uma estreita relação da Ciência com demais elementos da sociedade, em especial a influência da ideologia dominante no processo de construção do conhecimento sistematizado, portanto não há neutralidade nesse processo. Seguidamente, nas obras que orientam o ensino de Ciências nessa perspectiva, foi possível perceber a valorização da discussão sobre critério de verdade e a relação ciência-sociedade, o que pode ser relacionado à histórica influência do chamado positivismo lógico no âmbito das Ciências da Natureza, visão contrária àquela contida na PHC. Assim, observa-se que os livros do segundo grupo enfatizam a não neutralidade do conhecimento; a coincidência com a realidade como forma de conferir a validade dos modelos científicos; e a importância da linguagem científica para a objetividade do conhecimento científico pelo estabelecimento de argumentos e discursos coerentes, objetivos e verificáveis. Em relação à influência de sociedade, foi explicitada a visão externalista de Ciência, por meio das crescentes demandas por aumento da produtividade e de desenvolvimento econômico, que

podem determinar objetivos de estudo e condições materiais para o desenvolvimento de pesquisas, por exemplo. Além disso, foi possível destacar a posteriori, a partir de categorias emergentes, que a Ciência é entendida como uma atividade metódica e crítica, voltada à resolução de problemas e que possibilitou um conjunto de conhecimentos sistemáticos e objetivos, organizados em uma estrutura lógica, coerente e totalizadora. Logo, o conhecimento científico é produto da prática social, portanto histórico e socialmente determinado, que tem por objetivo superar o saber de senso comum sobre a realidade e possibilita a elaboração de uma visão de mundo coerente e objetiva. Sendo assim, a Ciência é caracterizada como a principal e mais desenvolvida forma de conhecimento humano. Por fim, entende-se que essas características condizem com os pressupostos do materialismo histórico-dialético, base da concepção pedagógica analisada.

Autor primário: STADLER, João Paulo (Instituto Federal do Paraná / Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

Coautores: ALBERTO MARQUES, Carlos (Universidade Federal de Santa Catarina); Dr. LAMBACH, Marcelo (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA GÊNESE DO PRINCÍPIO DE TRABALHO VIRTUAL PARA O ENSINO DE MECÂNICA CLÁSSICA

Resultados importantes da Mecânica Clássica podem ser deduzidos com o uso do Princípio de Trabalho Virtual (PTV). Entretanto, esse princípio costuma ser timidamente explorado em contextos educacionais, sendo costumeiramente mobilizado de modo passageiro nas deduções das equações de Euler-Lagrange. Além disso, predomina nos livros didáticos certa confusão sobre a origem e a razão de ser desse princípio na construção da mecânica, gerando dificuldades para o entendimento do seu sentido e significado. Procurando contribuir para o enriquecimento das discussões sobre o PTV em contextos didáticos, apresentamos neste trabalho uma análise histórica da gênese desse princípio. Mostramos que significativa parcela das mecânicas Lagrangiana e Hamiltoniana foram fortemente influenciadas por ideias vinculadas com os conceitos de deslocamento e velocidade virtual, cujo desenvolvimento inicial remonta à Aristóteles e atingiria um status de princípio geral apenas com Johann Bernoulli. Foi por meio de uma combinação do PTV com uma versão modificada do Princípio de D'Alembert que Lagrange obtém, segundo suas próprias palavras, “uma espécie de fórmula geral que contém a solução de todos os problemas relativos ao movimento dos corpos”. O papel do cálculo variacional nessa mecânica - já em efervescência à época - é menor do que se costuma afirmar sobre as proposições de Lagrange, uma vez que ele sequer foi necessário para levar à cabo a sua “fórmula geral”. Uma transposição didática dos conceitos da Mecânica Clássica que não ressalta esses aspectos incorre no risco de comprometer a lógica estruturante da rede hipotético-dedutiva que sustenta o corpo de conhecimento dessa Ciência. Por isso, neste trabalho fazemos um resgate histórico do PTV, esclarecendo sua evolução, bem como as implicações dessas ideias na gênese da Mecânica Clássica. Busca-se explicitar as hipóteses basilares dos cientistas e pensadores que contribuíram para o desenvolvimento desse princípio e suas consequências. Por exemplo, Aristóteles, alinhado ao paradigma platônico, concebeu uma lei (análoga ao que hoje chamaríamos de lei de trabalho virtual) para a estática com base em premissas metafísicas sobre as propriedades do círculo, a figura geométrica perfeita para os gregos. Já Lagrange, cerca de 2 mil anos depois, justificava a mesma lei, porém aplicada à dinâmica, atribuindo uma causalidade diferencial aos fenômenos físicos, em uma tentativa de livrar a mecânica de propriedades “obscuras” e finalísticas. Tais

concepções haviam ganhado força com ideias de Leibniz e Maupertuis, que se encontravam no âmbito da filosofia e da religião. Considerando os desafios associados à compreensão e ao ensino do PTV pelos estudantes relatados na literatura, diversos exemplos de aplicação desse princípio serão abordados, todos dispensando a formulação variacional do cálculo. Em particular, damos enfoque à concepção moderna de deslocamento virtual como suporte para facilitar a compreensão da matemática subjacente à formulação. Evidenciando o caráter social da construção da mecânica ao mesmo tempo em que são debatidos o sentido e o significado do PVT, espera-se contribuir para um ensino de Mecânica que proporcione aprendizagem tanto sobre a natureza da ciência, como de conceitos e leis da Física.

Autor primário: WEBER, Rodrigo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Coautor: ALBUQUERQUE HEIDEMANN, Leonardo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

¿QUÉ APORTES A LA NATURALEZA DE LA CIENCIA PROMUEVE LA DISCUSIÓN DE ASUNTOS SOCIOCIENTÍFICOS?: EL CASO DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

La discusión acerca de la naturaleza de la ciencia (NOS, siglas en inglés) se inicia en la década de 1990 y sigue activa, con nuevos aportes teóricos y diseños didácticos. Estos debates en la didáctica de las ciencias naturales se han estructurado en torno a los contenidos y competencias de NOS que se deben/pueden enseñar en los distintos niveles educativos. En este proceso se ha pasado de listados de ideas centradas en las características del método científico y del conocimiento construido mediante su aplicación, a consideraciones epistemológicamente más robustas sobre cómo se construye ese conocimiento, los procesos intelectuales, lingüísticos y materiales involucrados y las instituciones en las que se desarrolla, considerando los contextos culturales y sociales en los que se produce, valida y circula la ciencia.

Nuestra sociedad está inmersa en problemáticas complejas (cambio climático; escasez energética, pandemias, etc.) sobre las que se deben tomar decisiones fundamentadas. Estos problemas cargan con una incertidumbre inherente, y requieren soluciones urgentes, porque en las decisiones se ponen en juego cuestiones extremadamente importantes, como la vida, y, además del trabajo interdisciplinario entre científicos, se debe incluir a otros actores de la sociedad. Estos problemas, en los que la ciencia no puede construir teorías que puedan explicarlos completamente ni hacer predicciones contrastables con los hechos para brindar soluciones sencillas o rápidas corresponden a la era de “ciencia posnormal”.

Un ejemplo reciente ha sido la ola calor y sequía extrema vivida en Argentina durante más de 15 días el pasado verano, señalado oficialmente como el verano más cálido desde 1961. Estos fenómenos causaron situaciones de gran tensión entre los ciudadanos, dada la notable diversidad de opiniones sobre las medidas a tomar en relación a la suspensión de actividades; la flexibilización del horario escolar, la falta de agua o la alta demanda de energía eléctrica, muchas de estas discusiones mediatizadas por los resultados controvertidos de medidas adoptadas durante la pandemia. En este contexto de posnormalidad, las estrategias de predicción y control clásicas no funcionan; y se debe construir conocimiento científico para una anticipación y un manejo responsable, que incluya la preparación ciudadana para la acción individual y colectiva frente a la eventual ocurrencia de estos fenómenos naturales.

El enfoque de NOS denominado “parecidos de familia” permitiría un abordaje educativo de este tipo de problemáticas como asuntos sociocientíficos, a partir de un análisis crítico de perspectivas metacientíficas. En consonancia, en nuestra propuesta, entendemos la ciencia como un sistema cognitivo y social cuyas actividades tienen una serie de objetivos acordes con normas institucionales, sociales y éticas. La discusión de estos aspectos en la escuela secundaria enriquecería la comprensión del propio contenido científico, permitiéndonos, entre otras cosas, pensar críticamente sobre la interdisciplinariedad o el uso de modelos y simulaciones en el estudio de estos fenómenos. Con ello, podemos fomentar en el estudiantado la competencia de toma de decisiones fundamentadas y responsables para la prevención de riesgos, a partir de la comprensión sobre las disciplinas y saberes involucrados en estos fenómenos, así como las relaciones con aspectos políticos, económicos y culturales.

Autor primario: SEOANE, María Eugenia

Coautores: ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; ARRIASSECQ, Irene; GRECA, Ileana María

DESENVOLVIMENTO DO PCK DE PROFESSORES DE FÍSICA SOBRE O USO DAS MULTIRREPRESENTAÇÕES NUM ESTUDO DE AULA

A perspectiva do conhecimento pedagógico do conteúdo – PCK, apresentada em Shulman, passou a ser ampla e profundamente investigada em diferentes campos científicos, entre eles na área do Ensino das Ciências. Nesta perspectiva, o uso das multirrepresentações (MR) para abordar conceitos e fenômenos na componente curricular Física traz contributos também para o professor, na medida em que as investigações em sala de aula enfatizam que nem sempre os professores as usam de modo a permitir aos alunos compreender os conceitos científicos.

Uma das abordagens formativas que contemplam esses aspetos, crescentemente utilizadas na formação inicial e continuada de professores em diferentes áreas do conhecimento, é o estudo de aula (lesson study). Originário do Japão, caracteriza uma abordagem de desenvolvimento profissional de professores com foco na prática letiva e apoiada em dois princípios fundamentais: a colaboração e a reflexão. Por centrar-se na prática letiva, os estudos de aula têm embasado investigações sobre aspectos relacionados à aprendizagem de tópicos curriculares diversos, como por exemplo, as MR e o seu papel na aprendizagem das ciências. Nesta direção, os estudos de aula, pela sua natureza e características, constituem-se em contexto para a concretização de mudanças no Ensino de Física, por oportunizarem abordagens de sala de aula que favorecem a mobilização, exploração e articulação das MR, contribuindo para a aprendizagem dos alunos.

Instigados pelas possibilidades das MR no Ensino de Física, realizamos uma investigação envolvendo professores de Física, participantes em um estudo de aula, visando analisar suas aprendizagens no uso das multirrepresentações no ensino. O tópico escolhido pelos professores para o aprofundamento foi a Lei de Ohm, pelo fato de que os alunos geralmente apresentam dificuldade em compreender esse conceito, associando apenas ao uso da equação que o representa.

O estudo de aula envolveu 18 encontros de 2,5 horas cada. O material empírico do estudo constitui-se das transcrições das gravações em áudio das sessões do estudo de aula, da aula de investigação, das entrevistas realizadas aos professores ao final do processo, assim como dos materiais produzidos pelos alunos na realização das atividades.

A análise qualitativa e interpretativa, conforme processo analítico baseado na análise de conteúdo, evidenciou, na perspectiva dos professores participantes, que a ênfase nas MR favoreceu o ensino da Lei de Ohm, porque oportunizaram a obtenção das informações complementares, a realização das interpretações restritas e a construção das compreensões aprofundadas. Considerando as complexidades da MR, os professores examinaram quais informações realmente são acessíveis aos alunos e como podem usá-las, encorajando-os a buscar uma maneira eficaz de integrar várias representações para auxiliar no processo de aprendizagem.

Autor primário: Mx TOMKELSKI, Mauri Luís (Universidade de Lisboa - SEDUC RS)

Coautor: BAPTISTA, Mónica (Universidade de Lisboa)

UMA ANÁLISE DA VISÃO DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA SOBRE A ORIGEM E RAZÕES DOS ERROS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

A Álgebra é um importante campo da matemática que estuda interações de variáveis e as representa abstratamente. Com isso, sua aprendizagem pode ser desafiadora, levando a frequentes erros que podem prejudicar a compreensão geral dos alunos dificultando o progresso em outras áreas da matemática e disciplinas relacionadas. Nessa perspectiva, Brousseau (1986) demonstrou grande interesse em entender como os alunos aprendem matemática, contribuindo com a Teoria das Situações Didáticas, que investiga as interações entre alunos, professores e o saber, o que ficou conhecido como Triângulo Didático. Essa abordagem coloca o aluno em uma posição ativa na busca pelo conhecimento e considera os erros como parte importante do processo de aprendizagem. Com o objetivo de compreender as concepções dos professores de matemática acerca das razões dos erros na aprendizagem da Álgebra, o presente trabalho aborda as possíveis origens e razões dos erros com base na pesquisa de Gagatsis e Kyriakides (2000). Em suas pesquisas, estes autores aplicaram um questionário do tipo Likert para analisar quais seriam as interpretações dos professores sobre as razões dos erros matemáticos cometidos por estudantes. No presente trabalho, foi realizada uma modificação nas escalas de concordância do questionário para possibilitar uma descrição mais precisa e detalhada da frequência de ocorrência dos eventos pelos participantes. A diferença entre as duas escalas reside na especificidade da descrição dos valores intermediários, sendo a nova escala considerada mais precisa nesse aspecto. Os sujeitos dessa pesquisa foram 26 professores de Matemática da educação básica, de escolas públicas e privadas do Estado do Rio de Janeiro. Os instrumentos de pesquisa incluíram um questionário Likert de 13 itens contendo cinco níveis de concordância e uma questão aberta acerca de outras possíveis razões e origens dos erros na visão dos professores. Os resultados mostraram que a maioria dos professores atribui a razão dos erros ao aluno, afirmando que, na maioria das vezes (ou em todas as vezes), o aluno é o principal agente responsável pela ocorrência dos erros no processo de aprendizagem devido à atitude do estudante em relação à matemática, falta de atenção ou conhecimento inadequado. Em contraste com a visão de Brousseau (1986), que enfatiza o papel do professor em auxiliar os alunos a identificar e corrigir erros, não apenas ensinando os conceitos matemáticos, mas compreendendo as experiências prévias e

os conceitos que cada aluno já possui, os professores entrevistados raramente identificaram origens relacionadas às suas próprias atitudes, tais como propor problemas inadequados ou adotar formas inadequadas de ensino, sendo estas caracterizadas com baixa frequência, relacionadas ao fato de nunca ocorrerem (ou ocorrerem poucas vezes). Isso indica a importância de os docentes trabalharem para ajudar os alunos a identificar e corrigir seus erros, pensando em novas práticas para fortalecer as habilidades básicas e a compreensão dos conceitos da Álgebra. Os resultados indicam que, de modo geral, os professores não consideram a natureza da própria matemática como uma razão para os erros dos alunos, o que está em discordância com a visão bachelardiana de obstáculos epistemológicos como parte do conhecimento.

Autor primário: CARVALHO, Lorrene Andrade Lima de

Coautor: MACHADO, Juliana

EM DIREÇÃO A UMA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA A CIDADANIA COSMOPOLÍTICA

Grande parte dos problemas contemporâneos se estabelecem na interface entre ciência e sociedade e costumam encontrar solução na articulação entre o conhecimento científico e a política. Desse modo, para que os cidadãos sejam capazes de tomar posição frente a questões sociocientíficas, é imprescindível a compreensão de aspectos políticos e sociais de sua comunidade e também de ciências e sobre ciências. Entretanto, embora a formação para a cidadania seja um repertório comum nos discursos da área de Ensino e Educação em Ciências, não existe um consenso sobre o modelo ideal de cidadão que as Ciências pretendem formar. Dessa forma, o presente trabalho consiste em um ensaio teórico que pretende discutir o papel do conhecimento científico na formação do cidadão e refletir sobre a necessidade de ampliação sobre discussões na articulação entre ciência e política. Quando se trata da definição de cidadania cada modelo democrático prevê uma conceitualização diferente e, portanto, propostas diferentes para a utilização do conhecimento científico. Perspectivas associadas a políticas liberais tendem a favorecer a formação de cidadãos preocupados com questões de bem-estar individual, beneficiando posicionamentos técnicos na tomada de decisões; perspectivas mais participativas e multiculturalistas tendem a privilegiar abordagens de problemas de forma coletiva, buscando o bem-estar comunitário, considerando diferenças entre grupos e retirando do conhecimento científico qualquer tipo de privilégio frente a outras formas de conhecer. De fato, o modelo de ensino de ciências voltados para a ação individualista e a manutenção da democracia liberal não dá conta das problemáticas enfrentadas globalmente e, embora existam amplas discussões na literatura que avancem nesse sentido e esse movimento pareça promissor, propostas que se aproximam de abordagens participativas ou multiculturalistas podem, muitas vezes, fornecer margens para a relativização da ciência e favorecer movimentos de negacionismo científico. Ainda que não se queira cair no senso comum sobre Ciência, é inegável que em determinados contextos o conhecimento científico é capaz de fornecer respostas e soluções melhores que outras formas de conhecimento. Assim, se faz necessário recalcular a rota e repensar a construção de uma solução comum, buscando a conciliação entre a participação social, as diferenças culturais e a Ciência. Segundo as discussões de Bruno Latour e Isabel Stengers, é possível pensar em um Ensino de Ciências para a cidadania cosmopolítica, partindo do pressuposto de

que um mundo comum não é uma entidade a ser desvelada. Embora não seja evidente, assim como cada coletivo apresentará uma organização sócio-política e metafísica específica também possuirá sua própria conceitualização de natureza. Dessa forma, não seria possível considerar a pré-existência de um único mundo, que todos os seres humanos seriam capazes de valorizar e preservar. Ainda que não seja uma tarefa fácil, os autores apontam para a possibilidade de construção desse mundo comum a partir da cosmopolítica. Nesse contexto, a cosmopolítica pode ser vista como uma proposta capaz de articular crenças, saberes e ciências e, no diálogo político, buscar soluções para os desafios contemporâneos sem cair em concepções simplistas sobre a ciência.

Autores primários: GOMES ROSA, Gabriela (UFRGS); LIMA, Nathan (UFRGS); Dr. DEHOLANDA CAVALCANTI, Cláudio José (UFRGS)

**PHILIPP LENARD E SUA NOBEL LECTURE DE 1905:
DISCUSSÕES SOCIOLÓGICAS/HISTÓRICAS E EPISTEMOLÓGICAS SOBRE
A NATUREZA DA[S] CIÊNCIA[S]**

A constatação dos movimentos crescentes de negacionismo científico e de ataques às instituições acadêmicas e de pesquisa, tema principal do IHPST-LA 2023, representa, de certa forma, uma advertência à negligenciada problematização das imagens distorcidas do trabalho científico e à necessidade de que os professores de disciplinas científicas apresentem uma compreensão mais autêntica sobre Natureza da[s] Ciência[s] (NdC).

Para fazer frente a essa demanda, não é de hoje que a literatura de pesquisa em ensino de ciências, especialmente a linha de pesquisa história, filosofia e sociologia das ciências, tem se esforçado para disponibilizar materiais de apoio fundamentados na historiografia moderna das ciências, bem como para avaliar estratégias pedagógicas com foco no ensino sobre as práticas científicas. No entanto, a disponibilidade de materiais históricos de boa qualidade ainda é bastante limitada, especialmente no contexto brasileiro.

Dentre as diferentes possibilidades, as Nobel Lectures são consideradas importantes fontes primárias por historiadores das ciências, primeiramente por apresentarem linguagem acessível a professores em formação e, em segundo lugar, por fornecerem informações autênticas e pouco divulgadas em textos acadêmicos e livros didáticos. Essas informações geralmente abordam questões epistemológicas fundamentais, como a origem do conhecimento científico, os métodos, procedimentos e processos da ciência, bem como a própria natureza do conhecimento produzido e a influência do contexto histórico-social sobre as investigações científicas.

Diante desse contexto, por meio de um estudo de caso, objetiva-se apresentar uma discussão sobre aspectos sociológicos, históricos e epistemológicos envolvidos no processo de construção do conhecimento científico. Para isso, escolheu-se como objeto de estudo a Nobel Lecture ministrada pelo físico alemão Philipp Eduard Anton von Lenard (1862–1947), por ocasião do recebimento do Prêmio Nobel de Física do ano de 1905, em virtude de seus trabalhos sobre os raios catódicos.

A análise teve como ponto de partida a proposta sugerida por Martins (2015) de abordagem por investigação de “temas” e “questões” sobre a NdC, sendo as discussões complementadas com

os apontamentos de Gil-Pérez et al. (2001) acerca das principais visões distorcidas do trabalho científico. A análise foi fundamentada em fontes primárias e secundárias proeminentes sobre o desenvolvimento inicial da teoria quântica da radiação, bem como em estudos específicos sobre como e por que a pseudo-história e a pseudociência estão presentes na educação científica formal. Como resultado da investigação, foram discutidos dois temas principais, os quais foram considerados os mais evidentes no texto: (i) “o papel dos indivíduos/sujeitos e da comunidade científica” e (ii) “controvérsias históricas e contemporâneas na ciência”.

Considerando que a contextualização histórica é comumente considerada um meio para promover o letramento científico, este trabalho fornece subsídios para discussões explícitas e reflexivas sobre a NdC. Dado o papel crucial que os professores de disciplinas científicas desempenham na promoção de uma compreensão mais precisa e autêntica da atividade científica, a análise da Nobel Lecture de Phillip Lenard pode ser um recurso didático valioso nessa tarefa.

Autor primário: SUTTINI, Ronivan Sousa da Silva (Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus Bauru-SP)

Coautores: CALUZI, João (Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus Bauru-SP); ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, campus Campo Grande - MS)

A VISÃO DE WERNER HEISENBERG SOBRE A RESPONSABILIDADE SOCIAL DOS CIENTISTAS NO CONTEXTO DA ELABORAÇÃO DA BOMBA ATÔMICA NA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Participar de um programa de pesquisa não é apenas um problema científico, mas também ético e social, devido aos seus possíveis impactos na sociedade. Lima et al (2012) acreditam que a ética não engessa o indivíduo, mas liberta-o pelo reconhecimento dos outros, ao reconhecê-los como seus iguais em suas próprias diferenças e estabelecendo respeito mútuo e tolerância. Para eles, a produção científica socialmente responsável se dá sob três níveis fundamentais: 1) Escolha do objeto de estudo; 2) Desenvolvimento ético-metodológico; 3) Contrapartida social. Destaca-se o terceiro nível citado, pois leva em consideração a contrapartida da pesquisa à sociedade, assim como a prestação de contas quanto aos recursos investidos. O objetivo deste trabalho é analisar os argumentos do físico alemão Werner Heisenberg presentes no 16º capítulo de seu livro “A Parte e o Todo”, o qual discute a responsabilidade social dos cientistas na construção das bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki e, portanto, na morte de mais de 100 mil pessoas. Nele, Heisenberg relata conversas com outros físicos, enquanto se encontravam na condição de prisioneiros de guerra pelas tropas norte-americanas. Heisenberg argumenta que a palavra “culpa” pode não se aplicar a este caso, pois os pesquisadores estariam apenas cumprindo o seu papel no desenvolvimento científico e que descobrir a fissão nuclear é diferente de inventar uma bomba atômica. Nota-se que o físico foca seus argumentos na escolha do objeto de estudo da fissão nuclear, portanto, no primeiro nível fundamental elencado por Lima et al (2012), o qual em sua visão teria como objetivo o avanço científico da sociedade como um todo. Ele também defende que a sua implementação no desenvolvimento de uma arma não era o objetivo dos cientistas envolvidos e que, assim como os cientistas norte-americanos, os pesquisadores alemães não tinham poder para impedir ou persuadir o governo quanto à utilização das suas descobertas científicas, portanto, essa discussão envolveria aspectos sociais, políticos e morais, que estariam fora do alcance dos pesquisadores, sendo incabível a tentativa de culpá-los ou responsabilizá-los. Com isso, Heisenberg separa o primeiro dos dois últimos níveis fundamentais de uma pesquisa científica socialmente responsável propostos por Lima et al (2012) e exime os cientistas de responsabilidade no desenvolvimento ético-metodológico das

pesquisas em fissão nuclear e na sua contrapartida social, desconsiderando que a aplicação de uma pesquisa teórica também poderia ser considerada um desenvolvimento desta. Contudo, ao final do capítulo, Heisenberg concorda com seu colega que a escolha dos meios de desenvolvimento de uma pesquisa pode ser um critério eficiente para determinar se a sua causa pode ser considerada boa ou ruim e demonstra preocupação com a necessidade de uma maior atuação dos cientistas em questões políticas, que envolvam a ciência, seu financiamento e aplicações. Essa discussão indica que o físico não estava totalmente fechado a considerar os dois últimos níveis elencados por Lima et al (2012) para o desenvolvimento de uma pesquisa socialmente responsável, mas que a consideração desses fatores deveria ser fruto de discussões sobre os episódios histórico-sociais envolvendo a ciência e reflexões sobre as suas consequências.

Autor primário: BARBOZA, Christopher Gimenes (Instituto Federal do Paraná)

Coautor: SAITO, Marcia Tiemi (Instituto Federal do Paraná)

A INTER-RELAÇÃO ENTRE MATEMÁTICA E FÍSICA: UMA ANÁLISE À LUZ DE MICHEL PATY

Ao longo da história da ciência, a relação entre a Matemática e a Física foi se construindo de tal forma que, atualmente, é difícil imaginar que uma teoria física poderia ser construída sem a matemática. Desde a Antiguidade até a constituição progressiva da física-matemática contemporânea, a matemática, como produto do intelecto puro, se mostrou altamente frutífera como um meio para auxiliar no propósito das ciências físicas em explicar o funcionamento do mundo físico. O objetivo deste trabalho é analisar a relação entre a Física e a Matemática à luz do pensamento do filósofo da ciência francês Michel Paty, explicitado no capítulo intitulado “Modelo matemático e realidade física”, de seu livro “A Matéria Roubada”, de 1995, o qual trata da questão da matéria e sua relação com a física, a matemática e a filosofia. Paty inicia o seu texto problematizando a afirmação comum de que a matemática é a linguagem da física e defendendo que esta afirmação merece uma análise mais profunda e cuidadosa. Como este autor segue uma linha filosófica de cunho realista, ele explica a diferença entre a matemática, que possui um modo de funcionamento próprio, independente dos fenômenos físicos, e a física que, busca justamente compreender esses fenômenos. Também ressalta a importância de não concluir precipitadamente que a matemática é mais real do que os próprios fenômenos físicos, como muitos poderiam pensar, devido à sua alta fecundidade e capacidade de generalização na explicação destes. Então, para explorar melhor essa relação, ele utiliza os conceitos de realidade objetiva, realidade potencial e realidade física. A primeira seria a realidade que objetivamente existe na natureza. A segunda se refere a algo que potencialmente pode se tornar uma realidade física, isto é, uma previsão teórica que pode ou não ser refutada, um estágio intermediário entre a realidade objetiva e a realidade física. Esta última, por sua vez, é aquela que é construída a partir do conhecimento e do desenvolvimento matemático, dos procedimentos experimentais e da teoria. Com estes conceitos, ele diferencia os modelos fenomenológico, que utiliza a matemática apenas para descrever os fenômenos físicos, e físico-matemático, que utiliza a matemática de forma constitutiva dos conceitos físicos para formar uma teoria explicativa com poder de predição, a qual seria capaz de construir a realidade física. Para Paty, o processo de teorização, seguiria este último modelo. Nesse processo, sempre haverá momentos em que a matemática partirá de conceitos físicos e dados factuais para atuar de forma autônoma, apenas pelas deduções de sua lógica interna,

formando a realidade potencial. Porém, finalizado o momento da teorização autônoma, a predizibilidade irá reatar a conexão entre a teoria e a experiência. Assim, para Paty, dizer que a matemática é a linguagem da física não significa compreendê-la como uma mera tradução simbólica de conceitos físicos, mas como uma abordagem para a compreensão da realidade objetiva e a construção da realidade física, através do processo de teorização, em que os fenômenos naturais passam a ser compreendidos em suas causas e a teoria passa a ter um poder preditivo.

Autor primário: ANDRETTI, Evandro Carlos (Instituto Federal do Paraná)

Coautor: SAITO, Marcia Tiemi (Instituto Federal do Paraná)

PROPOSIÇÃO DE UM QUADRO ANALÍTICO DA ARGUMENTAÇÃO SOBRE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA ASSOCIADOS À CONFIABILIDADE DA CIÊNCIA

A pesquisa em educação científica tem testemunhado um debate considerável sobre questões relacionadas à ciência, em particular, a sua confiabilidade. Pesquisadores em ensino de Ciências, salientam a importância de inserir discussões sobre a confiabilidade na ciência e suas implicações na sociedade, no contexto de sala de aula. Um caminho apontado para viabilizar tal propósito, é o ensino sobre a natureza da ciência, em uma perspectiva argumentativa. Esta perspectiva é sustentada pela literatura especializada na área de ensino de Ciências, que ressalta as contribuições do ensino sobre a natureza da ciência com foco em argumentação. Além disso, é sustentada por novas abordagens sobre o ensino da natureza da ciência, que enfatizam que tal ensino deve ser feito de forma não declarativa, a fim de permitir que os estudantes analisem criticamente casos históricos e contemporâneos, embora em tais recomendações, faltam propostas práticas e efetivas de como implementá-las, principalmente no ensino de Física. Em consonância com a escassez de propostas didáticas, faltam critérios avaliativos claros para avaliar a argumentação dos estudantes, em tal perspectiva. Com vistas a contribuir com a viabilização de tais propostas, apresentamos neste trabalho um quadro de análise para a argumentação sobre aspectos da Natureza da ciência associados à confiabilidade da ciência de Licenciandos em Física. Esse quadro analítico foi desenvolvido e pretende ser utilizado para analisar dados de uma pesquisa de doutorado sobre a argumentação de Licenciandos em Física de uma universidade pública do estado da Bahia sobre aspectos da Natureza da ciência associados à confiabilidade da ciência. A proposição do quadro analítico, no que tange a argumentação, se fundamenta no modelo de construção do argumento proposto por Toulmin e na teoria da argumentação proposta por Perelman e Olbrechts-Tyteca, a despeito das técnicas argumentativas. Não obstante, no que se refere a natureza da ciência, nos apoiamos na abordagem da ciência integral proposta por Allchin, de forma complementar à epistemologia social sustentada por Oreskes. A partir do referencial teórico, propomos três perspectivas para análise da argumentação: natureza do argumento, técnicas argumentativas e natureza epistemológica do argumento. A primeira perspectiva de análise diz respeito a natureza do argumento, o qual se refere aos elementos que permitem identificá-lo a partir de seus componentes. Além da natureza do argumento, nosso interesse

centra-se nas técnicas argumentativas, por acreditar que estas nos oferecem a possibilidade de analisar como os alunos argumentam em relação aos aspectos da natureza da ciência associados à confiabilidade da ciência. Em se tratando de situações argumentativas que envolvem a Natureza da ciência, temos que estas partem de questões ou problemas, aos quais requerem um posicionamento justificado do estudante, sendo este baseado em uma perspectiva epistemológica. Portanto, uma terceira perspectiva de análise da argumentação se refere à natureza epistemológica do argumento. Para exemplificar a potencialidade da aplicação do quadro analítico, apresentamos a análise de argumentos hipotéticos no contexto ensino de física, especificamente em relação a inovação e assimilação da teoria copernicana.

Autor primário: SENA, Fabiana (Universidade Federal da Bahia/Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências)

Coautor: TEIXEIRA, Elder Sales (Universidade Estadual de Feira de Santana/Departamento de Física)

ANDRÉ-MARIE AMPÈRE (1775-1836) E LUDWIK FLECK (1896-1961): SOBRE A OBSERVAÇÃO EM CIÊNCIAS

A aproximação entre a História das Ciências (HC) e a Epistemologia da Ciência (EC) tem permitido elaborar investigações que transcendem o campo teórico próprio e avançam para situações de ensino e formação de professores. Assim, existem possibilidades de explorar esses campos para que novos materiais ou novos métodos possam ser testados, debatidos e incorporados às aulas de disciplinas científicas.

Na literatura, encontramos trabalhos que apresentam resultados em diferentes vertentes quanto ao Ensino de Ciências e à Formação de Professores a partir da integração da HC e da EC. Uma dessas vertentes é a integração dos materiais de ensino para o auxílio na aprendizagem de conceitos. Também encontramos a produção de materiais que são elaborados para contribuir com o professor no planejamento das aulas e uma terceira vertente é a compreensão da produção científica a partir da Epistemologia das Ciências.

Este trabalho aborda os aspectos da EC, na apreciação de um episódio da história do eletromagnetismo. Observamos que poucos trabalhos concatenam a HC com a EC, especialmente em relação ao Ensino de Ciências, independentemente do campo da formação de conceitos ou da formação de professores. Assim, vimos a oportunidade de, a partir de um recorte histórico do eletromagnetismo, realizar uma reflexão epistemológica que possa colaborar com a formação do pensamento crítico do professor e, conseqüentemente, permitir ao docente uma abordagem diferente daquela que apenas envolve a apresentação de equações matemáticas para ensinar uma lei fundamental da eletrodinâmica, a saber: a lei de forças entre elementos de correntes proposta pelo físico, matemático e filósofo francês André-Marie Ampère (1775 - 1836). O objetivo deste trabalho é discutir o papel da observação científica e para nos guiarmos nesta discussão, escolhemos dois pensadores que, apesar de separados no tempo e no espaço, possuem interesses tanto na ciência que praticam como na Epistemologia da Ciência. O primeiro é o próprio Ampère. Parte de sua obra foi dedicada à filosofia da ciência, por exemplo, *Essai sur la Philosophie des sciences*, além da correspondência com o filósofo francês Maine de Biran (1766 - 1824). O segundo é o médico polonês Ludwik Fleck (1896-1961), pois desenvolveu pesquisas em bacteriologia e EC. Escolhemos Fleck, pois nos últimos anos tem sido utilizado como referencial teórico na área de Ensino. Tendo em vista o objetivo do

trabalho, escolhemos os elementos conceituais apresentados no artigo *Observação e Percepção Científica em Geral*, publicado em 1935. O recorte histórico analisado foi uma passagem do trabalho de Ampère sobre a proposta da força entre dois fios condutores percorridos por correntes elétricas. Desenvolvemos uma reflexão epistemológica a partir da tradução comentada da principal obra de Ampère, publicada pelos autores Assis e Chaib (2011), da qual destacamos uma parte de seu trabalho para interpretar a interação entre dois condutores voltaicos (dois fios condutores de corrente elétrica). Indicamos que as premissas elaboradas por Ampère, para interpretar o fenômeno em destaque, não estão alinhadas à maneira pela qual Fleck propõe a observação científica. Apresentamos o procedimento experimental delineado por Ampère, as dificuldades encontradas por esse cientista e os resultados de sua observação. O resultado deste estudo pode nos conduzir à construção de um entendimento epistemológico sobre o papel da observação na ciência. Assim, subsidiado pela articulação entre a HC e a EC, podemos interpretar que a hipótese da prática experimental de Ampère foi guiada por um estilo de pensamento, bem como a proposta de Fleck sobre a observação e percepção. A partir de um episódio histórico da Física, mostramos uma leitura da eletrodinâmica que conecta a HC e a EC, concluímos que termos, como observação, são guiados por um estilo de pensamentos como proposto por Fleck. O próprio proponente, para o qual os cientistas são guiados por estilos de pensamento, ele também é guiado por um.

Autores primários: GONZALES, Eliéverson Guerchi (Universidade Estadual Paulista - Unesp - Bauru); CALUZI, João José (Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus Bauru-SP); SUTTINI, Ronivan (Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus Bauru-SP)

ENTENDIMENTOS DE ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO SOBRE INICIAÇÃO CIENTÍFICA: UMA ANÁLISE SOBRE CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa de mestrado em andamento, que teve como objetivo analisar quais são as contribuições da iniciação científica na escola básica para a formação do estudante pesquisador. Neste sentido, este recorte analisa os diferentes entendimentos de estudantes de ensino médio de uma escola pública do estado do Mato Grosso em relação à iniciação científica. Busca-se, também, analisar as implicações destes entendimentos em relação às distintas visões de ciência. Em termos metodológicos, os dados foram coletados por meio de dois grupos focais, com a participação de 14 e 17 estudantes, respectivamente. Estes estudantes participaram de encontros de iniciação científica desenvolvidos como parte da pesquisa. Quanto ao recorte temporal, as concepções iniciais sobre iniciação científica foram mapeadas em um grupo focal inicial, que ocorreu antes de iniciar os encontros de iniciação científica, mediados por uma das autoras. Para esse encontro inicial, foi realizado um brainstorm, através de uma nuvem de palavras, onde os estudantes inseriram termos que representavam seus entendimentos sobre a IC. Termos como pesquisa, ciência, aprendizagem e experimentos, por exemplo, estão diretamente relacionadas com a IC, mostrando que alguns estudantes conseguem perceber que ambas estão interligadas. Por outro lado, percebe-se que os estudantes relacionam a IC com uma ideia de pesquisa ligada a laboratório/experimental, sugerindo uma visão empirista de ciência, possivelmente uma influência da visão positivista de que as ciências exatas têm um status de cientificidade distinto de outras ciências. Em efeito, termos como laboratório(s); microscópio, física, química, contas, programar, entre outros, convergem para esta concepção, já que muitos estudantes possuem a compreensão de que ciência envolve experiência. Complementarmente, as ideias sobre iniciação científica enunciadas pelos pesquisados trazem uma perspectiva de envolver comprovação, confiabilidade, científico, com uma visão de conhecimento produzido sob determinadas regras, condições e algo possível de ser verificado. Outros termos enunciados, como a ideia de “novo”, “não copiado”, podem ser interpretados como produção de conhecimento, que converge com o que se busca na iniciação científica. O segundo grupo focal foi organizado em três momentos, sendo um deles dedicado a averiguar se houve alguma mudança nos entendimentos dos estudantes sobre iniciação científica. Para tal, foi utilizado o

mentimeter, na opção campo texto, onde os estudantes relacionavam as novas concepções sobre IC. A partir das respostas dos estudantes, observou-se indícios de novas concepções, como: pesquisa fundamentada; pesquisa baseada em fontes seguras e, pesquisa organizada em etapas, que pode envolver diferentes tipos de estratégias metodológicas. Esses indícios sugerem que os estudantes compreenderam que a pesquisa consiste em um processo de investigação, que orienta o desenvolvimento de um estudo e culmina com a produção de novos conhecimentos. Noutras palavras, entenderam que é necessário considerar determinadas etapas no desenvolvimento de um projeto de pesquisa, como: escolha da temática, elaboração da questão problema, da justificativa, dos objetivos, da fundamentação teórica, da metodologia e finalizando com a interpretação dos resultados e conclusões. Em síntese, ao aprenderem sobre fazer ciências, por meio da IC, também puderam refletir sobre a natureza da ciência e da atividade científica.

Autor primário: DE LIMA, Noeli Jung Friedrich (Universidade do Vale do Taquari - Univates)

Coautor: GONZATTI, Sônia Elisa Marchi (Universidade do Vale do Taquari - Univates)

A INSERÇÃO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO ENRELAÇADA A METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ABERTOS

A inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) na educação contribui para a compreensão integral da Ciência como um processo histórico de construção do conhecimento. No ensino de Física, a abordagem da HFC oportuniza que os alunos sejam capazes de identificar aspectos históricos, filosóficos, sociais e culturais da Ciência. Desconstruindo, muitas vezes, os vazios nos significados de teoremas, postulados, leis, tornando as aulas mais desafiadoras, significativas e reflexivas. Uma possibilidade de trabalhar com a temática é por intermédio dos conhecimentos prévios dos estudantes, tais concepções são melhores compreendidas e reformuladas quando relacionadas e comparadas a construção e evolução dos conceitos científicos pois, muitas vezes, há uma identificação de pensamentos que didaticamente explorados poderão ressignificar os conceitos. Para tanto, é necessária uma metodologia que oportunize que as ideias prévias sejam analisadas e defrontadas mediante a investigação da HFC produzindo, como resultado, a compreensão da própria História e do pensamento filosófico que a constituiu e, conseqüentemente, a elaboração de concepções cientificamente mais adequadas. Nesse sentido, a aprendizagem baseada em problemas (ABP) é uma escolha viável para abordar a HFC. A característica principal dessa metodologia são os problemas abertos, nos quais os enunciados são intencionalmente incompletos, ou seja, não apresentam informações suficientes para a resolução imediata, o que implica em não possuírem soluções diretas, pré-estabelecidas ou únicas. A metodologia suscita que o solucionador utilize os conhecimentos prévios para elaborar hipóteses e estratégias de resolução, e posteriormente as defronte à luz da solução encontrada. O objetivo do trabalho é a resolução de um problema aberto como uma turma de 1º ano do Ensino Médio, em uma escola situada no município de Viamão - RS. O enfoque da proposta é uma investigação acerca dos aspectos Históricos/Filosóficos do método científico tendo como cenário fenomenológico a elaboração dos conceitos de força e movimento, nas concepções aristotélica, galileana e newtoniana. Metodologicamente, a turma será dividida em seis grupos de cinco componentes, o mesmo problema será entregue para cada grupo, com o intuito de, analisar e debater as diferentes resoluções apresentadas por cada grupo. As soluções elaboradas resultam das investigações construídas que, conseqüentemente, estão diretamente relacionados os conhecimentos

prévios dos grupos que emergem na elaboração das hipóteses. Essas informações contribuem para identificar as concepções prévias dos estudantes que, muitas vezes, são explicações indutivistas, semelhantes ao pensamento aristotélico. Muitas vezes, os conhecimentos empíricos são obstáculos epistemológicos, portanto, é imprescindível que o professor promova situações de conflito cognitivo que demonstrem incoerências entre o senso comum e as concepções científicas. Assim, ao investigar a história da Ciências o estudante identifica-se com algumas concepções de pensamentos históricos e isso corrobora para humanizar e aproximar a Ciência do sujeito, despertando a curiosidade e interesse em aprender. Posteriormente, ao avançar nas investigações o estudante estará em condições de reavaliar e reorganizar a compreensão dos fenômenos apoiado em pensamentos científicos atuais. Acreditamos, que a resolução de problemas abertos entrelaçada a HFC promova a contextualização e ressignificação da aprendizagem, potencialize o desenvolvimento de capacidades pertinentes a Ciências e oportunize a compreensão integral dos fenômenos físicos.

Autor primário: BATISTA, Giovana Espíndola (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Coautores: TAUCEDA, Karen Cavalcanti (Universidade Federal do Rio Grande do Sul); STAUD, Ederson (Universidade Federal da Fronteira Sul)

HISTÓRIA E CONHECIMENTO EXPERIENCIAL DE PESSOAS NEGRAS NA FÍSICA E NAS CIÊNCIAS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Assume-se que a população negra está sub-representada nas ciências naturais e exatas, principalmente na física, e, historicamente, as suas contribuições científicas são apagadas e desvalorizadas da História da Ciência. No caso de mulheres negras, há uma dupla opressão de racismo e sexismo. Sob a perspectiva decolonial, entende-se que as estruturas da ciência contemporânea são eurocêntricas, coloniais, racistas, patriarcais e opressivas tanto epistemicamente quanto ontologicamente àqueles que fogem do padrão de homem branco europeu. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo identificar de que maneira raça, gênero e decolonialidade têm sido discutidas na área de pesquisa em ensino de física e de ciências. Para isso, realizou-se uma revisão da literatura, abrangendo o período de 2003–2021, através da busca de artigos nas bases de dados Portal de Periódicos da CAPES, Web of Science e em revistas e periódicos nacionais de ensino de física e ciências. Os artigos selecionados foram agrupados em cinco categorias temáticas por meio da Análise Documental. A categoria temática escolhida para ser abordada neste trabalho diz respeito às trajetórias e experiências de cientistas e estudantes negros e negras na física e nas ciências, e reuniu 11 artigos. Nesta categoria, foram identificados dois artigos nacionais que resgatam e valorizam contribuições científicas africanas pré-diaspóricas e contemporâneas de cientistas negros e negras, problematizando o apagamento de corpos negros na História das Ciências Naturais, e propondo a superação do imaginário de cientista como homem branco europeu e economicamente favorecido. Foram identificados nove artigos que narram o pertencimento étnico-racial e a construção das identidades científicas de estudantes negros e negras das ciências naturais e tecnológicas por meio de seus relatos experienciais, sendo sete artigos internacionais e apenas dois nacionais. Os artigos internacionais são focados nas vivências de mulheres negras na física, nos Estados Unidos, problematizando as estruturas racistas e sexistas da Ciência Moderna. Os resultados mostram que as pessoas negras na universidade sofrem com barreiras históricas na área, e mulheres negras têm desafios particulares que interseccionam raça e gênero. Alguns dos obstáculos enfrentados por estudantes negros/negras relatados foram: a falta de pertencimento ou sentimentos de isolamento, a redução da autoeficácia, a pouca representatividade de pessoas negras nas ciências e a

reprodução de estereótipos de gênero e de raça. Os artigos analisados sugerem que o enfrentamento ao racismo e às demais opressões deve envolver a valorização e a divulgação de cientistas negros e negras na História da Ciência, bem como o acolhimento, a inclusão e o incentivo à permanência de estudantes não brancos. Apontam também a necessidade do combate sistêmico às desigualdades de raça e gênero nas universidades pelo resgate da memória e dos saberes científicos africanos e afro-diaspóricos, através de uma epistemologia contra-hegemônica. Dessa forma, a revisão da literatura aponta caminhos para um processo de descolonização epistêmica no ensino de física e de ciências, evidenciando a centralidade do conhecimento experiencial de pessoas negras na compreensão crítica de estruturas opressivas.

Autor primário: SILVA, Isadora Santos da (UFRGS)

Coautores: ALVES-BRITO, Alan (UFRGS); MASSONI, Neusa Teresinha (UFRGS)

CIENCIA POSNORMAL: UN ABORDAJE EPISTEMOLÓGICO ALTERNATIVO PARA LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Hoy en día existen consensos y disensos respecto de que enfoques de naturaleza de la ciencia (NOS) interpretan mejor qué es la ciencia, cómo se elabora y cómo se podría enseñar con el objetivo de contribuir en la alfabetización científica de los estudiantes que les posibilite tomar decisiones fundamentadas en cuestiones socio-científicas. Se ha evolucionado desde listas de principios, o visión consensuada, de Lederman, pasando por la crítica a ese enfoque, con miradas más amplias, como la de Matthews que incluye los procesos, las instituciones y los contextos culturales y sociales en los que se produce el conocimiento científico; la propuesta de Allchin de recurrir a casos históricos o a noticias contemporáneas de la ciencia como fuentes para comprender la NOS; Irzik y Nola proponen ocho categorías agrupadas en dos sistemas: la ciencia como un sistema cognitivo-epistémicos y como un sistema social-institucional; o los campos teóricos estructurantes propuestos por Adúriz-Bravo (Yecid Amador y Adúriz-Bravo, 2017).

Argumentamos que, para analizar en las clases de ciencia problemas globales actuales que enfrenta la humanidad es indispensable que, justamente, la noción de “problema” adquiera un protagonismo en los debates que se dan en el área NOS dado que, aun las propuestas más actuales y superadoras, no lo señalan como relevante.

Un enfoque novedoso para la comunidad de educación en ciencias, aunque ya hace más de cuatro décadas que se conoce en la comunidad de epistemólogos, es considerar la teoría de Funtowicks y Ravetz (2000), denominada ciencia posnormal, como un modelo adecuado para abordar los problemas globales que afectan al mundo actual (riesgo ambiental global, cambio climático, fenómenos meteorológicos extremos, epidemias, pandemias, crisis energética, entre otros).

Como consecuencia de los problemas globales, se están desarrollando nuevos estilos de actividad científica: un enfoque sistémico, sintético, interdisciplinario y humanístico reemplaza la cosmovisión analítica reduccionista.

Los fenómenos de interés son complejos y dinámicos y no es posible predecir completamente el futuro del sistema. Es posible estimar escenarios posibles, pero no realizar predicciones con exactitud ya que se trata de sistemas no deterministas. Se requiere un cambio en la

mirada de la ciencia y asumir que la misma debe convivir con la impredecibilidad, el control incompleto y una pluralidad de perspectivas legítimas, donde la incertidumbre no desaparece, sino que se la gestiona, los valores no deben presuponerse, sino explicitarse, y la forma de argumentar ya no es la deducción formal, sino el diálogo interactivo. Existe una coproducción del conocimiento que implica la colaboración entre investigadores, agentes sociales y funcionarios gubernamentales.

Para resolver los problemas referidos a riesgos globales, con hechos que son inciertos, valores en disputa, donde lo que se pone en juego en la toma de decisiones es potencialmente muy alto y, a su vez, dichas decisiones son urgentes, Funtowicks y Ravetz proponen una herramienta heurística que consideramos podría adaptarse para la enseñanza de la ciencia y puede ser una propuesta innovadora para la NOS. O, mejor dicho, para la “naturaleza de la ciencia posnormal”.

Autor primario: ARRIASSECQ, Irene (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Coautor: GRECA, Ileana M. (Universidad de Burgos, España)

ENSINO DE FÍSICA E FORMAÇÃO PARA CIDADANIA: PROBLEMATIZANDO RELAÇÕES ENTRE CONCEITOS CIENTÍFICOS E O COTIDIANO

O objetivo desta proposta, em desenvolvimento, é investigar como a ideia de cotidiano pode ser um obstáculo para a compreensão dos conceitos físicos na formação para cidadania. Para isso, partiremos do pressuposto de que o objetivo do Ensino de Física é a formação para cidadania.

A pesquisa em ensino de física vem enfatizando a necessidade de abordagens conceituais em detrimento de um ensino propedêutico voltado para substituição de fórmulas que pouco sentido faz para os estudantes e sua formação. A abordagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais vem sendo apontada como caminho para aprendizagem das Ciências, a partir de um currículo preocupado com questões sociais, como crise ambiental e injustiça social.

Partimos da ideia de que essas discussões são parte importante do currículo e das práticas e indicamos que, apesar de importantes, os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, isolados, não dão conta de levar à compreensão do que é a Ciência e como ela é construída, demandando um olhar para a evolução histórica dos conceitos físicos e para as relações estabelecidas em sala de aula para o ensino desses conceitos.

Para pensar a construção dos conceitos científicos, Augusto Passos Videira aponta que, segundo o senso comum, o vocabulário da Ciência seria consequência direta dos fenômenos da natureza. Entretanto, revela que são os objetivos da pesquisa e as perguntas que fazemos que definem os conceitos, não os fenômenos. Nesse sentido, traz questionamentos fundamentais: Como surgem os conceitos científicos? Eles aparecem espontaneamente ou são criados pelos cientistas?

O autor, então, se debruça sobre o discurso científico e a linguagem, apontando que esta ultrapassa a ideia de replicação do mundo uma vez que os conceitos são convenções. Concordando com Videira, os conceitos científicos não surgem da natureza e não são dados aos cientistas, mas se relacionam em uma teia de conceitos.

Para pensar o ensino e a aprendizagem desses conceitos a partir de uma visão que leve em consideração os elementos históricos e socioculturais que constituem a Ciência e o fazer científico, nos apoiaremos no conceito de Obstáculos Epistemológicos de Gaston Bachelard

que, imerso no contexto do início do século XX, baseou sua obra no pensamento científico e na História da Ciência. Para Bachelard, o erro é fundamental para o avanço da Ciência e, para superar os obstáculos epistemológicos, é preciso se libertar do que o filósofo chama de convicções primeiras e da necessidade de certeza imediata, sabendo formular problemas para delimitar o conhecimento comum e a aproximação ao conhecimento científico. Assim, partimos da ideia de que a valorização dos Obstáculos Epistemológicos nas práticas de ensino é um caminho para superação do saber fechado e estático, exigindo um outro olhar para novas formas de compreender o mundo, fora do senso comum. Nesse sentido, buscaremos entender como a ideia de cotidiano é um obstáculo para compreensão de conceitos científicos em sala de aula. A pesquisa envolverá coleta de dados, via questionários e entrevistas, em turmas de licenciatura em Física.

Autores primários: CATARINO, Giselle Faur de Castro (Universidade do Estado do Rio de Janeiro); REIS, José Claudio (Universidade do Estado do Rio de Janeiro)

UMA ANÁLISE DA ARTICULAÇÃO ENSINO DE CIÊNCIAS-HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO BRASIL A PARTIR DE ARTIGOS PUBLICADOS ENTRE 2002 E 2021: OS DESAFIOS PARA UMA PERSPECTIVA SOCIOPOLÍTICA E DA JUSTIÇA SOCIAL

É cada vez mais comum aceitarmos que a era do antropoceno é composta por diversas crises, sejam elas climáticas ou políticas, que ressaltam cada vez as desigualdades sociais e as incongruências do capitalismo global. Autores do campo da educação em ciências, diante desse cenário, apontam que a educação em ciências precisa reconhecer e enfrentar as questões do nosso tempo, e se transformar num ambiente de constante luta pela justiça social. Essas considerações levaram-nos a construir uma pesquisa que foca na articulação História da Ciência (HC) e Ensino de Ciências que tem uma longa tradição na educação em ciências. Neste cenário, reconhecemos o trabalho do pesquisador Michael Matthews em 1992 como um marco nessa articulação, ao impactar professores e pesquisadores interessados na aproximação das duas áreas, rendendo a publicação da versão em português no ano de 1995 através do Caderno Catarinense de Ensino de Física (atual Caderno Brasileiro de Ensino de Física -CBEF), facilitando ainda mais a divulgação do texto no Brasil. Sabendo que a articulação se inicia defendendo que a HC no ensino tem o papel de humanizar e contextualizar a ciência, construímos esta pesquisa a fim de compreender como o campo tem se estruturado e acolhido as demandas do nosso tempo. Assim, temos o objetivo central de desenhar um panorama que aponte as características e desafios que a articulação da história da ciência e ensino de ciências no Brasil tem tido ao longo dos últimos vinte anos, a fim de indicar alternativas e pontes para um presente-futuro de constante atuação política da educação científica em prol da justiça social. Assim, realizamos uma revisão sistemática em dois periódicos do ensino de ciências, no período de 2002 a 2021. Para a escolha dos periódicos, analisamos tanto a importância deles para a educação em ciências no Brasil, como para a articulação HC e ensino. Assim, escolhemos o CBEF por ser o periódico brasileiro que publicou o artigo de Michael Matthews que demarca a articulação e o a revista Ciência & Educação, que tem uma longa trajetória na educação em ciências, sendo um periódico renomado da área. Aplicando critérios de seleção encontramos 137 artigos que após uma leitura crítica foram agrupados a partir de temáticas e subtemáticas, fundamentando a construção de uma análise. Neste momento, fazemos a ressalva que o trabalho por estar imerso em uma perspectiva do

linguista russo Mikhail Bakhtin, a análise não está limitada somente ao texto dos artigos, mas envolve diferentes vozes como os olhares das autoras da pesquisa, sobre o que será focado ou não a partir de seus referenciais, os autores dos artigos e o corpo editorial dos periódicos. Retomando a análise, discutiremos alguns dados que mostram características da articulação, aproximações e distanciamentos das defesas de Michael Matthews, de 1992, como também pontuaremos o quanto a articulação ainda precisa avançar em temas da contemporaneidade. No final, trazemos o potencial da articulação em construir um presente - futuro com diferentes possibilidades que nos aproximem do enfrentamento deste mundo em crise a partir do viés da justiça social.

Autor primário: CARVALHO, Taina (CEFET-RJ)

Coautor: GUERRA, Andreia (CEFET-RJ)

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E OS EXPERIMENTOS HISTÓRICOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA HOMENAGEM A GALILEU GALILEI

Neste presente trabalho, almejam-se dois objetivos principais: primeiramente, apresentar o personagem histórico Galileu Galilei, inserido em seu contexto histórico e interagindo fortemente com este, a partir de suas principais contribuições e influências, e, por fim, indicar possibilidades de utilização desta abordagem histórica e filosófica em sala de aula, dedicada ao filósofo natural em questão.

A escolha de Galileu como fio condutor do trabalho deve-se ao fato da riqueza do contexto histórico em que o filósofo natural esteve envolvido – a transição da Idade Média para a Idade Moderna e a conseqüente efervescência política, cultural, econômica e social característica do período –, à extensa contribuição de Galilei na produção de conhecimento e à usual atribuição de “pai da ciência moderna” a Galilei, sempre embasada em dois pilares principais: investigação experimental e utilização da matemática.

A sugestão de aplicação é orientada a partir de três eixos: aulas expositivas, cuja abordagem é fundamentada na perspectiva da História e Filosofia da Ciência, a construção de experimentos históricos e a realização de um debate. Sobre o primeiro eixo, o objetivo central é a apresentação de Galileu e do contexto histórico com o qual o filósofo natural tanto interagiu. Aqui, devido à abordagem escolhida, faz-se possível trazer para a sala de aula discussões acerca da natureza da ciência, como a problematização da neutralidade científica e da linearidade da construção do conhecimento.

O segundo eixo destina-se à construção de um experimento histórico vinculado à Galileu: o plano inclinado. Nesta porção da sequência didática, através da utilização de materiais de baixo custo, como canos PVC e garrafas PET, devido à menor dificuldade de obtenção dos materiais e à menor necessidade de investimento financeiro por parte dos alunos, os estudantes constroem, de forma simples, um plano inclinado e são convidados a realizar medidas do intervalo de tempo de descida de um mesmo corpo abandonado de pontos diferentes do dispositivo e a estabelecer relações matemáticas, como Galilei fizera. O propósito desta prática não reside na obtenção de relações matemáticas precisas, à semelhança daquelas obtidas pelo filósofo natural, mas na construção de um entendimento mais verossímil das condições de investigações idealizadas por Galileu e dos resultados obtidos no processo.

O último eixo versa sobre o debate. Divide-se a turma em dois grandes grupos e, utilizando-se uma bibliografia de consulta apurada e específica, cada um dos grupos é incumbido de defender a figura histórica Galileu Galilei sob uma determinada ótica: empirista ou racionalista. Em cada um dos grupos há especialização de atividade: alguns alunos leem a bibliografia recomendada e elaboram argumentos a favor da linha de pensamento que defendem e contrários à linha rival, enquanto outros produzem uma apresentação e a expõem à turma. Ao final, solicita-se a ambos os grupos que dialoguem e elejam apenas uma linha de pensamento, ou seja, a turma inteira deve se posicionar favoravelmente à Galileu empirista ou racionalista. Com este eixo, pretende-se demonstrar que definir Galileu de forma simplista é insuficiente e ilustrar o surgimento e desenvolvimento da coexistência de teorias antagônicas.

Autor primário: SANTOS, Henrique de Souza (Universidade do Estado do Rio de Janeiro)

Coautor: REIS, José Claudio de Oliveira (Universidade do Estado do Rio de Janeiro)

O HORIZONTE DA DOCÊNCIA EM QUÍMICA NO ENCONTRO COM A HERMENÊUTICA FILOSÓFICA

Este texto é fruto das muitas reflexões advindas do encontro com a Hermenêutica Filosófica de Hans-Georg Gadamer, que passou a participar como dialogante nos meus estudos de doutorado, atualmente em desenvolvimento, no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Por isso, o estudo teórico que aqui desenvolvo, cujo modo de realização é orientado e amparado na Hermenêutica Filosófica, se constitui em um caminho essencialmente dialógico e que busca se distanciar do método cartesiano. Neste diálogo, participam diferentes autores, como Gadamer (2011, 2015), Bensaude-Vincente (1990, 2014), Bensaude-Vincente e Stengers (1992), Schulz (2009a, 2009b, 2014), Leiviska (2015, 2016), Lazslo (1995, 2013) e Chassot (2018), dentre outros. O horizonte de questionamento que permite o diálogo que se instaurou, e que tem continuidade neste texto, é orientado pela pergunta que deseja saber quais as possíveis contribuições da Hermenêutica Filosófica para uma ressignificação da docência em química. Portanto, o objetivo geral é compreender possibilidades de contribuições de uma nova perspectiva para pensar a docência em química, a partir da Hermenêutica Filosófica, no intuito de ampliar seu horizonte de compreensão. A partir desta pergunta e do entendimento de Gadamer, de que as ciências humanas se compreendem a partir de um referencial nas ciências da natureza, somos interpelados pela tradição e, por isso, também a questionamos, sobre qual seria o local da Educação Química e sua docência. Antevemos que se trata de uma região conflituosa, fruto do encontro entre uma ciência humana, como a Educação, fundada na tradição e autoridade e na pertença daquele que compreende àquilo que é compreendido, com uma ciência da natureza, a Química, e, por isso, alicerçada na objetividade, que nega a implicação de quem compreende. Assim, trata-se de um encontro propício para um diálogo hermenêutico em torno dela. Conduzido pelo diálogo hermenêutico, busco me afastar da onipresente reflexão metodológica, com a qual as docências têm se guiado, fruto da tradição na qual estão inseridas, que é a tradição moderna da Química. Neste diálogo, é possível perceber muito do olhar da Química conduzindo o fazer pedagógico da docência em Química, que a leva a uma tentativa de reprodução da objetividade da Química no encontro humano que se dá na Educação Química. Assim, a Educação Química se afasta da

antiga tradição humanista da Bildung, com seus fundamentos éticos, para se aproximar da tradição da modernidade e sua defesa dos “conteúdos” hierarquizados, e sistemática e disciplinarmente desenvolvidos da Química como sua própria razão de existir. Acaba, também, sendo conduzida pelo olhar monológico da Química, em detrimento do genuíno encontro dialógico humano. Argumento que esta tradição, não podendo ser plenamente abandonada, precisa ser ressignificada. Para isso, é preciso, primeiramente, olhar para esta tradição da Educação Química, buscando conhecê-la e isso envolve uma reflexão no fio condutor da filosofia, história e linguagem.

Autor primário: ROBAERT, Samuel (Universidade Federal de Santa Maria)

A CONTINGÊNCIA DAS REPRESENTAÇÕES, E A NECESSIDADE DA MATÉRIA

A negação contemporânea das ciências reforça a necessidade da discussão de tópicos de história e filosofia da ciência nas escolas e formação de professores, e neste trabalho buscamos contribuir para este debate.

O objetivo deste trabalho é fomentar a discussão acerca do estatuto cognitivo da ciência, particularmente, das representações abstratas dos objetos de interesse da Física. Buscamos qualificar em que sentido as representações teóricas se referem à realidade. Esta reflexão, concernente ao problema do realismo científico crítico, será realizada por meio de um exercício em epistemologia histórica, no qual analisaremos um episódio da ótica. Abordaremos pesquisas que se deram no interior da tradição laplaciana da física francesa, entre o final do século XVIII e início do século XIX. Nos distanciamos de versões ingênuas do realismo, segundo as quais a representação teórica tem uma relação de correspondência com o objeto alvo. Para realizar essa análise, nos referenciamos no realismo crítico de Michel Paty que, ao criar uma distinção entre realidade concreta do mundo e o espaço de conceitualização abstrata, nos permite balancear os aspectos de livre criação da ciência e sua capacidade de estabelecer conhecimentos acerca do real.

Para qualificar o estatuto cognitivo das representações teóricas, destacaremos dois aspectos da representação da luz naquela tradição de pesquisa. Um deles, chamaremos de contingente, e está associado à influência que a mecânica celeste desempenhou no estudo e representação da luz no contexto em questão. O segundo aspecto, consideramos estar ligado à dimensão experimental das ciências naturais, e à forma como a materialidade da natureza e as imposições da realidade se manifestam por meio da experimentação, causando a desestabilização da representação teórica.

Seguindo este raciocínio, argumentamos que a forma de representação abstrata da luz típica do programa laplaciano não é unívoca. Além de haver outras teorias que competiam com a teoria corpuscular, como a teoria vibracional, a escolha de se representar a luz segundo os métodos da mecânica celeste não envolveu apenas decisões racionais da comunidade em questão, mas conta com um forte componente cultural e histórico, isso é, o sucesso do newtonianismo, erigido à modelo de ciência a ser replicado em áreas distintas da filosofia natural. Em seguida, argumentamos que a descoberta da polarização por reflexão, feita por

Étienne-Louis Malus, levou o cientista a reformar a representação teórica da luz, para dar conta do novo fenômeno. Mantendo as principais hipóteses sobre os corpúsculos de luz e sua sujeição às leis da mecânica newtoniana, Malus adiciona propriedades geométricas assimétricas à forma do corpúsculo, bem como novas hipóteses de interação entre a luz e a matéria.

O argumento em prol de formas críticas de realismo científico se dá na compreensão de que a ciência toca a realidade na medida em que esta impõe a necessidade de ressystematização daquela. Em outras palavras, a constatação histórica do movimento das representações abstratas do objeto alvo - no caso, a luz - evidenciam o aprofundamento do conhecimento físico da realidade. Consideramos estes aspectos importantes para uma educação científica que seja crítica frente ao conhecimento físico, mas que reconheça sua força epistêmica.

Autor primário: PEREIRA, Felipe Prado C. (Programa Interunidades em Ensino de Ciências - USP)

Coautor: GURGEL, Ivã (Instituto de Física da Universidade de São Paulo)

OS CAMINHOS DA REVOLUÇÃO EDUCACIONAL AO "INTERCOSMOS": ESTUDOS PRELIMINARES SOBRE A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CUBANA

Neste texto, mostraremos a questão educacional da formação do “Homem Novo Cubano” tomando como estudo de caso a trajetória de vida do cosmonauta Arnaldo Tamayo Méndez (1942 -). O conceito de “Homem Novo”, empregado por Che Guevara em 1965 e depois tomado como base para a política de Estado por Fidel Castro em 1967, foi o fio condutor da nova pedagogia cubana. Nessa direção, a consolidação do currículo escolar foi fundamental para as novas diretrizes que a Revolução tomaria. Como problema de pesquisa, pretendemos entender como se dá, numa perspectiva dialética, a dimensão da formação do sujeito particular individual e do seu papel na sociedade, por meio da relação entre escola e trabalho. Como caso particular, identificamos a necessária formação científica do cosmonauta, que realizou vários experimentos científicos no voo da primeira tripulação conjunta soviético-cubana na nave Soyuz-38 em setembro de 1980. A partir do estudo do livro autobiográfico de Méndez (“Un cubano en el cosmos”), produzimos um diálogo entre esta obra, composta pelas memórias do cosmonauta, e os avanços conquistados pela Revolução Educacional Cubana desde 1959. Para isso, utilizamos como metodologia uma abordagem qualitativa da análise documental de caráter historiográfico. Nosso corpus de estudo é composto por textos de fontes primárias, como o texto autobiográfico do cosmonauta e os documentos oficiais do governo cubano da época, bem como texto de fontes secundárias que se referenciam ao tema a ser investigado. Assim, todo o material bibliográfico está relacionado com o Programa Soviético Intercosmos, com o qual Cuba firmou uma parceria no final da década de 1970.

A investigação está fundamentada a partir do desdobramento da perspectiva vigotskiana, especificamente a Teoria da Atividade Sócio-Cultural-Histórica. Nessa perspectiva, a unidade de análise é composta pelas relações históricas entre a revolução educacional cubana e as consequências desenvolvidas na vida particular do cosmonauta Arnaldo Tamayo Méndez. Exploramos nesta relação, como as mediações sociais e culturais transformam a vida do cosmonauta, desde sua trajetória no ensino secundário a partir dos reflexos da Revolução, até a missão espacial da qual participou. Durante todo este percurso histórico, sua formação particular ia ao encontro com sua vida pública, desde engraxate, passando por piloto de guerra, até o ofício de cosmonauta para atender as urgências que a sociedade cubana enfrentava

diante a iminência dos processos contra-revolucionários. Os resultados obtidos na missão foram quase todos contemplados satisfatoriamente. Como tese preliminar, entendemos que a relação entre estes elementos particulares e gerais, permitirão traçar a complexidade do desenvolvimento educacional e científico dos sujeitos cubanos em direção à formação do “Homem Novo Cubano”, principalmente considerando o movimento de transição da Revolução Cubana, uma vez que o próprio cosmonauta, na sua adolescência, viveu essa transição quando o exército de libertação chegou em Guantánamo, sua terra natal.

Autor primário: SANTOS, Claudemir

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E SOCIEDADE DE RISCO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE COMPETÊNCIAS VOLTADAS PARA QUESTÕES DE RISCO

O projeto de modernidade gestado no século XVIII prometia um controle maior sobre a natureza através da racionalidade e da técnica, enquanto a colocava em um lugar de subserviência aos interesses mercantilistas e industriais daquela época (Giddens, 1991). Por mais que recebessem críticas daqueles que já percebiam problemas na construção das relações sociais, seus defensores argumentavam que os pontos positivos sobressairiam na construção de um estado de bem-estar social decorrente da crescente industrialização e burocratização da vida social. Mais de três séculos após esse processo, hoje são evidentes as fragilidades desse projeto, decorrentes das incertezas produzidas no desenvolvimento científico e tecnológico, da deterioração do meio-ambiente decorrente do uso da ciência e da tecnologia no cotidiano (Beck, 2011). Essa fragilidade se reflete não apenas na perda do controle sobre a natureza, mas também por revelar a disputa entre pretensões sociais e científicas, tornando cada vez mais distante a universalização do estado de bem-estar social. Assim, a ciência vem se tornando o elo mais fraco das discussões políticas, sociais e científicas no enfrentamento das ameaças provocadas pelos avanços científicos e tecnológicos no mundo contemporâneo, como pode ser observado durante a pandemia de COVID-19 no Brasil. Diante desse cenário de grandes incertezas em relação ao futuro, uma maior aproximação entre o ser humano e a natureza é necessária para estabelecer uma nova relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente, recolocando o ser humano como parte integrante da natureza (Beck, 2011). Essa discussão pode ser transposta para o ensino de ciências tanto para refletir sobre as competências ligadas a complexidade dos riscos manufaturados e dos problemas sociais, científicos e tecnológicos, quanto na proposição de novos conteúdos curriculares que tragam essas relações para o contexto escolar. Exemplos na literatura acadêmica, como em Schenk e colaboradores (2019), permite localizar a emergência nas últimas décadas de temáticas afeitas a estes problemas, como aquelas intituladas “Questões Sócio Científicas” (QSC), e os “Temas Controversos”, mas esta linha de trabalhos parece ainda insuficiente para tratar a complexidade dos riscos contemporâneos (Pietrocola e colaboradores, 2020). Defendemos que uma educação voltada para as questões de risco envolve competências ligadas ao uso do conhecimento científico,

informações e valores, além de conseguir estabelecer relações de prós e contras sobre situações de risco, avaliar possíveis cenários e estabelecer prioridades que minimizem os riscos relacionados à tomada de decisão individual e coletiva no mundo contemporâneo. Dessa forma, buscamos categorizar a literatura acadêmica sobre risco e educação científica que tratem das competências vinculadas as essas três dimensões da educação voltada para questões de risco: conhecimento científico, informação e valores. Pretendemos, dessa forma, contribuir para a elaboração de práticas didáticas que explorem com maior profundidade questões não triviais entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

Autor primário: SILVA, Leandro do Nascimento (Universidade de São Paulo)

Coautor: PIETROCOLA, Maurício (Universidade de São Paulo)

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

Neste estudo teve-se como objetivo analisar as concepções de Ciência de estudantes do Ensino Fundamental. Diante da temática proposta, a problemática da pesquisa envolveu questionar: Quais são as percepções e concepções de Ciência dos estudantes do Ensino Fundamental? Neste sentido, pressupõe-se que esta investigação possa evidenciar que os estudantes possuem uma representação implícita de Ciência. Em relação aos aspectos metodológicos, esta pesquisa caracterizou-se pela abordagem qualitativa, onde os 57 estudantes de duas turmas (do 8º e 9º Anos) de uma escola de Ensino Fundamental, responderam uma questão aberta, tendo como contexto de pesquisa a região Noroeste, do estado do Rio Grande do Sul (RS). Para a análise de dados da questão utilizou-se a análise temática de conteúdo. As respostas dos estudantes foram tabuladas, a partir da leitura, identificação e classificação, com a utilização das ferramentas da Microsoft Excel, de modo a organizar e categorizar os dados da pesquisa. A partir da análise dos dados emergiram duas categorias temáticas: - Categoria temática 1: “Ciência como disciplina escolar” com 17 Unidades de Contexto (UC); - Categoria temática 2: “O conceito de Ciência em relação aos saberes sócio- culturais” com 12 UC. Através da análise temática de conteúdo e com o embasamento teórico, foi possível identificar os conhecimentos dos estudantes acerca da concepção de Ciência, deste modo constatou-se que 6/57 dos participantes da pesquisa não conseguiram expressar seus entendimentos acerca do conceito de Ciência. A categoria temática 1 “Ciência como disciplina escolar” foi a mais frequente entre as respostas, correspondendo ao quantitativo de 38/57 dos estudantes, e predominância maior nas UC, com 17/29 distintas, com destaque para as UC: “Animais”, “Natureza”, “Planeta”, “Universo”. A partir da categoria evidenciou-se um indicativo do pensamento acerca da concepção de Ciência vinculado ao conteúdo disciplinar de Ciências Naturais ou de Matemática, com as UC: “Matéria escolar”, “Matemática”, “Lógica”, “Eventos Químicos” e “Espaço”. Deste modo, os estudantes não conseguem ir além da disciplina escolar e perceber o conhecimento científico histórico em (re) construção em seu cotidiano. A categoria temática 2 “O conceito de Ciência em relação aos saberes sócio-culturais” apresentou o menor número de UC (12/29). Essa categoria foi menos frequente entre as respostas, com o quantitativo de 26/57 dos estudantes. Ressalta-se as UC mais frequentes: “Tudo”, “Dia-a-dia”, “Conhecimento”, “Descoberta” e “Explicar”. Sendo assim, entende-se que a Ciência é uma atividade intelectual

humana coletiva e em construção, ela necessita ser ensinada/entendida/retratada em sua totalidade nas aulas, nos Livros Didáticos (LD), fazendo com que os estudantes a percebam no cotidiano, como um conhecimento a partir de necessidades humanas, que sofre influências temporais/culturais/econômicas/históricas em sua (re) construção. Deste modo, acredita-se na possibilidade de reflexão e desenvolvimento da criticidade nos estudantes acerca das percepções de Ciência, visando romper com estereótipos, visões deformadas e dogmáticas de Ciência.

Autor primário: GASPERI, Angélica Maria de (UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL(UFFS))

Coautores: EMMEL, Rúbia (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar)); KRUL, Alexandre José (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar))

CONCEPÇÕES DE LICENCIANDOS DE CIÊNCIAS EXATAS E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA: UM ESTUDO A PARTIR DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO VNOS

A concepção sobre o que é ciência é construída ao longo da interação do sujeito com o mundo. Seja por meio de uma visão romântica obtida em filmes ou livros, seja por meio de uma construção empírica, de senso comum, a partir daquilo que seu meio social lhe ofereceu, todas as pessoas apresentam alguma noção sobre o que é ciência e como ela é construída. Em geral, as concepções referem-se a uma visão simplista sobre o trabalho do cientista e conseqüentemente, da natureza do conhecimento científico. A fim de compreender como futuros professores de Ciências Exatas e Ciências Biológicas compreendem a natureza da Ciência (NdC), elaboramos uma pesquisa que investiga as crenças desses graduandos acerca do conhecimento e do fazer científico. A pesquisa foi realizada ao longo do ano de 2022 e início de 2023. A coleta foi feita com diferentes turmas em nível inicial e intermediário, objetivando compreender se há alguma evidência de avanços nas suas concepções acerca da NdC a partir das disciplinas que o currículo oferta aos licenciandos. A pesquisa foi pautada no questionário Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS), com algumas adaptações, e aplicado dentro de um formulário do Google Forms. Os alunos responderam ao questionário em dois momentos, um no início das disciplinas de História e Filosofia da Ciência (HFC) e de Epistemologia e Ensino de Ciências (EEC), e ao final das mesmas. A disciplina de HFC é ofertada a partir do 3º semestre para todos os alunos do Curso de Exatas e a partir de 2022, também é ofertada para os calouros de Ciências Biológicas. Já a disciplina de EEC é ofertada apenas para os alunos da Licenciatura em Ciências Exatas a partir do 5º semestre. Os dados ainda estão sendo analisados, mas já percebemos que parece haver alguns indícios de avanços nas concepções de licenciandos, tais como a relação entre ciência e sociedade, a inexistência de um método único para fazer ciência, a importância da teoria e do seu acúmulo histórico e social para a produção científica, observados especialmente ao final da disciplina de EEC. Isso, talvez, porque seja uma disciplina complementar à HFC e por ser uma disciplina que tenha maior enfoque na discussão epistemológica, do fazer ciência.

Autores primários: BARTELMEBS, Roberta Chiesa (Universidade Federal do Paraná); VENTURI, Tiago (UFPR)

A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR NUMA PERSPECTIVA FLECKIANA

Ludwik Fleck atribui importância a matriz social e cognitiva na qual os cientistas estão inseridos, quando observam os fenômenos naturais e produzem os fatos científicos. Segundo este autor o trabalho científico é concebido a partir de um coletivo de pensamento, portador de um estilo de pensamento. Os cientistas pertencem a coletivos de pensamento distintos, e ainda que restrito, o diálogo entre os diferentes grupos de pesquisadores é possível. Fleck entende, que o desenvolvimento científico deve ser visto como um processo lento e contínuo, uma evolução que se processa a partir de mutações. A comunicação entre os diferentes estilos de pensamento ocasiona as mutações e o consequente desenvolvimento científico. Na construção do conceito de calor observa-se diferentes coletivos de pensamento com seus respectivos estilos de pensamento. Joseph Black desenvolveu a ideia de capacidade de calor e descobriu o calor latente (1761) na transição gelo-água. A calorimetria foi definida por Lavoisier e o Marquês de Laplace em 1783, quando inventaram o calorímetro de gelo e propuseram o fluido de calor, o calórico. Usaram o calorímetro para medir calores específicos, que podem depender do material e da temperatura. Laplace empregou o Q calórico em função de pressão e volume. Conde de Rumford e Humphry Davy observaram a produção de calor por atrito e defenderam que era necessário admitir a transformação de energia mecânica em calor. A máquina a vapor começou a ser usada por volta de 1700, inicialmente para bombear água para fora das minas inundadas e, posteriormente, nas fábricas têxteis; só em 1805 Richard Trevethick usou um motor a vapor para mover uma locomotiva. A teoria do calor mecânico foi impulsionada pela busca da maximização da eficiência do motor a vapor. James Joule iniciou os estudos sobre as várias formas de produção de calor, começando com correntes elétricas e depois com trabalho mecânico (experimento da roda de pás). Obteve aproximadamente o mesmo valor para o equivalente mecânico do calor. Karl Holtzmann também discutiu este equivalente. Julius Mayer, a despeito de várias controvérsias e disputas, foi o primeiro a publicar o princípio da conservação de energia e estimar o equivalente mecânico do calor. Ludvig Colding, na mesma ocasião, apresentou à Academia Dinamarquesa de Ciências um trabalho em que verificou uma relação constante entre a energia mecânica perdida e o calor produzido, a partir de inúmeros experimentos em que atritou uma superfície de latão com vários materiais. Rudolf Clausius, aceitando o princípio da conservação de energia e baseando-se em Nicolas Carnot, Benoit

Clapeyron, e Willian Thomson (Barão Kelvin), em 1850, desenvolveu a primeira teoria relativa à “força móvel do calor”. O termo termodinâmica foi cunhado um ano depois por Thomson. Clausius acrescentou o princípio de que o calor não pode fluir do frio para o quente se não houver outras mudanças no sistema e William Rankine definiu o termo “adiabático” em 1859. São muitos os autores que contribuíram para o entendimento e a construção do conceito de calor, a partir da comunicação intercoletiva dos seus diferentes estilos de pensamento.

Autor primário: CARVALHO, Regina Simplício (UFV)

A IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA PROFESSORES DE QUÍMICA

Os livros didáticos (LD) são os materiais mais utilizados por professores e professoras como apoio ao ensino. Além de influenciarem o enfoque e a sequência de conteúdos a serem estudados em classe, os LD também representam uma fonte imediata de atividades práticas, exercícios e informações historiográficas. No entanto, dependendo da forma como esses conteúdos históricos são escritos, podem veicular visões distorcidas sobre o fazer Ciência, fomentando perspectivas indutivistas, elitistas ou socialmente neutras de ciências. O objetivo deste trabalho é analisar os experimentos históricos presentes nas coleções de LD de química aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD-2018), comparando essas descrições com os originais históricos. Nosso mapeamento dos experimentos históricos presentes nos LD se deu seguindo três critérios: 1. A presença de alguma representação imagética do experimento, seja por fotografia, ilustração ou esquema; 2. A presença de alguma descrição textual dos equipamentos ou do processo experimental;

3. A vinculação explícita do experimento ao nome de algum(a) cientista. Verificando os três volumes que integram cada uma das seis coleções didáticas, identificamos 24 experimentos históricos que atendiam a esses critérios. Antoine-Laurent Lavoisier foi o nome mais recorrente, sendo vinculado a quatro experimentos diferentes. Temas ligados à eletroquímica, incluindo as pilhas de Volta e de Daniell, também têm destaque, e o experimento com a lâmina de ouro, geralmente atribuído a Rutherford, é um dos únicos que aparecem em todas as coleções didáticas. Optamos por aprofundar a análise dos experimentos atrelados ao químico francês, Lavoisier, e para isso recorreremos a fontes primárias e secundárias, considerando a produção de historiadores da ciência profissionais. Identificamos divergências na apresentação desses episódios históricos. No que se refere à conservação das massas nas transformações químicas, por exemplo, três das seis coleções que analisamos descrevem a conservação de massas como uma conclusão, de caráter indutivo, a que Lavoisier teria chegado após a realização de diversos experimentos. As demais coleções expõem que Lavoisier teria reconhecido a conservação como um princípio teórico, o que é mais coerente com os registros originais e com as interpretações apresentadas por historiadores da ciência da atualidade. Concluímos que as descrições simplificadas ou distorcidas dos experimentos

históricos presentes no LD comprometem o entendimento do desenvolvimento da Ciência e fomentam visões equivocadas do fazer científico. Além disso, as descrições de episódios da história da ciência, em especial os experimentos históricos, no geral são minimalistas e desconsideram o contexto dos acontecimentos. Apresentamos nesse trabalho contribuições que o conhecimento dos experimentos históricos pode trazer às práticas de ensino de química, contribuindo com a cultura científica de professores e, potencialmente, enriquecendo as situações de aprendizagem que estes proporcionarão a seus alunos.

Palavras-chave: livros didáticos; experimentos históricos; ensino de química; distorções.

Autor primário: SOUZA, João Paulo da Silva (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo)

Coautor: BALDINATO, Jose Otavio (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo)

O QUE HÁ DE COMUM ENTRE A ASTROFÍSICA OFICIAL E A DOS YANOMAMI E DE OUTRAS CULTURAS É CASUAL?

No livro “Throwing rocks at the Google bus: how growth became the Enemy of prosperity”, Rushkoff (2016) considera que há falhas graves em construir a economia distributiva que o mundodigital sinalizava. “Em vez disso, dobramos a aposta no velho conceito da era industrial do faturamento acima de tudo”. Denuncia assim a pretensão em escapar do planeta e colonizar Marte dos bilionários, deixando a humanidade para trás, guiados por uma adoração à ciência, uma das bases do capitalismo. Ao extrair o que é de valor da natureza, extraem também o valor de quem o produz, considerando os outros seres como inferiores, primitivos a serem explorados; e quem trata as pessoas como usuários não consegue vê-las como iguais.

A falta de empatia com o povo Yanomami nos últimos anos, alarmante nesse início de 2023, nos impulsiona a pensar estratégias pedagógicas que deem voz aos mais vulneráveis, nos valendo da história de outras culturas.

Em 1986 a afirmação “Somos todos poeira de estrelas” (Carl Sagan) tornou-se famosa, tendo tal concepção sido construída e validada na Ciência a partir do trabalho em espectroscopia de Bunsen e Kirchoff (sec. XIX), seguida por uma classificação estelar que levou às teorias acerca da vida e da morte das estrelas na Astrofísica. Juntamente com a imagem da Terra como um pálido ponto azul, esse conjunto de conhecimentos serviu de base para a construção do conceito “cidadania planetária”, de importância crucial para a ecologia e para a educação ambiental crítica. No entanto, as evidências que sustentam a Ciência atual não têm se mostrado convincentes para estancar a devastação das florestas, a contaminação das águas e o caminho da ganância que destrói as condições de vida no planeta.

A resposta à pergunta: “Essas coisas que os brancos cobiçam tanto, como teriam vindo a existir? De que são feitas?”, feita por Kopenawa na obra “A Queda do Céu”, vem nos surpreender com um conhecimento surgido de uma curiosidade comum a todas as civilizações acerca do cosmos: esse metal brilhante debaixo da Terra vem do antigo céu que desabou antigamente sobre os nossos ancestrais, nomeado por nós de mareaxi ou xilikarixi, o mesmo nome dado às estrelas. Esse metal que Omana ocultou é seu esqueleto, envolvido pelo frescor úmido da floresta, a sustenta, não devendo se cavar o solo sem trégua como fazem os brancos.

Segundo esse Yanomami confirma-se uma profecia xamânica cada vez menos ‘apenas’

imaginária e cada vez mais próxima da realidade, causada pela cobiça exploratória de um poderoso comércio internacional. E o xamã complementa: ao arrancar os minérios da terra eles espalham um veneno que invade o mundo e que assim acabará morrendo.

Apesar dos conhecimentos dos povos originários serem considerados inferiores cientificamente, as culturas ameríndias souberam manter as florestas, não os levando às epidemias vividas e catástrofes ambientais atuais. O que podemos aprender e trocar com eles em busca de sustentabilidade nesse capitalismo insustentável? Que papel os sonhos têm desempenhado na produção científica? Como legitimar o discurso onírico yanomami, dando a eles a voz que merecem ter?

Autor primário: QUEIROZ, Gloria Regina (UERJ)

Coautor: CATARINO, Giselle (UERJ)

HISTÓRIA DA CIÊNCIA LOCAL/NACIONAL NA CONSTRUÇÃO DE ABORDAGENS SOCIOPOLÍTICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO SUL GLOBAL: DISCUSSÕES A PARTIR DO CASO HISTÓRICO DA PESQUISA AEROESPACIAL NO RIO GRANDE DO NORTE

Diversos autores têm mostrado que variadas áreas do pensamento têm passado por um movimento crescente de politização, de preocupação com questões públicas legítimas e de percepção de suas dívidas históricas em relação aos seus compromissos com a justiça social. Igualmente, a pesquisa em Educação em Ciências tem realizado sua parcela de autocrítica no que se refere a sua participação na produção e reprodução da linha abissal, do seu distanciamento de temas sociais e políticos e de sua supervalorização de medidas educacionais. Nesse sentido, ao concordar com a literatura que defende uma elevação no status da política na Educação em Ciências, esse trabalho expõe maneiras por meio das quais a história da ciência local/nacional pode contribuir para a construção de abordagens sociopolíticas no Sul Global. Para tanto, o caso histórico da construção do Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno (CLFBI, posterior CLBI), no Rio Grande do Norte - Brasil, é tomado como objeto de estudo e palco para discussões sobre o tratamento de questões de opressão sistêmica, identidade e poder no ensino de ciências. Inaugurado em meio à ditadura civil-militar no Brasil, que se inicia em 1964, a história desse centro, que integra o cenário do início da pesquisa aeroespacial no Brasil, está inserida na história da Guerra Fria no nordeste desse país, dos avanços das Ligas Camponesas e dos movimentos sindicais nessa região e das relações internacionais entre o governo brasileiro e os Estados Unidos, tanto antes quanto depois do golpe. Localizada na cidade de Parnamirim, nas proximidades da capital Natal, a formação do espaço da Barreira do Inferno nos permite endereçar perguntas sobre a própria história local e também sobre a história da ciência nacional, de seu processo de institucionalização e das redes de atores humanos e não-humanos envolvidos em sua produção continuada. Para tanto, o presente trabalho atenta-se e alerta para a forma como essas histórias são contadas e incorporadas na educação científica, cujo *status quo* ainda privilegia no ensino de ciências o ensino de conceitos científicos e cujo aporte histórico e discussões sociais muitas vezes se resumem a introduções, contextualizações e seguem tangenciando um núcleo composto pelo ensino de fórmulas, conceitos e teorias. Decerto, essa pesquisa vai ao encontro dos apontamentos já realizados na literatura em Educação em

Ciências no Brasil que afirmam que a incorporação de questões de história da ciência nacional no ensino pode oportunizar a identificação dos estudantes com os protagonistas dos eventos, possibilitar uma formação mais crítica e desmistificar a visão de uma ciência apenas produzida fora do país. Entretanto, para além de uma incorporação, propomos que tais questões sobre a ciência brasileira possam ser levadas para o cerne do ensino de ciências, o que exige repensarmos o que é e o que se ensina quando ensinamos ciências.

Autor primário: CARDINOT, Douglas da Costa (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

Coautor: MARTINS, André Ferrer Pinto (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DE LICENCIANDOS DO 1º SEMESTRE DOS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E EM MATEMÁTICA

A formação de professores pressupõe que desde a licenciatura sejam promovidas reflexões sobre modos de compreender o conhecimento científico e os saberes que envolvem o seu ensino. Há necessidade de promover discussões e entendimentos sobre o ensino de conceitos, da história, das situações sociais e das discussões epistemológicas em relação à ciência. Deste modo, a investigação sobre as concepções de ciência elaborada pelos alunos que ingressam nos cursos licenciatura é importante para compreender os caminhos e os entendimentos que os constituem. Neste sentido, questiona-se: Quais as concepções acerca da Natureza da Ciência (NdC) dos licenciandos dos cursos de Ciências Biológicas e de Matemática do IFFar - Campus Santa Rosa-RS, e qual a importância destes saberes para a formação docente? A construção dos dados ocorreu por meio de questionário contendo um total de 12 perguntas (abertas e fechadas), permitindo que os 39 licenciandos (ingressantes do primeiro semestre dos referidos cursos no ano de 2021) expressassem suas percepções em torno das seguintes temáticas: o que é ciência, como se produz conhecimento científico e sobre o reconhecimento da ciência em situações diversas da vida. Esta pesquisa em educação de abordagem qualitativa com pesquisa de campo, extrai dados e informações diretamente da realidade do objeto de estudo, por meio de categorias definidas a priori. Foram analisadas as seguintes categorias: - sobre o que é ciência: i) ciência como método, ii) ciência como síntese, iii) ciência como verdade; - sobre o que é conhecimento científico: i) resultado verdadeiro, ii) sistematização do conhecimento, iii) conhecimento empírico; - sobre o reconhecimento da presença da ciência em diferentes contextos: i) laboratório, ii) sala de aula, iii) pão, iv) cálculos, v) flores; - sobre a relação entre ciência, produção do conhecimento e ética: i) credibilidade, ii) validade, iii) intencionalidade. A análise destas categorias ocorreu por meio da metodologia de análise de conteúdo. Sendo assim, identifica-se que os licenciandos ao iniciar o curso possuem entendimentos diversos, confusos ou desconexos sobre a NdC. As reflexões sobre estas categorias permitem reconhecer e analisar a articulação do conhecimento sobre ciência mobilizado pelos licenciandos e mapear suas concepções, para posteriormente articular o ensino sobre a temática com mais coerência. Portanto, acredita-se que a

formação inicial de professores deve contribuir para promoção dos saberes sobre a NdC de modo intencional, compreensivo e explícito, objetivando capacitá-los ao exercício da docência.

Autor primário: ANDRADE, Camila de (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar))

Coautores: EMMEL, Rúbia (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IF-Far)); KRUL, Alexandre José (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IF- Far))

CONCEPCIONES SOBRE HISTORIA DE LA CIENCIA DE DOCENTES EN FORMACIÓN DOCTORAL

La Historia de la Ciencia (HC) facilita los procesos de formación de docentes de ciencias naturales, ya que permite realizar un análisis de segundo orden sobre la ciencia, y por lo tanto, genera “metadiscusiones” en torno al desarrollo del conocimiento científico. Además, permite reflexionar sobre aspectos no epistémicos como la competitividad científica, la influencia de la ciencia en la sociedad, aspectos morales y éticos y el papel de la comunidad científica, lo cual da cuenta de una ciencia como actividad humana, permitiendo, tanto a docentes como a estudiantes desarrollar concepciones contemporáneas sobre la ciencia.

Asimismo, en las investigaciones asociadas a contribuir con la comprensión de la ciencia desde la incorporación de la HC se diseñan, validan, aplican y evalúan diferentes recursos y estrategias de enseñanza para los diferentes niveles de formación, con el fin de analizar el impacto que estas intervenciones generan en las prácticas educativas. Por esta razón resulta importante analizar cuáles son las concepciones que tienen docentes en formación doctoral sobre la HC, su importancia y uso dentro de la enseñanza de las ciencias. Esto se realiza a través de un análisis de contenido de respuestas dadas por los docentes a una de las actividades realizadas dentro del Seminario de “Historia de la Ciencia y Filosofía de la Ciencia. Fundamentos y reflexiones para la enseñanza de las ciencias” que hace parte del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). En este análisis de contenido se definieron cuatro categorías de investigación: (1) Concepciones sobre HC, (2) Relación con la comprensión conceptual, (3) Relación con la comprensión contextual, y (4) Relación con la comprensión procedimental; y tres categorías de análisis: (1) No informada,

(2) Transición y (3) Informada. Para la primera categoría de investigación, predominan de igual manera las concepciones en “Transición” e “Informadas”, para la segunda las “Informadas”, en la tercera las de “Transición”, y finalmente, para la cuarta categoría las “Informadas”. Las generalidades encontradas son las concepciones en donde los docentes interpretan la HC como una metaciencia que contribuye a la comprensión de la ciencia desde su contexto y la influencia de los aspectos socio-culturales en el desarrollo del conocimiento científico. A partir de esto, se identifica también que solo tres de los doce docentes participantes dan a

conocer en sus respuestas ideas que corresponden a una concepción “Informada”, sobre la Historia diacrónica como la HC deseable para enseñar ciencias. A su vez, se presentan concepciones en “Transición” debido a que no argumentan sus respuestas, o cuando lo hacen, ofrecen razones que no están relacionadas con la idea principal y generan una amalgama entre concepciones “No informadas” y de “Transición”.

Considerando lo anterior, son importantes los resultados de esta investigación porque al reflexionar explícitamente sobre la incorporación de la HC en la enseñanza se promueve el desarrollo de concepciones informadas sobre ciencia y sobre la HC deseable en la enseñanza de la ciencia escolar, las cuales indudablemente permearán su práctica docente.

Autor primario: PINEDA-AVILA, Paula Nataly (Universidad Distrital Francisco José de Caldas)

Coautores: AYALA-VILLAMIL, Luis Alfonso (Universidad Distrital Francisco José de Caldas);
GARCÍA-MARTÍNEZ, Álvaro (Universidad Distrital Francisco José de Caldas)

DESARROLLO DE REFLEXIONES EXPLÍCITAS SOBRE TENTATIVIDAD DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EL USO DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA

La Naturaleza de la Ciencia (NOS, por sus siglas en inglés) ha sido considerada un constructo importante en la educación científica en los diferentes niveles de formación, ya que generalmente los currículos de ciencias en diferentes partes del mundo se han centrado en enseñar contenidos conceptuales guiados por la lógica interna de la ciencia, olvidando la propia construcción del conocimiento científico, es decir, qué es y cómo se hace ciencia. Por tal razón, el presente documento socializa un avance de investigación que busca analizar cómo promover reflexiones explícitas sobre Tentatividad del Conocimiento Científico (TdCC) en estudiantes de grado undécimo de un colegio en la ciudad de Bogotá-Colombia, a través de una unidad didáctica (UD) ambientada en la Historia de la Ciencia (HC).

Para esto, se diseña una UD fundamentada en los referentes teóricos del aprendizaje significativo, la cual consta de tres fases: 1) la primera fase equivale a la revisión bibliográfica. Los criterios de búsqueda son: a) elección de las bases de datos, b) palabras clave o descriptores de búsqueda, c) tipo de fuentes, d) tipo de documento, e) idioma de publicación; 2) la segunda fase consiste en la construcción del mapa de diseño curricular (MDC) y 3) la tercera fase, corresponde al diseño de las distintas actividades; según la siguiente tipología: a) actividades de iniciación y/o exploración, b) de introducción a nuevos conceptos, c) de síntesis y d) de aplicación o transferencia.

Las categorías de investigación son: Conocimiento Científico Confiable, Conocimiento Científico Duradero, Conocimiento Científico Nunca Absoluto y Conocimiento Científico Certero. Se diseñan y validan los siguientes instrumentos: una encuesta Likert, una entrevista semiestructurada y actividades de la unidad didáctica. La validación se realiza mediante juicio de expertos (pares académicos), con el fin de verificar la claridad, pertinencia y correspondencia teórica de los instrumentos. Se realiza un proceso de triangulación con el fin de analizar las reflexiones realizadas por los estudiantes sobre TdCC.

Del mismo modo, se logra identificar que el uso de la HC permite generar en los estudiantes y docentes una concepción auténtica de la ciencia, favorece la comprensión de TdCC, fomenta el desarrollo de pensamiento crítico y facilita la comprensión de conceptos disciplinares propios de la ciencia. Por último, es importante resaltar que este análisis genera un aporte de tipo

conceptual y metodológico en el área HPS (History and Philosophy of Science, en inglés), en la línea NOS y en la categoría de TdCC.

Autor primario: AMAYA-MARTÍNEZ, Fabio Andrés (Universidad Distrital Francisco José de Caldas)

Coautores: AYALA-VILLAMIL, Luis-Alfonso (Universidad Distrital Francisco José de Caldas);
GARCÍA-MARTÍNEZ, Álvaro (Universidad Distrital Francisco José de Caldas)

O ENSINO DE CIÊNCIAS SUBORDINADO À DIVISÃO DO TRABALHO: A DUALIDADE TÉCNICA-INTELECTO NA HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO

Por meio de pesquisa bibliográfica no campo da história da educação e sob a perspectiva do materialismo histórico-dialético, este trabalho visa relacionar os interesses envolvidos na manutenção da divisão social do trabalho ao aprofundamento da dualidade técnico e intelecto do ensino científico, com enfoque aos conteúdos de química ensinados no Colégio Pedro II, antes e após a implantação do modelo produtivo industrial no Brasil. Além de expor a origem da dicotomia entre produção manual e

Por meio de pesquisa bibliográfica no campo da história da educação e sob a perspectiva do materialismo histórico-dialético, este trabalho visa relacionar os interesses envolvidos na manutenção da divisão social do trabalho ao aprofundamento da dualidade técnico e intelecto do ensino científico, bem como o impacto social do ensino das ciências esvaziada de seu aspecto reflexivo. Além de expor o aprofundamento da dicotomia entre produção manual e intelectual, a análise crítica sobre as diversas formatações da educação ao longo da história, aponta a subordinação do processo educativo (e de outras dimensões da vida humana) à divisão do trabalho, questão central nas disputas entre classes, sob a perspectiva marxista do materialismo histórico-dialético. Em sua introdução e após breve contextualização conceitual - necessária à compreensão do método do materialismo histórico-dialético -, a pesquisa explora as modificações históricas dos conteúdos científicos ensinados nas escolas. No contexto brasileiro, dá destaque ao período que se conhece por Era Vargas, quando as mudanças nos conteúdos do ensino de ciências subordinadas ao novo modelo produtivo, são especialmente perceptíveis nos tópicos de química - ciência base para o modo de produção industrial. Em seguida, discute-se a relação entre a divisão do trabalho de uma sociedade e a formatação dos conteúdos ensinados. Na análise, se aponta o papel do ensino tecnicista das ciências no processo de cooptação da divulgação científica em reforço à ideologia hegemônica. Em conclusão, se assume as ciências enquanto elemento chave no desenvolvimento dos modos produtivos e a relação da supressão de seu elemento reflexivo com a manutenção da exploração entre classes. Finalmente, propõe-se a educação onilateral por meio da pedagogia histórico-crítica, para a formação crítica do homem completo, capaz

de compreender e identificar discursos e atuar em prol da superação da sociedade de classes.

Autor primário: GALVAO, Natalia (UFABC)

Coautor: CAVA MORI, Rafael (UFABC)

A HETERONOMIA DO CAMPO ESCOLAR COMO FATOR DE DISPUTA POR CAPITAL SOCIAL PELOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Bourdieu é amplamente utilizado em pesquisas sobre ensino de ciências, mas existem críticas quanto à sua aplicação em relação aos campos de atuação dos professores de ciências (MASSI, AGOSTINI e NASCIMENTO, 2021). Entende-se hegemonicamente que esses professores estão inseridos em um campo, têm habitus próprio e disputam capitais. No caso do Brasil, é questionável se existe uma disputa entre esses professores por capital simbólico específico do campo.

Um campo, segundo Bourdieu, é mais autônomo quanto mais consegue refratar demandas externas e maior autonomia seus agentes têm para decidir as regras das disputas internas. A externalidade pressupõe delinear limites, que não são objetivamente estruturados, pois sua delimitação faz parte da luta estruturante do campo, como um jogo de pressões internas e externas. Campos têm sua autonomia “em cheque” quando são justapostos, atuando relacionalmente, como um encontro dinâmico (MIRALDI, 2022). A ideia investigada é que o campo em que os professores de ciências atuam é heterônimo, colocando os agentes sem condições de disputar um capital simbólico específico, limitando-os às disputas de acumulação de capital social.

Examinando a formação docente no Brasil, Sarti (2021) destaca um espaço de lutas simbólicas desde o último século, onde o campo educacional tornou-se vulnerável a influências externas, ao campo universitário e, recentemente, ao empresarial. No século XIX, o ensino era visto como “arte prática” que concedia aos professores um lugar distinto no processo de produção da atividade docente e a formação era provida pelos próprios professores da escola. Com a emergência da pedagogia científica nas universidades recém-criadas no século XX, a formação de professores mudou para que especialistas disciplinares oferecessem subsídios para a prática docente, formando técnicos-especialistas. Mais recentemente, a mercantilização da formação trouxe demandas de natureza não acadêmica, mais focadas em ideologias gerencialistas-empresariais.

Nesse contexto, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com 10 professores de ciências de instituições públicas e privadas do estado de São Paulo. As respostas indicam os meios de introdução à vida docente, um “companheirismo” professoral no início da carreira

até o final dela. Professores conversam sobre dificuldades, trocam informações de como lidar com indisciplina, como preparar e estruturar sua aula, como realizar burocracias da escola e até como “burlar” certas demandas. Quando novatos, comentam que os colegas foram importantes para permanência na carreira e enfrentar dificuldades. Relatam também que existem grupos dentro da escola disputando poder e acabam construindo uma rede de relações para sua ascensão dentro do espaço escolar (para escolher turmas, conseguir empregos em instituições prestigiosas e cargos na coordenação).

Os resultados indicam que, devido à heteronomia do campo, professores de ciências enfrentam desafios distintos de outros campos, pois não disputam um “capital próprio”, mas capital social. É necessário investir na apropriação simbólica dos professores, para que possam ter consciência de sua atuação e desenvolver maior autonomia de ação. Mais pesquisas são necessárias para responder às seguintes questões: como professores de ciências são influenciados por outros campos e como são socializadas essas disposições; qual a importância local do acúmulo de outros capitais; quais estratégias os subversivos do campo utilizam e por quê.

Autor primário: LANZILLOTTA, Gabriel (Não-sócios estudantes)

Coautor: PIETROCOLA, Maurício (Universidade de São Paulo)

ANÁLISIS ONTOLÓGICO DE LA PROPUESTA ESTRUCTURA-PROPIEDAD DESDE LAS TEORÍAS DE MARCO E INTERACCIÓN: APORTES A LA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta que viene de la filosofía de la ciencia, en donde se puede esclarecer la ontología en la química escolar a partir de la función teórica de marco e interacción, analizando la propuesta de progresión estructura-propiedad de Talanquer.

Las teorías de marco e interacción, popularizadas en física en un artículo de divulgación escrito por Einstein en 1919, analizadas y refinadas filosóficamente posteriormente por Flores (1999), en términos ontológicos, función teórica y modo de explicación, tiene como propósito central, que los productos teóricos (teorías, leyes, modelos, entre otros) producidos por la ciencia, puedan ser clasificados en aquellos que permiten la elaboración de explicaciones mecanicista-causales en las que participan agentes causalmente responsables de fenómenos, llamadas teorías de interacción, y aquellos que permiten la elaboración de explicaciones unificadoras, mediante estructuras o restricciones modales.

El aporte de este elemento teórico en la enseñanza de la química, es debido al salto conceptual que implica para los estudiantes, la imagen cotidiana o intuitiva macroscópica de la materia, y la visión microscópica en términos de átomos, moléculas con la que se explican dichos fenómenos en gran parte de los tópicos de la química escolar, lo que conlleva una serie de concepciones alternativas que dificulta su aprendizaje. Estos dos niveles ontológicos, conocidos por educadores en ciencias a través de la triada de Johnstone (1991, 1993, 2002), aunque no explícitamente desde ese enfoque, es especificado desde la didáctica por Vicente Talanquer (2018), a través del trabajo progresión estructura-propiedad de la materia, el cual detalla las etapas intermedias de explicación, progresivas en sofisticación vinculadas al conocimiento químico que van adquiriendo los estudiantes con la escolarización y el tipo de razonamiento, reportado en investigaciones, y cuyo nivel más sofisticado sería donde las propiedades macroscópicas son fruto de la dinámica de interacciones de las escalas submicroscópicas. La clasificación en teorías de marco e interacción, permite arribar con un mayor nivel de claridad conceptual el análisis de esta progresión, no sólo en términos de explicaciones (obviamente centrales en el contexto educativo) sino también en términos ontológicos, que juegan un rol mucho más sutil en el desarrollo de la comprensión de los

estudiantes acerca de la química. Por ejemplo, se puede concluir que cada estadio de aprendizaje descrito por Talanquer incluye elementos estructurales, por lo tanto, una importante porción de las descripciones científicas no refiere a interacciones ni a objetos materiales.

Por lo tanto, teniendo como ventaja de que esta clasificación permite desdoblar la ciencia en términos de agentes que realizan interacciones, por un lado, y límites estructurales por el otro, este insumo puede resultar altamente útil en el diseño curricular escolar en química, para que puedan identificar la fuente de intuiciones erróneas y con ello diseñar herramientas, estrategias o tomar decisiones didácticas que promuevan la apropiación adecuada conocimiento científico que enseñen.

Autores primarios: GUÍÑEZ ÁLVAREZ, Rosa (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso); HERRERA MELIN, Ana María (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso); MALTRANA ROMERO, Diego (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso); BENÍTEZ, Federico (University of Bern, Bern, Switzerland)

DO PERIÓDICO AO LIVRO DIDÁTICO: UMA ANÁLISE DA CONSOLIDAÇÃO DE CONCEITOS DO ELETROMAGNETISMO PELAS PERSPECTIVAS DE FLECK E KHUN

Como um conceito evolui e se difunde entre cientistas e comunidades científicas? Como ele é alterado, ressignificado e consolida-se nesse processo? A epistemologia do sociólogo polonês Ludwik Fleck fornece um referencial teórico útil para responder a essas questões com base em dois conceitos fundamentais: estilo de pensamento, ou *Denkstil*, na nomenclatura cunhada por Fleck, que se refere à forma na qual os cientistas entendem e abordam alguns fenômenos; e os coletivos de pensamento ou, nos termos do polonês, *Denkkollektiv*, uma comunidade de cientistas que troca ideias e compartilha um estilo de pensamento. Fleck monta também uma descrição do tráfego de pensamentos e ideias entre os diferentes coletivos, no qual ocorrem mudanças na formulação e representação dos conceitos. Fleck defende que a consolidação de um novo conceito passa pela formação de novos aprendizes dentro de um estilo de pensamento e isso depende dos materiais formativos, como manuais e livros didáticos, ou seja, um conceito que surge na prática do cientista é apresentado à comunidade na ciência dos periódicos que é uma expressão provisória, pessoal e fragmentada do conceito. Em seguida, temos a ciência dos manuais, uma expressão sistemática, impessoal e autoritária. Seguida pela ciência do livro didático, nesse contexto, o conhecimento começa a ser simplificado, apresentado para o público geral de forma esteticamente agradável, viva e ilustrativa. O epistemólogo estadunidense Thomas Kuhn também aborda a consolidação de conceitos, em particular quando pupilos são iniciados dentro de um paradigma em um período de ciência normal, essa iniciação é completamente apoiada no livro-texto. No entanto, livros-textos são obras escritas com a finalidade de iniciar estudantes; os problemas são abordados de forma exemplar e algumas questões similares são propostas ao estudante, formando um iniciado na ciência normal corrente. Na presente apresentação, mostramos duas análises da consolidação de conceitos célebres do eletromagnetismo clássico: a lei de Coulomb e os campos eletromagnéticos. Para tal, utilizamos dos referenciais de Fleck e Kuhn para analisar como os conceitos mudaram de suas versões preliminares, publicadas em periódicos especializados até sua eventual consolidação em grandes compilados. Em particular, vamos analisar as versões “finais” de três livros célebres: *A treatise on electricity and magnetism* de James Clerk Maxwell, publicado no século XIX; o segundo volume das *The Feynman Lectures on Physics* de

Richard Feynman, publicado pela primeira vez no século XX e finalmente, a quarta edição do *Introduction to Electrodynamics*, um livro do século atual, publicado por David Griffiths e amplamente utilizado em cursos de graduação em física. Escolhemos um livro de cada século para entender também as mudanças em conceitos já estabelecidos entre diferentes livros texto de física, por exemplo a crescente aproximação dos conceitos de força e campo. Por meio dessas análises, evidenciamos as diferenças e convergências entre as epistemologias de Fleck e Kuhn em relação à consolidação de conceitos e comentamos se, e quando, as abordagens são compatíveis de alguma forma.

Autores primários: PENA, Aurélio (Universidade de São Paulo); SILVA, Cibelle (Universidade de São Paulo)

O ENSINO DE CIÊNCIAS EM UM CONTEXTO DE RACIONALIDADE NEOLIBERAL: DESAFIOS E TENSIONAMENTOS NA ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

A razão neoliberal transbordou os limites da esfera econômica, transformando-se em uma racionalidade hegemônica no contexto contemporâneo. Assim, para além de uma ideologia de estado ou política econômica, passa-se a compreender o neoliberalismo como uma razão-mundo, isto é, um código que transversaliza todas as esferas da vida pública e privada. Essas reconfigurações nas diferentes esferas da sociedade tensionam a organização da instituição escolar, manifestando-se, por exemplo, na finalidade pragmática e imediatista atribuída ao ensino. Neste estudo de caráter ensaístico, discorre-se acerca dos desafios e tensionamentos da hodiernidade ao Ensino de Ciências, evidenciando a necessidade de inserção de tópicos de História e Filosofia das Ciências no currículo escolar, a fim de formar competências necessárias para o bem estar político e econômico da sociedade. A fim de consecutar este objetivo, identifica-se as implicações da presença do neosujeito no espaço escolar. Este indivíduo, que tem introjetado em si as normas neoliberais, é incapaz de participar de discussões de caráter aprofundado, buscando o entretenimento em substituição ao estudo necessário para compreender a complexidade do mundo. Nesse contexto, tampouco se analisa o percurso histórico e filosófico de construção do conhecimento científico e, por consequência, se limita a formação do pensamento crítico. Em concomitância a isso, muitos temas basilares das ciências passam a ser compreendidos como dispensáveis diante da sua suposta inutilidade, perante o sistema neoliberal. Assim, a expectativa destes indivíduos em relação ao espaço escolar faz com que ocorram mudanças nas estratégias de ensino e nas proposições curriculares que passam a assumir um caráter pragmático e uma aplicação efêmera, atrelada aos interesses do neoliberalismo e não ao processo de formação integral dos sujeitos. Questiona-se as mudanças educacionais decorrentes da aplicação da racionalidade neoliberal em virtude das implicações éticas de seus fins, isto é, o neoliberalismo é um sistema insustentável por pressupor a infinitude de recursos e o neosujeito por ele produzido ser incapaz de estabelecer relações públicas. Diante desse cenário, urge a necessidade de revisitar os fundamentos do Ensino de Ciências, reapropriando-se de uma gramática pedagógica perdida pela hegemonia da razão neoliberal. Soma-se a isso, a necessidade de pensar o lócus escolar como espaço de promoção do

raciocínio, bem como um convite para desvelar a complexidade do mundo e realizar um julgamento crítico em relação ao mundo e as escolhas humanas. Entende-se que a inserção da História e da Filosofia das Ciências no currículo escolar pode ser um importante elemento catalisador neste processo, na medida que permite o desenvolvimento de uma visão mais adequada da dimensão epistêmica das ciências e da sua interrelação com a sociedade. Ao criar-se oportunidades de analisar as nuances históricas, culturais e sociais envolvidas no progresso científico, pode-se refletir acerca das questões éticas envolvidas na aplicabilidade do conhecimento científico. Assim, cria-se oportunidades de, além do desenvolvimento de conhecimentos basilares acerca das ciências, os estudantes desenvolverem o raciocínio crítico e um intento de compreensão da complexidade do mundo, evitando a adoção de soluções simplistas de caráter pragmático.

Autores primários: LORENZON, Mateus (Universidade de Passo Fundo); ROSA, Cleci Teresinha Werner da (Universidade de Passo Fundo); DARROZ, Luiz Marcelo (Universidade de Passo Fundo); VIEIRA, Luis Duarte (Universidade de Passo Fundo)

FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS HERMENÊUTICA: UM OLHAR PARA A BILDUNG GADAMERIANA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Na Educação em Ciências (EC), há uma ênfase no ensino e aprendizagem em aspectos conceituais e cognitivos. Entretanto, os processos educativos podem ser experienciados não apenas com a aquisição de conteúdos científicos, mas instaurados a partir da percepção sensorial, do confronto interpretativo desta com a realidade para contribuir com a formação dos sujeitos. Como contorno do foco nos conceitos e na cognição das relações educativas, apresentamos uma Filosofia da Educação em Ciências (FEC), proposta por Eger e Schulz, baseada na Hermenêutica Filosófica (HF) de Hans-Georg Gadamer, a partir da qual destacamos o conceito *Bildung*. A FEC é composta pela intersecção dos eixos Filosofia, Filosofia da Educação e Filosofia da Ciência. Articulamos a HF como um fio condutor dos eixos da FEC, pois vemos nela um horizonte teórico para compreender a EC para além de um enfoque cognitivo e instrumental. Isso é possível, pois Gadamer situou o fenômeno da compreensão em um campo ontológico, em que defendeu que toda compreensão parte de uma pré-compreensão intrínseca à linguagem e à tradição daquele que compreende. Assim, o caráter interpretativo da Hermenêutica deixa de ser somente sobre textos para recair na própria existência. Isso inclui o modo com que entendemos as relações educativas e as experiências científicas. A tradição da *Bildung* da qual Gadamer partiu surgiu na Alemanha há cerca de duzentos anos e tem assumido diversas abordagens. Não possui uma tradução exata na língua portuguesa, mas pode ser entendida como “formação cultural”. Distingue-se dos termos Ensino e Educação, já que se refere a uma formação do aluno como pessoa completa, pautada no desenvolvimento de sua personalidade, na compreensão de si e do mundo. Bastante difundida em um contexto educacional estrangeiro e, em algum âmbito, também no brasileiro, é pouco abordada na Educação em Ciências. A *Bildung* na Hermenêutica de Gadamer busca um vínculo entre o “eu” e o mundo a partir do reconhecimento da alteridade, do compreender o mundo a partir de como ele se mostra, mas sem negar a tradição histórica que nos perpassa. Apresentamos, assim, os eixos da FEC a partir da *Bildung* de Gadamer. No eixo da Filosofia, é preciso entendermos que o movimento do fenômeno da compreensão evidenciado por esta Hermenêutica está para além do caráter metodológico, mas no caminho ontológico. Na Filosofia da Educação, a HF possibilita agregar a formação (*Bildung*) ao fenômeno educativo para a exposição à dúvida, ao diálogo

autêntico, ao ouvir o outro e a uma compreensão do mundo, mas também de si. Na Filosofia da Ciência, a perspectiva gadameriana possibilita uma visão da prática científica em uma racionalidade imbricada em aspectos históricos, filosóficos e culturais, por pensar as Ciências Naturais diferentemente da Filosofia Analítica, sem recorrer ao Relativismo. Uma FEC em uma *Bildung* gadameriana defende experienciar os fenômenos científicos historicamente, esteticamente e eticamente, pelo jogo dialógico possibilitado pela linguagem. Nesta perspectiva, experienciamos Ciências não para *dominar* os conteúdos científicos e para resolver problemas, mas para compreender mais sobre o mundo a partir deles e, nesse processo, compreender também a si próprio.

Autores primários: CARMO, Ana Paula Carvalho do (Universidade Federal do Paraná); SOUSA, Robson Simplicio de (Universidade Federal do Paraná)

POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DACIÊNCIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: APONTAMENTOS DEUMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Este trabalho apresenta os resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre a utilização de abordagens da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de ciências. Foram selecionadas como fontes de pesquisa artigos do extrato A1 e A2 do Qualis da Capes na área do Ensino, em português e espanhol, no intervalo temporal de 1994 a 2020. Os artigos encontrados foram analisados e classificados em diferentes focos destacando suas principais características como: autores, ano de publicação, protocolos, tipo de estudo, abordagens, metodologias, temáticas, entre outros. Os documentos foram classificados em cinco eixos temáticos: i. propostas didáticas para utilização da HFC em sala de aula, ii. utilização da HFC na formação dos professores, iii. revisão dissertações/teses/artigos/livros, iv. contextualização histórica, e v. teorias/posições filósofos da ciência. A análise detalhada dos documentos encontrados na revisão foi realizada utilizando-se a Análise do Conteúdo. Para cada eixo temático foram elaboradas subcategorias com a finalidade de aprofundar a caracterização do conteúdo das publicações. Os resultados revelam que as abordagens históricas e filosóficas têm favorecido e orientado o ensino de conceitos científicos, o desenvolvimento cultural e cognitivo do educando da educação básica. As propostas didáticas relatadas utilizam a HFC na contextualização dos conteúdos, contribuindo para tornar as aulas mais criativas, motivadoras e reflexivas. A elaboração e análise de material didático apropriado, uso de literatura científica, assim como, a utilização de fontes históricas primárias revelaram-se estratégias para a superação de modelos narrativos que promovem distorções e o tratamento superficial dos eventos históricos relativos a fenômenos científicos. O enfoque interdisciplinar e histórico-cultural são predominantes, trazem a abordagem humanística da ciência com intersecções estabelecidas, principalmente, a partir das áreas da Física, Química e Matemática. A realização/reconstrução de experimentos científicos históricos promove argumentação e problematização sobre o aparato experimental, conceitual e desenvolvimento matemático situando-o social e temporalmente. No eixo da utilização da HFC na formação dos professores, o enfoque situa-se na capacitação dos profissionais habilitados a utilizar a abordagem em sala de aula e apontam para as necessárias mudanças na formação docente e a proposição de estratégias didáticas buscando

convergência entre pontos de vista historiográficos e pedagógicos. A contextualização histórica incluiu trabalhos que descrevem modelos científicos ou episódios relacionados à pesquisa científica direcionados a professores do ensino médio, empregando a história da ciência para a discussão dos conteúdos escolares. As revisões bibliográficas tratam da prática docente, da utilização da HFC em sala de aula e da análise de materiais instrucionais com o objetivo de identificar metodologias didáticas e possíveis carências. As fragilidades identificadas nesta revisão relacionaram-se à ausência de estudos sobre a qualidade das aprendizagens dos estudantes e dos resultados das propostas executadas no ambiente escolar. A simples inclusão de abordagens históricas e filosóficas parecer não ser capaz de superar as fragilidades ensino tradicional. A adequação das abordagens é um fator importante no processo de ensino aprendizagem, sendo necessária maior disseminação das experiências exitosas.

Autor primário: SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Coautor: RICARDI, Natália

A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS COMO ELEMENTOS POSSIBILITADORES DA CONSTRUÇÃO DE UM SABER-EMANCIPAÇÃO

As práticas de ensino fundamentam-se em determinados pressupostos teóricos e epistemológicos, dentre os quais destacam-se as pressuposições acerca do que seja sujeito, de como ocorrem os processos de aprendizagem ou ainda da epistemologia do objeto de ensino. A análise histórica de práticas pedagógicas voltadas ao Ensino de Ciências permite inferir que, hegemonicamente, houve a predominância de situações de aprendizagem, muitas vezes, pautadas pelo treino, pela instrução e pelo fluxo unidirecional de informações. Subjacente a estas proposições, encontra-se uma concepção positivista de conhecimento científico, entendendo-o como um produto ahistórico e inócuo a influências sociais e culturais. Disso resulta uma percepção dogmática de ciência, na qual não levanta-se a questão epistemológica, bem como reforça-se uma compreensão deste saber como régio e ocupante de um topo de uma hierarquia axiológica. Hipotetiza-se que disso podem emergir duas situações dicotômicas: o negacionismo da ciência ou o entendimento das ciências como um saber-regulação. Ambas perspectivas diferem-se do que pensa-se ser necessário para uma educação fundamentada em um paradigma ético e humanista. Frente a isso, neste ensaio, busca-se discorrer sobre a necessidade de contemplar elementos da história e da filosofia da ciências como elementos que possibilitem a transformação do conhecimento científico em um saber-emancipação. Parte-se do pressuposto de que todo indivíduo é um sujeito-epistêmico, isto é, possui um conjunto de suposições acerca do mundo e dos fenômenos que foram adquiridas em diferentes instâncias socializadoras e que constituem um substrato existencial a partir da qual interpretam e dão sentido à realidade. Em contrapartida, os conhecimentos científicos, muitas vezes, podem diferir-se, radicalmente, das postulações a priori. Assim, todo processo de ensinar ciências carrega, de modo seminal, uma possibilidade de desencadear um conflito subjetivo no aprendiz no qual os saberes do indivíduo confrontam-se com aqueles racionalmente construídos. É neste momento que urge um estado de dissonância cognitiva, na qual o indivíduo, a fim de dar coerência a suas ideias nega tudo o que é externo, dando preferência a uma aprendizagem endogâmica e que reverbere suas suposições. Em contrapartida, corre-se o risco de assumir as ciências como um saber-regulação, resultando em uma postura excessivamente racionalista e cientificista. Entende-se que o processo de

Ensino de Ciências só será produtivo na medida em que assemelhar-se a um diálogo entre dois entes distintos, a saber, o saber prático e cotidiano, com aquele proveniente das ciências. No entanto, isso só poderá ocorrer se o conhecimento científico for apresentado de modo a completar a sua historicidade e não sendo retratada como produto, mas sim como processo. Acredita-se que pensar as propostas de ensino como relação dialógica possibilita a transformação da ciências em um saber-*emancipação* que permita que os indivíduos valham-se de saberes racionais para almejar e empreender ações que visem buscar condições mais dignas de vida.

Autores primários: DARROZ, Luiz Marcelo (Universidade de Passo Fundo); LORENZON, Mateus (Universidade de Passo Fundo); VIEIRA, Luis Duarte (Universidade de Passo Fundo); ROSA, Cleci Teresinha Werner da (Universidade de Passo Fundo)

HACIA UN AVANCE EN LA EDUCACIÓN INTEGRADA: ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO SOBRE NATURALEZA DE STEM

El mundo actual se enfrenta diariamente a complejos y variados problemas que abarcan cuestiones económicas, sociales, políticas, ambientales y tecnológicas. Darles respuesta requiere un desarrollo competencial integral que permita comprender esa complejidad y la interconexión entre diferentes variables que afectan a la realidad social, incluyendo habilidades como la toma de decisiones, la creatividad, la innovación, la comunicación efectiva, la colaboración, etc. Un enfoque competencial potencia la participación de la ciudadanía al permitir comprender las problemáticas y propiciar la toma de decisiones en un mundo en constante cambio.

La educación STEM integrada representa un enfoque coherente con la visión de desarrollo competencial y con la naturaleza científico-tecnológica interconectada de los problemas. Dada la relevancia que las visiones epistemológicas actualizadas tienen en la toma de decisiones fundamentadas sobre cuestiones personales y sociales con base científica, para trabajar en consonancia desde la didáctica resulta necesario identificar el conocimiento sobre Naturaleza de STEM (NOSTEM) del alumnado. Destacamos que, dados los objetivos educativos que contemplamos, centrados en contribuir a un desarrollo competencial para todos y a la preparación de ciudadanas y ciudadanos informados, consideramos que la educación STEM integrada debe adherir a una NOSTEM en la que las relaciones entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas sean entendidas como una “*seamless web*”. Esta comprensión sistémica parece apropiada para anclar una NOSTEM para la enseñanza obligatoria. Para ello, hemos diseñado y validado instrumentos para identificar y evaluar el conocimiento sobre la NOSTEM, compuestos por preguntas cerradas que abordan las dimensiones cognitivo-epistémica y político-social propuestas en el *Family Resemblance Approach*, existiendo respuestas incorrectas, parcialmente correctas y correctas.

Presentamos un estudio descriptivo de la primera aplicación del instrumento centrado en la temática de la Meteorología. Esta temática fue escogida por la relevancia que ha adquirido en asociación a la toma de decisiones frente a fenómenos meteorológicos extremos. Participaron un total de $N=232$ estudiantes de diversas instituciones de España y Argentina, de los cuales 55 cursaban Educación Secundaria, 134 Grado universitario, 28 Máster universitario y 14 Doctorado.

Teniendo en cuenta una puntuación mínima de 0 y máxima de 2, los resultados muestran un conocimiento general reducido sobre NOSTEM en asuntos relacionados con la meteorología ($M=1.35$, $DE=.48$), siendo mejores en la dimensión cognitivo-epistémica ($M=1.45$, $DE=0.54$) que en la socio-institucional ($M=1.24$, $DE=.59$), y levemente superior en el caso de los chicos en ambas dimensiones. Destacamos que, a pesar de que la mayoría del alumnado está cursando estudios superiores, el 25,4% de la muestra no sobrepasa el valor 1 (respuestas parcialmente correctas) en la dimensión cognitivo-epistémica y el 39,2% en la socio-institucional. Además, a mayor nivel de estudios que se está cursando, mejor conocimiento tanto general como en cada dimensión.

A falta de más investigación, estos resultados, en primer lugar, nos informan de un conocimiento reducido sobre NOSTEM del alumnado de diversas etapas y, en segundo lugar, nos ofrecen una visión pormenorizada de gran interés para guiar las propuestas integradas, en este caso, basadas en el enfoque STEM.

Autores primarios: ORTIZ-REVILLA, Jairo (Universidad de Burgos (España)); ARRI-ASSECO, Irene (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)); ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (Universidad de Buenos Aires (Argentina)); GRECA, Ileana M. (Universidad de Burgos (España))

CULTURA NUCLEAR E OS BASTIDORES DA BOMBA ATÔMICA: UMA APROXIMAÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL PARA O ENSINO DE FÍSICA

Com o reconhecimento da história da ciência e dos aspectos culturais que englobam o ensino de física, este artigo procura relacionar a “Cultura Nuclear”, em especial suas manifestações literárias, com o desenvolvimento da física do século XX. Como caso específico, observamos como o físico Leó Szilárd foi influenciado pelo livro *The World Set Free*, para o pensamento de um conceito chave para a criação da bomba atômica.

Atualmente é amplamente difundido em âmbito acadêmico como a ciência pode ser afetada pelas características pontuais presentes tanto na cultura, e como esta influencia os cientistas. Por este motivo, há uma busca por parte dos educadores, quando não compelidos a oferecerem um ensino estritamente técnico, em inserirem seus conteúdos nos contextos histórico-culturais e questões pessoais, “bastidores” dos cientistas envolvidos na criação de uma determinada teoria ou um conceito. Esses contextos e particularidades dos indivíduos podem seguir diferentes ópticas, focando em diferentes aspectos, sejam eles econômicos, religiosos, sociais. Contudo, um aspecto ignorado é o artístico.

Apesar de descreditado, as expressões artísticas permeiam o imaginário do cientista e podem ser observadas em diversos momentos históricos. Contudo, pela escassez de documentos deixados pelos cientistas, explicitando diretamente suas influências artísticas, em muitos casos o estudo histórico sobre o tema é frágil.

Há também um risco, mesmo quando extensivamente documentada essa relação pode acabar se tornando apenas uma curiosidade, sem um objetivo claro. Para combater essa questão, o artigo toma como ponto focal o uso da arte em conjunto com os “bastidores”, para a humanização do cientista. Expondo aos alunos o cientista como um sujeito, também impactado pela fantasia e, em determinado grau, impelido pela imaginação, trazida pela cultura local. Assim como, questões particulares de sua vida.

Para ilustrar, o artigo irá trazer um momento muito bem relatado, no qual a arte comoveu um cientista, afetando diretamente seu caminho acadêmico e gerando uma obsessão por um conceito ainda a ser testado, foi o do cientista húngaro Leó Szilárd, do qual em sua jornada fez extensivas citações ao livro *The World Set Free* e seu autor H. G. Wells.

Escrito em 1913, o livro *The World Set Free* conta a história de um mundo devastado por bombas de carolinum, um elemento radioativo ficcional, capaz de causar a destruição completa de cidades. O primeiro livro a cunhar o termo “bomba atômica”, lido por Szilard em 1932, marcou-o profundamente e em 1933, poucas semanas após a polêmica afirmação de Rutherford sobre a impossibilidade de gerar energia pelo núcleo, surge para Szilard a ideia da reação em cadeia, e sua patente é criada, fazendo-o também abandonar de seguir para área de biologia provisoriamente: “Sabendo o que [uma reação em cadeia] significaria - e eu sabia porque havia lido H.G. Wells - não queria que essa patente se tornasse pública.”.

A esburacada ponte entre ciência e arte apresenta inúmeros desafios a serem discutidos, ainda sim, há uma enorme recompensa no engajamento do ensino, permitindo ao aluno não apenas entender os conceitos trabalhados, como também sua evolução e as evocações na cultura popular.

Autor primário: PIRES, Victor (Universidade de São Paulo)

Coautores: FANTIN, André (Instituto de Física - Universidade de São Paulo); GURGEL, Ivã (Instituto de Física - Universidade de São Paulo)

NÃO TEM SAÍDA FÁCIL: A TENSÃO ENTRE AUTONOMIA VERSUS CONFIANÇA NA CIÊNCIA NO CONTEXTO DIDÁTICO

Nos últimos trinta anos vem ocorrendo um direcionamento da literatura relacionada à Educação em Ciências, principalmente associado às perspectivas ligadas a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), para que a educação seja capaz de formar cidadãos que se posicionem de forma autônoma em relação às questões contemporâneas. O objetivo desse movimento é garantir a consolidação de uma democracia participativa, a qual se afasta do mito da superioridade das decisões tecnocráticas. A experiência da pandemia, entretanto, traz novas luzes a essa discussão. Nesse cenário de crise sanitária, educar para a autonomia mostrou-se insuficiente. A comunidade científica (os especialistas) dizia para se vacinar, fazer isolamento social, e usar máscaras. Uma parcela significativa da população, contrariando os especialistas, queria se aglomerar, não usar máscara e não se vacinar – colocando em risco não somente sua vida, mas a de seus próximos. Portanto, nesse cenário, passamos a ver um movimento de defesa da confiança na ciência e portanto, em certa medida, contrário à autonomia.

De uma forma geral podemos entender que os problemas sociocientíficos contemporâneos são todos muito complexos de forma que a questão da confiança na ciência versus autonomia passa a ser uma tensão fundamental para pensarmos a democracia contemporânea. No presente trabalho, apresentaremos o resultado de um estudo sobre o enfrentamento de outra questão sociocientífica, o aquecimento global antropogênico, a fim de avaliar em que medida as tensões percebidas na pandemia são recorrentes.

O estudo aqui discutido ocorreu com base na análise de dois documentários, que trazem visões antagônicas sobre o aquecimento global antropogênico, quais sejam: Uma Verdade Inconveniente e A grande Farsa do Aquecimento Global. O primeiro traz elementos que mostram como essa questão deixou de ser uma controvérsia científica e aponta que as pessoas devem promover ações para mitigar as mudanças climáticas. O segundo traz argumentos que questionam os argumentos do primeiro de maneira a gerar dúvida mais uma vez sobre aquecimento global antropogênico.

Foi feito, então, um mapeamento dos conceitos, argumentos, dados, e compromissos políticos presentes nos dois documentários. Os resultados indicam que os dois documentários se valem

de argumentos construídos com a lógica científica, partindo de dados e usando argumentação racional. A concordância ou discordância com os argumentos só pode ocorrer com uma análise profunda de conceitos e outros dados apresentados nos documentários. Isso aponta que o aumento da complexidade da discussão é tão alto que, em alguma medida, precisamos confiar nos novos argumentos e dados que são apresentados. Ou seja, no caso do aquecimento global, a maioria das pessoas que aceita sua origem antropogênica o faz por que confia na ciência não por que tem autonomia e capacidade de analisar até as últimas consequências os argumentos científicos. Por outro lado, deixar as decisões de problemas socialmente relevantes na mão apenas dos especialistas continua sendo uma renúncia à construção coletiva do mundo. A análise dos documentários indica que não há uma saída fácil: a educação científica contemporânea precisará equilibrar o desenvolvimento da autonomia com o resgate da confiança na ciência.

Autores primários: GOIS, Eduardo (UFRGS); GUERRA, Andreia (CEFET-RJ); LIMA, Nathan (UFRGS)

TÓPICOS DE CIÊNCIA E ARTE PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA VISÃO COMPLEXA DA INTRODUÇÃO DA FOTOGRAFIA NA ASTRONOMIA

Neste trabalho apresentaremos uma sequência de atividades desenvolvidas com alunos do segundo ano do Ensino Médio para introdução do estudo do espectro eletromagnético. Para tanto, utilizamos a abordagem histórica com a finalidade de apresentar para os alunos uma ciência conectada com os aspectos sociais e culturais em determinados momentos históricos. As recomendações em se trabalhar aspectos sociais e culturais da ciência está documentada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e também pode ser observada em trabalhos acadêmicos que versam sobre a Natureza da Ciência (NdC) como sintetizado por Khishfe (2022). Para o recorte histórico buscamos materiais que pudessem trazer traços da História Cultural (Burke, 2008) contribuindo para a construção de uma visão mais complexa da ciência. Nossa busca por relações entre a arte e a ciência passa por “uma história que a partir do fazer cotidiano pretende articular este fazer a temas mais gerais sobre a cultura e a sociedade” (Moura e Guerra, 2016). Nesse sentido, adotamos as imagens de época como evidência histórica (Burke, 2017), compondo as narrativas com textos, cartas e outras fontes. Nossa primeira atividade com os alunos consistiu em trabalhar os instrumentos óticos do século XVII. A partir do trabalho historiográfico de Alcantara (2018) iniciamos a montagem de uma narrativa apoiada no trabalho de Allchin (2013) levando ao aluno a se questionar sobre as relações da representação pictórica na arte com os processos científicos de investigação e representação da natureza. Imersos neste cenário, questionamos os alunos sobre como “ver mais” com o telescópio. Nosso intuito foi mostrar aos alunos que mesmo trabalhando no espectro visível existiram barreiras físicas e tecnológicas no desenvolvimento da astronomia. Na segunda atividade falamos das relações do movimento impressionista com o advento da fotografia no século XIX, o objetivo foi mostrar aos alunos as “relações improváveis” (Reis, Guerra e Braga, 2006) entre a ciência e a arte no século XIX. Nosso objeto de interesse estava em explorar a vida e obra do pintor Louis Daguerre (1787 – 1851) a partir de seus colaboradores como Nicéphore Niépce (1765-1833) e de suas relações com a Académie des sciences e a Académie des Beaux-Arts de Paris. A atividade é finalizada com os alunos usando câmeras pinhole e também do telefone celular para produzir “fotografias”, previamente definidas pelo

professor em relação ao objeto, a luminosidade e ao tempo de exposição. A terceira atividade consistiu em retomar a pergunta que finalizou a primeira atividade: como “ver mais” com o telescópio?. Após alguns minutos de discussão o professor mostrou para os alunos as fotografias feitas pelas câmeras pinhole e pelo celular e perguntou aos alunos se tudo que foi fotografado em locais escuros também era visível a olho nú. É neste momento que o professor faz a abordagem histórica da introdução da fotografia na astronomia, a partir do próprio Daguerre e a introdução das câmeras fotográficas nos telescópios, com destaque para Lewis M. Rutherford (1816 – 1892) dando início ao campo da astrofotografia.

Autor primário: SOUZA, Leonardo (Universidade Federal de Juiz de Fora)

Coautor: ALCANTARA, Marlon (IF Sudeste MG)

POR QUE NÃO "ANTROPOLOGIA"? PROMOVENDO UMA DISCUSSÃO SOBRE O PAPEL DA ANTROPOLOGIA NA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A educação em ciências é uma área essencialmente interdisciplinar. Entretanto, há um padrão tênue de presenças e de ausências nas disciplinas que são tratadas como parte de suas fronteiras. Sociologia, história e filosofia costumam aparecer frequentemente em chamadas para edições especiais de periódicos, nos títulos das sessões de eventos, nos nomes das associações de pesquisadores e pesquisadoras, enquanto a antropologia acaba relativamente negligenciada, nem sempre tendo o mesmo nível de destaque. Evidentemente, isso não significa que a educação em ciências, ou mesmo os science studies, não possui uma perspectiva focada na dimensão sociocultural da experiência humana. Pelo contrário, as influências da antropologia estão em todo o lugar, mas em especial na disseminação da etnografia como diretriz teórico-metodológica de diversos trabalhos. Algumas das pesquisas mais marcantes para os estudos das ciências e para a educação em ciências só existem devido a fortes influências antropológicas. Etnografias em laboratórios e em centros de pesquisa (Knorr-Cetina, 1981) são bons exemplos. Resgates de fontes científicas primárias como artefatos culturais (Shapin & Schaffer, 1985) também se enquadram.

A partir dessa problematização, nosso objetivo é construir uma análise dos encontros e desencontros entre a antropologia e a pesquisa em educação em ciências para defender um papel de maior destaque para a antropologia, colocando-a como algo muito maior do que simples métodos ou premissas subjacentes em trabalhos acadêmicos. Nosso trabalho segue duas trilhas analíticas: os movimentos da antropologia em direção à educação e os movimentos da educação em direção à antropologia.

Tomamos o início do século XX como ponto de partida e, apesar de uma certa desconexão da antropologia com assuntos educacionais, nota-se a produção de trabalhos antropológicos que exploravam aspectos culturais da infância, da adolescência e da juventude em geral e, por outro lado, dos sistemas de ensino informais. Até mesmo processos de revisão curricular e outros movimentos ligados ao contexto educacional durante esse período contaram com participações de pesquisadores da antropologia; participações que levaram a embates acadêmicos que moldaram o debate público e a visão contemporânea da escola. Adiantando-nos para os anos 1960, nota-se que o foco no contexto sociocultural começa a se tornar algo

proeminente em pesquisas educacionais. Segue-se uma década de 1970 em que pesquisas de influência antropológica, especialmente trabalhos etnográficos voltados tanto à educação quanto para o campo das ciências humanas em geral capazes de lidar justamente com a dimensão humana e cultural dos contextos educacionais e institucionais das ciências, se proliferaram. Entre os movimentos mais recentes, há os movimentos entre educação e antropologia que culminaram em estudos sobre a cultura das ciências e as diferenças culturais em contextos educacionais que, apesar de existirem de uma forma ou outra desde o fim da Segunda Guerra Mundial, se tornam de especial relevância a partir da década de 1990. Com isso, buscamos construir uma provocação bem fundamentada que seja capaz de fazer com pesquisadores e pesquisadoras da área de educação em ciências reflitam sobre o papel da antropologia nas suas investigações, reconhecendo sua influência e seu potencial analítico.

Autor primário: PIGOZZO, Daniel (IF-UFRGS)

Coautor: MONTEIRO NASCIMENTO, Matheus (IF-UFRGS)

NORMAS SOCIAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE CONTRASTIVA ENTRE AULAS DE QUÍMICA E BIOLOGIA

O presente trabalho propõe investigar como professores contribuem na construção das normas sociais na construção de entendimentos em aulas de Química e Biologia, e de que modo tais normas se relacionam aos valores epistêmicos de suas respectivas comunidades científicas. Comumente, os modos como os membros das comunidades científicas produzem, avaliam e comunicam o conhecimento, ficam fora do debate e dos planos de ensino. Portanto, o estudo das práticas culturais no campo educacional possibilita posicionar os estudantes e os professores no centro da discussão, permitindo a ressignificação do ambiente escolar como um espaço de tensões, negociações e dinâmicas, ao invés de um lugar de transmissão de práticas. Para tal, a presente pesquisa está orientada pelo diálogo entre os constructos da área de ensino de ciências e as áreas de filosofia, sociologia e história da ciência (Science Studies). O processo de construção dos conhecimentos dentro das comunidades científicas incorporam normas negociadas a partir de interações sociais, que se aplicam aos processos cognitivos dessas comunidades. A filósofa Helen Longino identifica normas que proporcionam a existência de interações discursivas críticas que garantem a objetividade do processo, tais como a existência de fóruns, a receptividade à crítica, o estabelecimento de padrões públicos de análise e a constituição de igualdade moderada. Apesar desses elementos comuns, há especificidades dentro de cada campo científico, o que se reflete e deve ser considerado no contexto da sala de aula.

Na Química, o interesse recai sobre fenômenos de natureza atômico-molecular, envolvendo explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente observáveis (e.g. átomos, moléculas). A Biologia, apesar de lidar também com tais conhecimentos, enfatiza a natureza não determinística dos fenômenos de interesse. Desse modo, as explicações biológicas se baseiam em princípios não aplicáveis ao mundo inanimado (e.g. pensamento populacional). A natureza simbólica desses dois campos também é relevante nesse contexto. Na Química, o aspecto representacional compreende conhecimentos inerentes ao uso de fórmulas, equações, representações de modelos etc. Na Biologia, por sua vez, estão muito centrados em representações visuais descritivas.

Considerando aproximações e especificidades desses dois campos, a presente pesquisa busca caracterizar semelhanças e diferenças entre as normas sociais da Química e Biologia no contexto escolar. O trabalho é orientado metodologicamente pela observação participante de aulas dessas duas disciplinas em uma turma de 1º Ano do Ensino Médio de uma instituição pública de Minas Gerais. Utilizamos como fonte de dados as notas de campo registradas a partir de observação participante e gravações em vídeo das interações discursivas durante as aulas.

Nossos resultados indicam que os valores epistêmicos de cada comunidade científica influenciam o processo de construção de entendimentos em sala de aula. Ademais, aspectos relevantes das normas sociais negociadas na turma provêm dos saberes dos professores de cada disciplina, o que se reflete em aspectos como a proposição de atividades, as formas de orientar as discussões com a turma, bem como suas práticas cotidianas de avaliação. Assim, aspectos relacionados à natureza da Biologia e da Química se articulam a aspectos próprios da prática pedagógica de seus professores.

Autor primário: GONÇALVES, Karla Magna dos Santos (Universidade Federal de Minas Gerais)

Coautores: SILVA, Fernando César (Universidade Federal de Minas Gerais); FRANCO, Luiz Gustavo (Universidade Federal de Minas Gerais)

ANÁLISE HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICA DAS LEIS DO ATRITO

O atrito de contato seco entre sólidos é a interação física resistente de abordagem mais comum nos cursos de mecânica clássica básica. A representação formal dessa interação se dá a partir da consideração de forças de atrito estático e cinético, que podem ser descritas mediante leis matematicamente simples e abrem margem para a construção de uma série de modelos teóricos da mecânica clássica. Nesse contexto, muitos materiais didáticos de física tradicionalmente apresentam os enunciados acerca do atrito genericamente como “leis empíricas”, desprovidas das personagens históricas responsáveis por sua formulação. Somente alguns livros e artigos creditam parcelas do conteúdo dessas leis a cientistas de diferentes épocas e nacionalidades, como Leonardo da Vinci (1452-1519), Guillaume Amontons (1663-1705) ou Charles Agustin de Coulomb (1736-1806), geralmente sem um aprofundamento robusto acerca dos seus trabalhos e investigações. Apesar das controvérsias ou lacunas com relação à autoria, muitas obras explicitam o caráter aproximativo das leis do atrito, como se em termos estruturais elas fossem leis induzidas de dados experimentais e, portanto, plausíveis de serem consideradas como “leis empíricas”. Neste trabalho, a partir de uma revisão bibliográfica de fontes secundárias, defendemos que a atribuição da autoria das clássicas leis do atrito a Amontons é justa e adequada dos pontos de vista formal e histórico. Além disso, defendemos um caráter não totalmente experimental e indutivo para a formulação dessas leis, o que torna a expressão “lei empírica” inadequada ou mesmo desnecessária de um ponto de vista teórico-epistemológico. A partir desses dois movimentos analíticos sobre a autoria e o status epistemológico dos enunciados, buscamos corrigir uma imprecisão teórico-formal e um apagamento histórico, propondo finalmente que as clássicas “leis empíricas” do atrito de contato seco entre sólidos recebam a simples alcunha de leis de Amontons, numa perspectiva pautada em motivações éticas, estéticas e didáticas para a reconstrução e reapresentação de conhecimentos teóricos no ensino de física.

Autor primário: LEITE, Marcos de Lima (Instituto de Física, Universidade de Sao Paulo)

Coautores: ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires); MAIDANA, Nora Lía (Instituto de Física, Universidade de Sao Paulo); VANIN, Vito Roberto (Instituto de Física, Universidade de Sao Paulo)

EPISÓDIOS HISTÓRICOS DE METÁFORA EPISTÊMICA: ELABORAÇÃO DE NARRATIVAS HISTÓRICAS MULTIDIMENSIONAIS

A Metáfora Epistêmica é um objeto conceitual com o qual pretende-se descrever os processos metafóricos que por vezes ocorrem durante a produção de conhecimentos científicos. Ela constitui-se a partir de uma junção de ideias – bissociação –, oriundas de campos conceituais distintos e até então não relacionados. Deste ato inaugural, segue-se a lenta busca pela aceitação e aquisição de significado, preciso e logicamente consistente – literalização –. A proposição de uma metáfora epistêmica desencadeia ações (lógicas, psicológicas, epistêmicas) de aceitação e rejeição nos círculos especializados envolvidos, onde os sujeitos buscam firmar posições, estreitar interpretações, enfim, estabelecer significados precisos e interpretações adequadas a uma problemática e/ou a um quadro fenomenológico específico. Sobrevivendo ao escrutínio científico, a metáfora converte-se em conhecimento novo, tendo suas origens metafóricas apagadas. Assim, apenas uma análise genealógica pode evidenciá-las, isto é, a análise de certos episódios científicos pode evidenciar processos de metáforas epistêmicas subjacentes. Dado o caráter histórico de tais processos, bem como a estrutura conceitual do objeto metafórico em questão, estudos de caso podem estruturar narrativas históricas que põem em evidência diferentes aspectos da natureza da ciência – filosóficos, epistêmicos, conceituais, sociológicos, culturais, etc. Desse modo, uma metodologia que permita identificar e analisar os episódios históricos de metáfora epistêmica mostra-se potencialmente relevante. Tal metodologia deve necessariamente pautar-se em uma diversificada gama de materiais historiográficos, podendo, inclusive, contemplar documentos históricos, manuais e livros didáticos; em suma, pauta-se em uma diversidade autoral que abarca aspectos históricos e conceituais, sob a perspectiva de variados autores. A análise dos referidos episódios permite derivar narrativas históricas de metáfora epistêmica, sendo este um material textual multidimensional (conceitual, epistêmico, filosófico, sociológico, cultural, etc.), ou seja, rico em aspectos da natureza do conhecimento e em elementos conceituais, potencialmente úteis para o ensino. Adicionalmente, a depender de quais resquícios do processo de metáfora epistêmica estejam presentes em livros didáticos, torna-se possível uma caracterização destes objetos didáticos frente às múltiplas dimensões. Assim, a análise de processos de metáfora epistêmica mostra-se potencialmente relevante para a

proposição de instrumentos didáticos e analíticos, no âmbito do ensino de ciências e da formação de professores. Como estudo de caso, analisamos a elaboração do conceito de spin do elétron, onde assumimos a hipótese da metáfora epistêmica no campo intracientífico da Física. Além dos materiais históricos e historiográficos, também foram analisadas obras didáticas do ensino superior. Os resultados apontam para a plausibilidade da hipótese e suas potencialidades de uso didático e analítico, anteriormente mencionados.

Autor primário: SANTANA, Fábio Bartolomeu (Instituto Federal do Paraná)

Coautor: SILVA, Henrique César da (Universidade Federal de Santa Catarina)

A NATUREZA DA CIÊNCIA E AS DESIGUALDADES SOCIAIS EMEMBATE: A (NÃO)FUNÇÃO DOS EVENTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Eventos de divulgação científica que visam aproximar estudantes da escola básica, da ciência, podem ser pensados como espaços de democratização da ciência contemporânea, quando se busca fazer o diálogo de cientistas e público. Este é o caso do evento Masterclasses CERN-IFUSP, que recebe estudantes para um dia e meio de atividades. Após exposições que apresentam aspectos da história da física de partículas, os estudantes analisam dados da colisões de hádrons (reais) do LHC. O evento se encerra com uma apresentação das análises em uma videoconferência com pesquisadores do CERN e estudantes de escolas de outros locais do mundo.

O presente trabalho mobiliza reflexões sobre como estudantes compreendem e percebem aspectos do fazer científico em suas vivências no evento Masterclasses. Na presente análise, dar-se-á atenção às distinções sociais que se estabeleceram entre os jovens das diferentes classes sociais que participam do evento. Assim, buscamos compreender como as desigualdades sociais e culturais se mostram caracterizadas nos olhares dos estudantes.

Um primeiro resultado mostra a dificuldade encontrada pelos estudantes no que se refere a língua inglesa, sendo esta um marcador cultural da exclusão em tais eventos. Por outro lado, o evento permite, positivamente, que os estudantes reconheçam a universidade como um espaço de pertencimento (um “espaço de possíveis”, na linguagem de Bourdieu). Em um questionário respondido ao final do evento temos falas que expressam que o mais significativo do evento foi “conhecer a USP” ou “o que mais me chamou a atenção foi o campus da física”.

Por outro lado, encontram-se indícios de embates entre grupos culturalmente distintos da cidade de São Paulo, seja do ponto de vista dos aspectos culturais como dos educacionais. Se se pode considerar a experiência de conhecer a universidade como positiva, para quem já reconhece este como um espaço de possíveis vê em outros estudantes “limitação” e “ignorância”. Tais aspectos podem ser encontrados em discursos como “No evento só fiquei incomodada com a apresentação da escola com alunos que não estavam familiarizados com o local”.

A desigualdade educacional ainda se faz presente na proposta de abordagens que mobilizam a História das Ciências no evento. Estudantes de escolas mais privilegiadas não reconhecem

este elemento como um capital cultural a ser adquirido. Um estudante afirma: “[a] parte de contextualização histórica (dos átomos) é parcialmente redundante (pelo currículo do ensino médio) e desconexo do resto das atividades”.

Desconsidera-se, nessa passagem, a diversidade educacional dos participantes, cuja abordagem da HFSC pode ser corriqueira em espaços culturalmente privilegiados da educação. A história da ciência traz reflexões sobre como marcadores sociais podem desvelar o papel social desses conhecimentos, muito caracterizados pela aquisição de determinados saberes destinados a um grupo social.

Baseados nesses dados, pretende-se discutir como a natureza da ciência pode ser um importante instrumento de conscientização social, buscando, através da implementação de práticas educacionais que valorizem os conhecimentos da HFSC, produzir atividades de divulgação que sejam comprometidas com a justiça social.

Autor primário: CHIRAZAVA, Vitória Vieira

Coautores: GURGEL, Ivã (Instituto de Física - Universidade de São Paulo); WATANABE, Graciella

APRENDENDO SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA PELOS LUGARES DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO

Seria imprudente afirmar que os autores que contribuem aos estudos históricos e sociológicos da ciência não percebem o peso do fator espacial. O provável é que o reconheçam submersos em outras questões que eles entendem ser os alvos prioritários de sua análise. Logo, fatores de localização serão quase sempre identificáveis nos textos, mas como um atributo menor, cuja influência sobre o processo científico e seus produtos é limitada. Dentro de uma lógica de escolhas argumentativas, o autor não necessitará dar maiores explicações sobre elementos informativos que ele pode entender como evidentes. A referência, por exemplo, a diferentes “contextos geográficos” em que se situam os empreendimentos dos cientistas pode ser um desses casos de informação suplementar que não exigiria uma obrigatória “interpretação geográfica”. Ou seja, o relato histórico e a caracterização sociológica da ciência podem receber a infusão de um vocabulário espacial (e, de fato, historiadores e sociólogos nunca deixaram de fazer referência, ao menos indiretamente, aos espaços das atividades) sem o necessário acompanhamento de uma maior elucidação teórica sobre ele.

Os estudos chamados de geografia da ciência são bastante recentes em comparação com os da história da ciência; é de se esperar que as historiografias mais datadas reúnam todos os fatores que colaboram a descrever as práticas e dinâmicas da produção do conhecimento sob a insígnia geral da história. Por essa razão, mesmo quando os autores tratam de fatores tais como os “recintos” em que a ciência é produzida ou divulgada, será mesmo previsível que não haja qualquer intenção em advertir o leitor de que aquele aspecto é “especial” em algum sentido teórico – e a ponto de requisitar uma classe peculiar de abordagem conceitual.

Entendemos que existe uma grande vantagem em se falar de ciência a estudantes e professores por intermédio de sua “geografia”: cumprir o preceito de ser mais fidedigno ao tratar de sua natureza compósita, equilibrando os aspectos humanos e contextuais (de fato já bem destacados por todos os esforços em ensinar ciência ressaltando as relações sociais e os marcos históricos envolvidos) com os aspectos lógico-cognitivos do pensamento e da prática científica. Em outras palavras, o viés geográfico deteria a virtude de compatibilizar os fatores externalista e internalista da ciência, demonstrando a estudantes e professores que considerar seu aspecto locacional acaba sendo um modo de escapar da excisão positivista,

segundo a qual as perspectivas lógicas e estruturais teriam de ser separadas das contextualizadas e culturais.

O “onde” em que a ciência se realiza permite a exploração de situações espaciais “híbridas”, na medida em que integram tanto a normatividade racional do fazer científico (se pensarmos, por exemplo, nas rotinas técnicas verificadas em saídas de campo ou em experimentos laboratoriais), quanto a força condicionante das circunstâncias em que se insere a prática científica (pensando agora nos problemas locais que estejam exigindo solução ou, então, na acessibilidade a recursos para a pesquisa, diante da conjuntura econômica local).

Este trabalho objetiva contribuir às pesquisas sobre ensino de natureza da ciência com o aporte informativo dos aspectos espaciais do conhecimento.

Autor primário: REIS JÚNIOR, Dante (Universidade de Brasília)

Coautor: ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires)

É POSSÍVEL UM ENSINO SOCIOPOLÍTICO DE MECÂNICA QUÂNTICA? UMA ANÁLISE DISCURSIVA DO LIVRO THE POLITICAL ARENA DE NIELS BOHR

É consenso na área de pesquisa em Ensino de Ciências a necessidade de abordagens didáticas que superem o ensino somente de conceitos, de forma que a atribuição de significado e sentido ao empreendimento científico deveria passar pela discussão de aspectos históricos, sociais e políticos associados às Ciências. Entretanto, as pesquisas apontam que o Ensino de Física, especialmente no que se trata de disciplinas de física avançada, como os cursos de Mecânica Quântica, ainda privilegiam abordagens voltadas quase que exclusivamente para a resolução de problemas matemáticos, resultando na ausência de aspectos sócio-políticos nas salas de aula tradicionais. Dessa forma, embora não seja novidade a necessidade de explicitar as relações CTS/CTSA, faltam pesquisas concretas para favorecer tais abordagens no ensino superior. Buscando preencher tal lacuna na literatura, o presente trabalho faz uma análise de textos originais do cientista Niels Bohr presentes no livro “The Political Arena”, que faz parte de uma coletânea de doze livros contendo textos originais do cientista. A metodologia de pesquisa adotada consiste na análise discursiva da obra, recorrendo a elementos da metalinguística do círculo de Bakhtin. Buscamos discutir as relações entre a ciência, a sociedade e a política da época a partir dos textos e relatos de Bohr. Em especial, considerando o fato de que o sentido de todo enunciado é dado por seu contexto extraverbal, e que todo enunciado é produzido para uma certa audiência a fim de atender a um objetivo específico, foram analisados a direcionalidade e o contexto extraverbal dos enunciados de Bohr. Ao longo do livro de Bohr há uma grande diversidade de textos, incluindo cartas a políticos – como o presidente dos EUA, Roosevelt, e o primeiro ministro do Reino Unido, Churchill, discursos abertos ao público e entrevistas de rádio falando sobre o avanço na física atômica e sua importância para a sociedade. A partir da análise nota-se um grande engajamento de Niels Bohr em questões políticas e sociais de sua época, sua posição em defesa da ciência. Um dos momentos históricos que mais reúne documentos no livro é a segunda guerra mundial, expondo a opinião de Niels Bohr sobre o desenvolvimento da física atômica e o uso da bomba atômica. Ao defender a pesquisa atômica e posicionar-se contra o uso da bomba, percebe-se a ideia da neutralidade científica, dissociando o avanço científico de suas consequências. Após o lançamento da bomba o projeto atômico é defendido de maneira mais acintosa com a

justificativa do avanço industrial e dos benefícios para a sociedade. Dessa forma, frente a lacuna de aspectos sociais e políticos explorados no ensino de física avançada e, especialmente, no ensino da Física Quântica, a análise dos escritos de Niels Bohr evidencia as articulações entre Ciência e Política e, esse livro, em particular, traz elementos ricos para discutir a física moderna sob uma perspectiva histórica, que aborde aspectos relevantes para além da memorização de conceitos e da resolução de problemas.

Autores primários: CAOVILLA, Bruno (Universidade Federal do Rio Grande do Sul); ROSA, Gabriela (UFRGS); Dr. LIMA, Nathan (UFRGS); CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda (UFRGS)

ENSINO DE MECÂNICA QUÂNTICA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA POLITIZADA: PROPOSTA DE UM JOGO DIDÁTICO

As pesquisas na área de ensino de ciências têm destacado a importância de trazer aspectos políticos para o contexto pedagógico, uma proposta ainda longe da realidade da maioria dos cursos existentes. Ademais, percebemos que, em temas muito específicos como Mecânica Quântica, existe um abismo ainda maior entre as propostas advindas da pesquisa em Ensino e o que é praticado na sala de aula. Buscando superar a dicotomia entre ensino da disciplina e discussões políticas, apresentamos a proposição de um jogo didático que viabiliza a discussão tanto de conceitos físicos quanto de temas políticos e epistêmicos. Nosso trabalho foca em um personagem específico da história da mecânica quântica do século XX, David Bohm, conhecido por sua proposição da teoria das variáveis ocultas na Mecânica Quântica. O físico estadunidense, tendo iniciado sua carreira acadêmica em meados do século passado, vivenciou as tensões da segunda guerra em dimensão mundial, inclusive tendo influência na corrida pela produção de uma tecnologia que possibilitasse a bomba atômica. Em meio a todos estes acontecimentos, devido a seus ideais morais e políticos, Bohm sofreu o auge do Macarthismo, a perseguição desenfreada e até acusações sem fundamentos de possíveis espiões soviéticos comunistas em solo estadunidense. Através de pistas, investigações e questionários, o jogo didático que propomos coloca os estudantes no lugar de um detetive do FBI que é enviado para averiguar uma possível ameaça vinda do então professor da Universidade de Princeton, nos Estados Unidos. Convivendo com Bohm, como seu aluno, o estudante é apresentado a conceitos da mecânica quântica sob a visão deste cientista, e a discussões de aspectos políticos e epistêmicos sobre o contexto. Assim, espera-se que os estudantes construam, de forma lúdica, uma percepção de que a ciência é intrinsecamente interligada com o contexto social em que ela é produzida ao mesmo tempo que também aprendem mecânica quântica. Em especial, a parte conceitual de Mecânica Quântica foi desenvolvida como discussões conceituais sobre o experimento de fenda dupla. Sem recorrer ao formalismo matemático avançado, discute-se quais são os resultados experimentais diante de diferentes configurações do experimento, ressaltando, do ponto de vista experimental, o que é a dualidade onda-partícula e algumas das possíveis interpretações para o fenômeno. Tendo em vista que os cursos de graduação de Mecânica Quântica raramente focam em

discussões conceituais, filosóficas e políticas, a atividade pode também ser desenvolvida de forma complementar ao curso tradicional, em disciplinas de mecânica quântica, sobretudo para formação de professores. Entendemos que passar por essa experiência, pode contribuir na formação de professores que tenham tido a vivência de atividades que integrem discussões conceituais, epistemológicas e políticas, o que é importante para que eles mesmos possam pensar em estratégias didáticas que rompam com o ensino tradicional.

Autores primários: LAPA, Isadora (UFRGS); HINDRICHSON, Pedro (UFRGS); LIMA, Nathan (UFRGS); BAGDONAS, Alexandre (UFLA)

A PROPOSTA DE GILBERT LEWIS PARA AS LIGAÇÕES QUÍMICAS: UM POSSÍVEL PERCURSO EPISTEMOLÓGICO DE FATOS E IDEIAS

Para se chegar à concepção de Ligações Químicas que temos hoje, principalmente a partir das discussões de Lewis, determinado caminho foi produzido. Esses vários conceitos foram sendo organizados, às vezes contraditos, às vezes esquecidos ou, até, assumidos pela comunidade como erros cometidos ao longo de um processo. De toda a forma, na atualidade temos uma definição mais sistematizada e legitimada pela comunidade sobre o que seriam as Ligações Químicas. Dessa definição, embora não seja única, mas ainda assim muito aceita, há uma trajetória de discussões que foram desenvolvidas e que criaram o esteio sobre o qual alguns conceitos puderam ser definidos, refinados e propostos. Hoje, é central o papel da construção de Gilbert Newton Lewis na proposição de um modelo explicativo e preditivo para os modos como as substâncias. A proposta de Lewis em relação à ligação do par compartilhado, acabou inaugurando um novo sistema conceitual, que possibilitou uma forma simples e organizada de representar a união entre os átomos. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar discussões sobre o percurso desenvolvido pelas ideias de Lewis no qual propõem seu modelo de Ligações Químicas, assumimos uma perspectiva histórica e epistemológica, situadas na área do Ensino de Química baseadas nos estudos de Gaston Bachelard. Deste modo, este estudo metodologicamente se caracteriza como uma análise documental, que se desenvolveu a partir de fontes primárias e secundárias. Portanto, foi possível evidenciar a importância da história e da epistemologia para a compreensão da natureza do conhecimento científico, principalmente quando baseadas nos estudos de Bachelard, que se mostram com grandes potencialidades e ainda atual nos dias de hoje. Os estudos de Lewis sobre as Ligações Químicas se desenvolveram a partir de conceitos já existentes, demonstrando que o conhecimento científico é fruto de um processo histórico de construção, essas concepções nos direcionaram para seus próprios estudos das Ligações Químicas. Essas concepções de Lewis foram baseadas principalmente na publicação de três artigos, e foi assim que buscamos descrever sua proposta. Lewis explica três tipos de Ligações Químicas, as ligações polares (iônicas), ligações apolares (covalentes) baseada na nova teoria do par de elétrons compartilhados e metálica. A pesquisa realizada para apresentar a proposta de Lewis possibilitou o entendimento mais claro do conceito que ensinamos dentro da sala de aula,

permitindo repensar nossa prática, criar formas e metodologias que podem ajudar os estudantes a compreender de forma significativa o que estamos ensinando. Entender a construção do conceito pode possibilitar que o professor pense sobre o conceito de forma crítica, apresentando quem sabe novas possibilidades, não reforçando o ensino memorístico e descontextualizado.

Autor primário: SCHIAVON DA SILVA, Vitória (Universidade Federal de Pelotas)

Coautores: SILVA, Fernanda Karolaine (Universidade Federal de Pelotas); PASTORIZA, Bruno (Universidade Federal de Pelotas)

MAPEAMENTO DO PERFIL EPISTEMOLÓGICO DO CONCEITO DE INTERAÇÃO INTERMOLECULAR

Esse resumo se trata de um recorte de uma pesquisa em andamento, pautada na perspectiva bachelardiana e suas noções de Perfil Epistemológico. O objetivo da pesquisa é investigar sobre o conceito de interações intermoleculares na formação de professores. Sua escolha se legitima por ser possível evidenciar a importância das interações intermoleculares para a Química nas suas diferentes áreas - Química Geral, Química Inorgânica, Química Orgânica, Química Analítica, Físico-Química, Bioquímica, Materiais e outras em vários momentos. Dada sua amplitude de inserção nas discussões em Química, neste trabalho as interações intermoleculares são assumidas como um conceito fundamental à Química. A investigação de uma “história epistemológica” do conceito químico de interações intermoleculares permite evidenciar um processo de construção que passa por distintas zonas filosóficas. Desde a compreensão de estrutura molecular em si até as diferentes classificações existentes sobre o conceito de interações intermoleculares, que necessitam de outros conhecimentos como polaridade, polarizabilidade, geometria, estrutura molecular, potencial eletrostático, densidade eletrônica e a natureza eletrostática, é possível observar discussões que ora materializam mais uma noção realista e ingênua, ora buscam um esforço de racionalização. Tais implicações são marcantes tanto para a história da ciência quanto para os processos de ensino da ciência. Enquanto alguns trabalhos no campo do Ensino de Química já marcaram compreensões de outros conceitos a partir de diferentes zonas, como o caso das ligações químicas ou transformações químicas, evidenciar o percurso histórico que, pela perspectiva epistemológica, são construídas as bases do conhecimento sobre interações intermoleculares pode auxiliar nos processos de didatização e da análise da didatização desse conceito no espaço escolarizado. Sendo assim, analisar como esse processo está sendo realizado no ensino superior em um curso de formação de professores, e quais zonas filosóficas estão sendo compreendidas nesse processo de ensino.

Autor primário: PASTORIZA, Bruno (Universidade Federal de Pelotas)

Coautores: SILVA, Fernanda Karolaine (UFPel); SILVA, Vitória Schiavon da (Universidade Federal de Pelotas)

EPISÓDIOS HISTÓRICOS NO ENSINO DE FÍSICA: A ESTABILIDADE DOS ESTADOS ESTACIONÁRIOS NA TERMODINÂMICA DA PARTÍCULA ISOLADA DE LOUIS DEBROGLIE

A mecânica quântica é uma das principais teorias físicas dos últimos anos, construída na primeira metade do século XX, com um poderoso e abstrato formalismo matemático. Desde sua construção, pode-se resumir o ensino de mecânica quântica à proposição pragmática da versão fraca da interpretação de Copenhague, o que alguns autores associam à expressão *shut up and calculate*, uma proposta mais alinhada com uma perspectiva instrumentalista da teoria. Ainda hoje essa prática é reproduzida e sustentada pelos livros didáticos, que se reduzem à resolução de problemas numéricos. Encontra-se nos livros didáticos pouca discussão histórica a respeito dos fundamentos filosóficos, ontológicos e epistemológicos da teoria quântica. Dessa forma, temos por objetivo contribuir para o ensino de Mecânica Quântica resgatando episódios históricos que permitam debater os fundamentos da teoria. Ou seja, partimos da defesa de que a inserção de episódios históricos e tópicos de História e Filosofia da Ciência (HFC) podem potencializar o ensino na medida em que possibilitam uma compreensão mais ampla da ciência e, podem auxiliar na compreensão de tópicos conceituais específicos. Para tanto, se faz necessário investigar tais questões visando discutir suas possíveis potencialidades para o ensino, visto que nem todo episódio é adequado para tais fins. Esse trabalho faz parte de um projeto de pesquisa sobre a interpretação causal desenvolvida por Louis de Broglie na década de 1960, cujo nome é *Termodinâmica Oculta das Partículas*. Mais especificamente, no presente trabalho nosso objetivo é investigar como Louis de Broglie adota sua nova teoria para descrever e explicar os estados estacionários do átomo. A partir da interpretação usual da Teoria Quântica (TQ), a descrição adotada para a estrutura atômica assume que a transição de um elétron entre os níveis de energia do átomo é instantânea, descontínua e não analisável. Ademais, não podemos determinar com exatidão para qual nível o elétron vai e nem o que acontece durante essa transição, de acordo com Niels Bohr. Ou seja, o elétron ‘salta’ de um nível para outro, desaparecendo de sua camada de origem e reaparecendo em outra. A teoria de Louis de Broglie, por outro lado, baseia-se na hipótese de um meio sub-quântico capaz de trocar energia com as partículas. A descrição probabilística da TQ é, então, análoga à descrição da Mecânica Estatística para a Termodinâmica, uma aproximação probabilística do comportamento real das partículas. Para os estados

estacionários, de Broglie argumenta partindo do princípio da maximização da entropia que estes seriam os estados mais prováveis por terem maior entropia. Nesse caso, a partícula pode estar em um estado intermediário, de menor entropia (com probabilidade muito menor). Assim, as transições eletrônicas ocorrem de forma contínua entre estados de maior entropia, e não via 'saltos' descontínuos. O autor sugere que a descrição destas transições deve ser feita utilizando equações não-lineares, diferente das lineares adotadas pelo formalismo usual da TQ. Partindo da análise da proposta de Louis de Broglie para os estados estacionários, pretendemos avaliar as potencialidades de sua inserção enquanto episódio histórico no EMQ, possibilitando a discussão de elementos da HFC no ensino.

Autor primário: PIRES, Fernando Shinoske (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Coautores: LIMA, Nathan (UFRGS); ROSA, Afonso Werner da (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

UMA TEORIA DA APRENDIZAGEM E DA CIÊNCIA COMO PROCESSOS DE ACOPLAMENTO ESTRUTURAL A PARTIR DO CONCEITO DE INFORMAÇÃO

Informação é um conceito estruturante para a Biologia, podendo ser entendida como o padrão específico dos elementos de um dado conjunto que estabelece uma relação de correspondência com elementos de outro conjunto. Tal correspondência manifesta-se em diferentes níveis de organização da vida (de moléculas do ambiente celular a ecossistemas) e em diferentes recortes de tempo (fisiológico, ontológico e evolutivo). Esta correspondência permite que os organismos construam um acoplamento estrutural nos ambientes em que se encontram, estabelecendo um equilíbrio dinâmico de trocas de matéria e energia dentro de um sistema autopoietico. O objetivo deste trabalho é propor uma Teoria da Aprendizagem e da Ciência como processos de acoplamento estrutural. Esta construção se apoia nos conceitos de acoplamento estrutural de Maturana e Varela, bem como no conceito de marcador somático de Antônio Damásio. O processo de acoplamento acontece por meio da construção e manutenção de correspondências entre o ambiente interno e externo, operados pelo organismo por meio de sua capacidade autopoietica. Neste sentido, a aprendizagem pode ser considerada um processo de acoplamento no qual o organismo tem sua paisagem fisiológica acoplada a estímulos do ambiente, fenômeno possibilitado pela plasticidade de sua fisiologia. Podemos considerar que o resultado deste acoplamento são marcadores somáticos estímulo-específicos que permitem que diferentes condições do ambiente sejam interpretadas de acordo com as correspondências efetuadas anteriormente. A este processo de estabelecimento de correspondência entre estímulos do ambiente e paisagens fisiológicas específicas, damos o nome de aprendizagem. Estas arquiteturas fisiológicas específicas emergem ao nível da mente como representações, possibilitadas por meio da linguagem. Enquanto a aprendizagem trata-se de um fenômeno que acontece ao nível do organismo e dentro de seu tempo de vida, a ciência consiste em um processo de acoplamento ao nível populacional e que acontece no tempo transgeracional. Nesta perspectiva, as teorias científicas podem ser compreendidas como a construção de correspondências entre fenômenos e construtos teóricos que buscam explicá-los. O estabelecimento desta correspondência acontece por meio da investigação científica que envolve diversos processos, como observação, descrição, elaboração de hipóteses, experimentação e comunicação e

validação de resultados. Dizemos que este processo acontece ao nível populacional por conta do caráter coletivo e intersubjetivo da ciência. A validação de uma correspondência entre um fenômeno e uma teoria científica que busca explicá-lo depende da interação entre os pesquisadores. Como a produção científica pode ser materializada e armazenada externamente aos indivíduos em materiais impressos e digitais, por exemplo, podemos dizer que a ciência é um processo de acoplamento que ultrapassa o tempo de vida de um organismo. Poderíamos, ainda, dizer que, como existe variação na forma como se aprende e se produz ciência, os padrões de aprendizagem e produção científica são fenótipos passíveis de mudança de frequência nas populações por seleção natural ou deriva. Portanto, propomos uma integração das Ciências Cognitivas, da Filosofia da Ciência e da Biologia para pensar a aprendizagem e a ciência como processos de acoplamento. Esperamos que estas provocações iniciais estimulem um debate epistemológico interdisciplinar e que, posteriormente, possibilite a elaboração de estratégias de ensino.

Autor primário: GANIKO-DUTRA, Matheus (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Faculdade de Ciências, Doutorando no PPG Educação para a Ciência, Bauru.)

Coautor: CALDEIRA, Ana Maria (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Faculdade de Ciências, Departamento de Educação, Bauru)

METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA: O CASO DO CAIXEIRO VIAJANTE

O problema do Caixeiro Viajante é estudado em várias áreas da matemática e da ciência da computação, incluindo teoria dos grafos, inteligência artificial e algoritmos genéticos, com diversas aplicações práticas, incluindo logística, planejamento de rotas, telecomunicações, produção de bens, entre outras. Ele trata especificamente de um problema de otimização combinatória, consistindo em encontrar o menor caminho possível que um vendedor deve percorrer para visitar um conjunto de cidades, passando por cada cidade exatamente uma vez e voltando para a inicial.

Para um pequeno número delas, é possível encontrar uma solução exata em um curto espaço de tempo. À medida que o número de cidades aumenta, a complexidade do problema cresce exponencialmente e torna-se impraticável encontrar uma solução exata num tempo razoável, porque o número de rotas é proporcional ao fatorial do número de cidades.

Imre Lakatos desenvolveu a Metodologia dos Programas de Pesquisa, que descreve a natureza do progresso e estabelece critérios para a avaliação da validade e sucesso de uma teoria científica. Segundo Lakatos, esses programas são constituídos uma estrutura básica: um “núcleo firme”, um “cinturão protetor” e “heurísticas”.

O núcleo firme é composto por um conjunto de hipóteses básicas e pressupostos, considerados fundamentais. No caso da Teoria da Informação, o núcleo firme é constituído pelo Princípio de Landauer, o qual estabelece uma relação direta entre informação e termodinâmica ao afirmar que a informação é uma forma de energia e sua manipulação requer a dissipação da última na forma de calor. Esse princípio impõe uma limitação quanto à eficiência energética de qualquer algoritmo que tente resolver o problema.

O cinturão protetor é uma zona intermediária que protege o núcleo firme contra falsificações prematuras por meio de modificações nas hipóteses auxiliares, importantes para a consistência e a viabilidade da heurística positiva. Podem ser entendidas como ferramentas, técnicas e métodos utilizados para testar o núcleo firme.

As hipóteses auxiliares integrantes do cinturão protetor referem-se a pressupostos que não são diretamente testáveis, mas dão sustentação à teoria principal. Os Algoritmos Genéticos contemplam hipóteses desse tipo. A heurística nesse caso consiste em criar-se uma população inicial de possíveis soluções, que são posteriormente avaliadas e, as de melhor desempenho

são selecionadas como “pais” da próxima geração. O processo é repetido até que se encaminhe uma solução viável, essa solução é denominada ótima.

Outro exemplo de heurística é o simulated annealing (recozimento simulado). Nesta técnica, propõe-se uma solução inicial aleatória e, em seguida, pequenas alterações são implementadas com o intuito de melhorar a solução existente, em busca de ampliar a otimização da função objetivo, ou seja, o cumprimento da rota com menor custo.

O problema do Caixeiro Viajante é um desafio de otimização combinatória estudado há décadas. As heurísticas abordadas são exemplos de como equilibrar soluções de alta qualidade com exequibilidade, haja vista a inviabilidade da solução exata. Ainda representa um campo aberto para pesquisas futuras, novas técnicas surgirão para lidar com instâncias maiores para aplicações de interesse, incluindo algoritmos que envolvam computação quântica.

Autores primários: COIMBRA, Debora; OLIVEIRA FILHO, Valdeir

NATURALEZA PRAGMÁTICA DE LOS MODELOS CIENTÍFICOS ESCOLARES

Hacer alusión al término “modelo” permite referirse a un concepto primordial para entender la ciencia, principalmente porque el razonamiento a través de los modelos es la base de casi todas las prácticas científicas (Develaki, 2017). Sin embargo, la polisemia de su significado ha sido una de las principales dificultades para abordarlo de forma más efectiva dentro de las propuestas actuales de enseñanza. Una manera que considero relevante para avanzar en esta vinculación es mediante la caracterización de dicho constructo partiendo de sus rasgos epistemológicos.

En particular, se hace referencia a los modelos de las disciplinas empíricas (química, física, biología, etc.) desde un análisis epistémico (del tipo de Sensevy et al., 2008) y posicionados en la escuela epistemológica contemporánea conocida como “escuela semanticista”.

Esta preferencia semanticista está de la mano con el hecho de que en los últimos años se han intensificado los estudios encaminados a introducir o vincular el concepto semanticista de “modelo” a la formación de profesores de ciencia y la enseñanza de las ciencias (cf. Grandy, 2003; Koponen, 2007; Adúriz-Bravo, 2013; Oh y Oh, 2011, Develaki, 2017; Gouvea & Passmore, 2017). En este sentido, en este trabajo pretendo retomar presunciones ‘de fondo’ alrededor de lo que son los modelos y de cómo se los usa en la actividad científica, con el fin de identificar aspectos cruciales que permitan su vinculación efectiva en la enseñanza de la ciencia en los diversos niveles de la educación en ciencias.

Para desarrollar esta discusión, en la primera parte de este trabajo se explicita el por qué considero pertinente, desde la didáctica, realizar una revisión crítica de los constructos epistemológicos hegemónicos sobre los modelos, para introducir elementos provenientes de la escuela semanticista. Posteriormente se presentarán algunas conceptualizaciones entorno a la noción de modelo, provenientes de dicha escuela (principalmente de Giere, van Fraassen, Suppe y el estructuralismo metateórico) buscando responder algunas preguntas que consideramos fundamentales para identificar los rasgos más representativos de los modelos. Luego, se presentan las formas en las cuales dichas conceptualizaciones se concretan en los diversos usos que tiene los modelos en la actividad científica escolar. Estos diversos usos son los que permiten comprender a la modelización científica escolar como una competencia que es una suma de varias competencias escolares (Adúriz-Bravo, 2018).

Finalmente se buscará poner en tensión conceptualizaciones didácticas instauradas entorno a los modelos científicos escolares que lo ubican como un constructo traspuesto al aula por el profesorado de ciencias, para convertirlo en objeto de enseñanza (cf. Justi, 2006). Para esto se incorporarán análisis metacientíficos asociados a las nociones de “sentido, intención y significatividad” contemporáneos (p.e., Giere, 2010, Frigg & Nguyen, 2020, Frigg, 2020, 2022, Bailer-Jones, 2003, Moulines, 2012), y así proponer una forma alternativa de entender la naturaleza de los modelos científicos escolares, asociadas a los usuarios de dichos modelos en contextos educativos y cotidianos.

Autor primario: ARIZA, Yefrin (Universidad Católica de Maule)

COMO A FÍSICA É PRODUZIDA? UMA ABORDAGEM SOCIOPOLÍTICA E PEDAGÓGICA SOBRE AS INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS BRASILEIRAS E O SEU LUGAR NA PRODUÇÃO ACADÊMICA DA FÍSICA

Na última década, vimos a ciência brasileira protagonizar diversos feitos de importância reconhecida nacional e mundialmente. Considerando que a ciência brasileira e seus feitos são predominantemente frutos de empreendimentos de instituições públicas, uma vez que queremos trazer temas políticos para o cerne da educação em ciências, podemos compreender que a adoção de perspectivas sociopolíticas deve dar conta de discussões sobre esses espaços de produção científica. Entendemos essa abordagem como fundamental para que a educação em ciências não se limite a uma mera transmissão de conteúdos, mas consiga discutir questões sobre a ciência e como ela é produzida, o que passará, no caso do Brasil, pelas relações institucionais que perpassam o fazer científico nacional. Dessa forma, se optarmos por um aporte histórico no ensino de ciências, devemos buscar discutir a ciência como empreendimento humano e evidenciar características como diferentes formas de organizações sociais, manejo de verba, negociações políticas, acordos institucionais, financiamento de pesquisas, conflitos de interesses e relações de poder. Assim sendo, defendemos ser importante que na construção de perspectivas sociopolíticas para o ensino de ciências no Brasil se discuta como se deu o processo de institucionalização das ciências nesse país, buscando explorar a complexidade envolvida nos caminhos até a consolidação de certas áreas da ciência nacional. A partir dessas considerações e nos voltando para o ensino de física, nos debruçaremos sobre o processo de institucionalização da Física no Brasil, que compreendemos trazer elementos históricos que permitam tratar temas sociais e políticos desta área em sala de aula, bem como discutir algumas questões relacionadas à consolidação dessa área e seu atual cenário. Com isso, esse trabalho visa encontrar possíveis caminhos para um ensino de física numa perspectiva sociopolítica que permita trazer à tona, além de cientistas, outros atores sociais - como políticos, militares, técnicos, gestores, empresários etc. -, o que normalmente não acontece quando do tratamento histórico voltado às teorias, grandes feitos ou personagens ilustres, o que nos leva a uma história cultural, social e politicamente orientada. Para isso, algumas instituições que são protagonistas no cenário nacional da pesquisa em física, como o CBPF, o CNPq, a CNEN e a CNAE, recebem atenção em

uma educação em ciências com orientação sociopolítica. Olhando para casos relacionados ao CBPF, podemos encontrar uma série de episódios históricos na formação dessa instituição que envolvem diversos atores sociais, evidenciando a forte articulação entre cientistas e outros setores da sociedade para que tal instituição saísse do papel e passasse a funcionar, refletindo os diferentes jogos de interesse e poder intrínsecos na construção da ciência nesse espaço. O mesmo pode ser identificado em episódios envolvendo as políticas de financiamento à pesquisa do CNPq, a rede da física nuclear articulada pela CNEN ou mesmo na inauguração das iniciativas em pesquisas aeroespaciais a partir da constituição da CNAE. Com tudo isso, nessa pesquisa, apontamos alguns elementos históricos da construção e produção continuada nessas instituições com potenciais educacionais numa perspectiva sociopolítica no ensino de física no Brasil, defendendo que ensinar sobre ciências é, também, falar sobre seus espaços de produção.

Autores primários: OLIVEIRA, Fabiano; CARDINOT, Douglas (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

EL ÉTER Y EL SUSTENTO DE LA ACCIÓN FÍSICA

La física del siglo XIX está indisolublemente ligada a la existencia del éter. Esta entidad física desempeña un papel central en el proceso de unificación de tres de los grandes campos de indagación de los filósofos naturales de la primera mitad de siglo: la óptica, la electricidad y el magnetismo. Ocupa un lugar prominente, también, en los trabajos de los científicos que realizaron las síntesis teóricas y los complejos experimentales que desencadenan la crisis de la mecánica clásica, en la última década.

Este protagonismo, sin embargo, se desconoce en los procesos de enseñanza, con lo que se deja de lado el estudio de aspectos fundamentales de la concepción del mundo físico que hizo posible la formulación de la teoría de campos y la elaboración de comprensiones acerca de las entidades responsables de la acción física y de su propagación.

Se presenta, entonces, la experiencia adelantada en el programa de formación de profesores de física de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, en torno al estudio de las teorías del éter a lo largo del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Lo que permite revisar una serie de afirmaciones acerca de la construcción histórica de la teoría de la relatividad que se incluyen en la mayoría de los textos de estudio. En particular las valoraciones que se hacen de las hipótesis del arrastre del éter, del experimento de Michelson-Morley y de la postura del propio Einstein acerca de la existencia del éter y su papel en la física.

El desarrollo del seminario se soporta con la lectura y análisis de textos originales más representativos de Fresnel, Stokes, Faraday, Maxwell, Hertz, Michelson y Morley, Lorentz y Einstein relacionados con la naturaleza y función del éter. Este tránsito permite dar cuenta de las transformaciones ontológicas y epistemológicas que se suceden en la búsqueda de un soporte físico para los fenómenos asociados a la luz, la electricidad y el magnetismo que, con la crisis de la concepción mecanicista de acción a distancia, espacio y tiempo absolutos, se hará extensiva a los fenómenos gravitacionales.

Estos análisis se contrastan con artículos en los que especialistas en la investigación histórica de estos temas presentan sus consideraciones. Muchas de las cuales cuestionan la imagen social que, a través de la enseñanza, se ha construido acerca del papel que desempeñó el éter en la transformación de la cosmovisión mecánica del mundo.

Autor primario: CRUZ, Juan Carlos (UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL DE COLOMBIA)

PROBLEMATIZANDO VISÕES DE NATUREZA DA CIÊNCIA COMBASE EM ESTUDOS DE HISTÓRIA DA COSMOLOGIA: O BIG BANG FOI PROVADO?

Pesquisas sobre visões de natureza da ciência (NdC) de alunos e professores da educação básica têm identificado, há décadas, uma predominância de visões consideradas “inadequadas”, “deformadas” ou “pouco informadas”. Boa parte dessas concepções estão relacionadas a uma confiança excessiva na autoridade da ciência, supervalorizando o papel da experimentação como forma de supostamente provar que as teorias científicas seriam verdadeiras. Esse tipo de visão pouco informada também tem sido identificada em programas de divulgação científica que, muitas vezes, transmitem a ideia de que a teoria do Big Bang foi provada por observações astronômicas. Com base em estudos sobre a história da cosmologia do século XX, com foco na controvérsia entre a teoria do Big Bang e do Estado Estacionário, argumentamos como esse episódio tem potencial para promover discussões sobre o conceito de provas na ciência, e, portanto, de contribuir para a problematização de visões ingênuas de NdC. Analisamos as visões dos estudantes em duas intervenções didáticas distintas: uma na formação inicial de professores em uma disciplina de história da ciência de um curso de Licenciatura em Ciências Exatas, e outra em aulas de ensino médio de física. Em ambas, identificamos concepções iniciais ingênuas dos alunos, antes das intervenções. Diante disso, buscamos indícios de ruptura dessas concepções a partir de problematizações baseadas em estudos de história da cosmologia. Na formação inicial de professores, percebemos as limitações envolvidas no uso de questionários fechados, do tipo Likert, para captar elementos sutis sobre as concepções dos licenciandos, em particular sobre os diferentes sentidos atribuídos ao termo “provado”. Muitas concepções que pareciam ingênuas pela resposta dada aos questionários pré-teste e pós-teste, mostraram-se na verdade mais adequadas quando analisadas com outros instrumentos; no caso, os licenciandos escreveram um ensaio final, após instruções explícitas sobre o conceito de provas na ciência. Já no estudo em aulas do ensino médio, apesar das inúmeras dificuldades encontradas na inserção efetiva da história e filosofia da ciência de modo regular, percebemos nas produções dos alunos indícios de visões mais ricas sobre natureza da ciência, tais como perceber que não existe um método científico rígido, a noção de que para se chegar a uma teoria o processo é longo, cheio de erros e acertos de muitas pessoas, o que implica que o ser humano sempre teve sucessos

e fracassos na busca de compreender a natureza e a sociedade. Além disso, reconhecemos que esta pesquisa reforça empiricamente o argumento de que uma abordagem com aspectos da história da cosmologia contribuiu na formação de cidadãos críticos e integrados com o mundo e a realidade em que vivem.

Autor primário: BAGDONAS, Alexandre (UFLA)

Coautores: SILVA, Cibelle (Universidade de São Paulo); SEABRA, Maria Emilia; MACIEL, Antonio Marcelo (UFLA)

A CIÊNCIA NACIONAL E SEU POTENCIAL PARA UMA ABORDAGEM SOCIOPOLÍTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: POSSÍVEIS CAMINHOS A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A História da Ciência é uma área que apresenta múltiplas possibilidades para a Educação em Ciências, dentre elas a de abordar discussões sobre a ciência e suas práticas, destacando questões sociais e políticas relativas ao empreendimento científico. Dentro dessa perspectiva, uma possibilidade é a escolha por episódios de ciência nacional pensados para o contexto da educação básica. O uso de episódios de ciência brasileira se alinha com a perspectiva de fomentar uma visão mais multicultural do empreendimento científico, fugindo de casos de grandes nomes da ciência européia. Nesse sentido, esta pesquisa reporta uma revisão sistemática da literatura buscando entender como os episódios de ciência nacional aparecem nos periódicos da área de ensino de ciências. Em segundo lugar, a partir da revisão, apresentamos perspectivas teóricas para o trabalho com a ciência nacional no ensino de ciências. Na primeira etapa, definimos o corpus da pesquisa buscando artigos publicados entre os anos 2000 e 2022, em revistas selecionadas dentre as da área de Ensino do Qualis CAPES nos estratos A1 até B3, a partir de palavras chaves selecionadas. Ao final dessa busca, os trabalhos encontrados foram lidos e categorizados. Nesse processo emergiram duas categorias. A primeira relacionada à produção de pesquisas históricas sobre temas que envolvessem a ciência nacional, contendo 11 trabalhos, e outra sobre artigos que utilizam episódios de ciência nacional voltados para o Ensino de Ciências, contendo 7 trabalhos. Essas duas categorias foram ainda divididas em outras subcategorias para refinar a análise. Ao final da análise foi perceptível que existe um número muito pequeno de trabalhos que se utilizam de episódios da ciência nacional voltados para atividades de ensino em comparação à produção de pesquisa histórica feita sobre os temas. Isso nos indica que o crescente número de trabalhos históricos sobre a ciência nacional não vem se refletindo nas salas de aula brasileiras. Além disso, a maioria dos trabalhos voltados para o ensino de ciências tinha como objetivo ensinar algum conteúdo científico, tendo apenas um trabalho que buscasse uma utilização da ciência nacional para discussões de aspectos sociais da ciência. Foi perceptível ainda que a produção de pesquisas históricas sobre a ciência nacional tem

tomado grande espaço nas revistas voltadas para o ensino de ciências. Mas apesar disso, foi observado que as pesquisas didáticas usando história da ciência nacional estão ainda muito distantes de tocarem em discussões sobre aspectos sociais da ciência nas salas de aulas da educação básica brasileira, apesar da crescente produção histórica sobre essa temática. A partir deste cenário, propomos que a ciência nacional seja utilizada nas aulas da educação básica buscando uma convergência com o turno sociopolítico no ensino de ciências. Através disso, defendemos ser possível encontrar caminhos para que a educação em ciências seja mais reflexiva a respeito de como a ciência nacional se constituiu e com isso consigamos entender e problematizar as questões sociais e políticas existentes no cenário do mundo atual.

Autores primários: OLIVEIRA, Fabiano; GUERRA, Andreia (CEFET-RJ); MOURA, Cristiano (Simon Fraser University)

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO SOBRE NATURALEZA DE LA QUÍMICA DESDE LA PERSPECTIVA HISTÓRICO-FILOSÓFICA DE LA QUÍMICA

¿Es la química una ciencia? Quizá esta es la pregunta obligatoria que se deben formular tanto profesores de química como químicos que han dedicado su ser profesional a investigar en esta ciencia y a llevarla a las aulas de clase visando por aportar tanto a la educación química como al conocimiento científico químico. Pero qué elementos de naturaleza científica deben ser considerados para asumir la química como una ciencia. Este trabajo busca el diseño y validación de un instrumento desde la perspectiva histórico-filosófica de la química, que permita reconocer las concepciones sobre naturaleza de la química que tiene los profesores en formación inicial de los programas de licenciatura en química, con el fin de analizar el porqué de dichas construcciones y de las posibles incidencias en dichas concepciones de ciencias, que tiene tanto la historia y la filosofía de la química. Para la construcción de este instrumento, nos apoyamos en trabajos en el campo de la Historia y Filosofía de la Química y metodológicamente en la Design Research. La naturaleza del conocimiento químico es un campo de investigación que no ha sido muy explorado, de hecho, la ya consolidada filosofía de la química, ha generado trabajos importantes frente al corpus teórico y de los conceptos química, no obstante, hablar de la química como una ciencia de la naturaleza, sigue siendo incierto, toda vez, que si bien esta enraizado en el discurso tanto de profesores como científicos, su origen, definición y concepciones aún no son del todo claras y coherentes. La historia y filosofía de la química, como metaconocimientos, que hacen objeto de estudio la química, contribuyen en gran medida en la construcción de concepciones de la química como ciencias y de la imagen de esta ciencia con aspectos sociales, económicos y ambientales. No obstante, estas concepciones pueden ser incorrectas, ingenuas o no corresponder con la construcción de la química como ciencia. En ese sentido, el diseño y validación de este instrumento visa por la identificar los elementos de naturaleza científica de la química tales como: estructura conceptual, lenguaje, método y objeto de estudio, desde perspectivas de historia y filosofía de la química. El diseño del instrumento se basará en la estructura de los cuestionarios tipo Likert, dando peso a las afirmaciones que serán construidas desde la historia y filosofía de la química. El proceso de validación se fundamentará en los valores arrojados por el

coeficiente de Alpha de Cronbach, para ajuste de los ítems y la muestra serán profesores de química en formación inicial.

Autor primário: GARAY GARAY, Fredy Ramón (Universidad Católica de Colombia)

Coautor: PEREIRA, Leticia dos Santos (Universidade Federal da Bahia)

PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL SOBRE ENSINO BASEADO EM MODELOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS EMATEMÁTICA

O objetivo deste trabalho é traçar um panorama acerca de como a pesquisa sobre o ensino baseado em modelos (focando em seus processos de construção) também conhecida como modelização ou modelagem, vem sendo desenvolvida no Brasil. Os autores Gilbert e Justi (2016) diferenciam o “ensino baseado em modelos” (*model-based teaching*), no qual os modelos são apenas utilizados pelos alunos, do “ensino baseado em modelização” (*modelling-based teaching*), em que, além de usar os modelos, os alunos participam ativamente nos seus processos de criação. Para investigar este objeto, inicialmente selecionamos, no sistema de avaliação de periódicos científicos organizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Qualis Periódicos*, a partir da classificação mais recente, no quadriênio 2017–2020, divulgada na plataforma Sucupira da CAPES, um total de vinte periódicos nacionais. Os critérios para a seleção destes periódicos foram: devem estar classificados nos estratos A1 e A2 na área de Ensino; devem ter amplo alcance nacional; devem publicar principalmente em língua portuguesa; devem contemplar produções referentes ao Ensino de Ciências, Educação Científica, Educação em Ciências, Ensino de Física, de Química, de Matemática ou de Biologia. A partir das palavras-chave “Modelização”, “Modelagem”, “Construção de Modelos”, “Ensino Baseado em Modelos” e “Ensino Baseado em Modelagem”, nos campos de busca “Título, Resumo e Palavras-chave”, obtivemos um total de 258 artigos nas bases de dados Web of Science, Scopus e DOAJ. O corpus assim construído foi submetido a uma análise bibliométrica, a fim de buscar características referentes aos principais autores e suas afiliações, referências mais citadas, palavras chaves que são mais utilizadas, características das redes de colaboração. Em seguida, o corpus será submetido a uma análise de conteúdo visando explicitar aspectos da estrutura conceitual e da evolução temporal da pesquisa sobre essa linha de investigação, em termos de interlocuções com os referenciais epistemológicos que as tenham influenciado no decorrer dessa trajetória, desde os anos 1980 até a atualidade. A partir das informações levantadas, buscamos propor discussões que venham a contribuir para o tema do ensino baseado em modelos, tendo assim uma visão de como vem sendo desenvolvido ao longo desse período no Brasil.

GILBERT, John K; JUSTI, Rosária. Models of Modelling. In: **Modelling-based Teaching in Science Education**. Springer International Publishing, 2016. p. 17-40.

Autor primário: MADEIRA, Rodrigo P.

Coautor: MACHADO, Juliana

PANORAMA INTERNACIONAL DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE PROJECT-BASED LEARNING NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Esta pesquisa analisa o panorama da produção científica internacional sobre metodologias baseadas em projetos (Project-Based Learning, ou PBL) no ensino de ciências. Foram selecionados periódicos referentes ao estrato A1, de acordo com o sistema brasileiro de avaliação de periódicos (Qualis/CAPES, classificação do Quadriênio 2017-2020) da área de Ensino. Dentre estes, foram selecionados periódicos de amplo alcance internacional, em língua inglesa, que contemplam produções referentes ao Ensino de Ciências, Educação Científica, Educação em Ciências, Ensino de Física, de Química, de Matemática e de Biologia. A análise inicial resultou na seleção de 15 periódicos, todos os quais encontram-se indexados na base de dados *Scopus*. Diante do conjunto de dados apresentados com todos os artigos referentes aos quinze periódicos selecionados, separamos os artigos que apresentam o termo “*Project-Based Learning*”. Dessa forma, obtivemos artigos com foco no PBL, que foram submetidos a uma análise bibliométrica usando o pacote *Bibliometrix* no software de análise estatística R. Os resultados visam apresentar características da produção científica sobre o PBL referentes aos principais autores e suas afiliações/países, coocorrências de palavras-chave, referências mais citadas e características sobre a rede de colaboração intra e inter-países que é construída com as produções sobre o tema. A discussão de resultados apresenta tendências que permitem analisar de forma mais detalhada o impacto do uso de metodologias baseadas em projetos nos processos de ensino e aprendizagem de ciências. Dessa forma, através de uma análise quantitativa de publicações, a pesquisa contribui para impulsionar questionamentos e novos estudos da comunidade científica sobre o tema.

Palavras-chave: Project-Based Learning; Metodologia baseada em Projetos; Aprendizagem baseada em Projetos; Análise Bibliométrica.

Autores primários: SILVA, Luiza Gabriela (CEFET-RJ); MACHADO, Juliana

ANÁLISE DOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS MANIFESTADOS POR LICENCIANDOS DE FÍSICA EM PROCESSO DE REFLEXÃO SOBRE SUA FUTURAPRÁTICA DOCENTE

As metodologias utilizadas pelos professores, as reflexões propostas e as dinâmicas interativas em da sala de aula são momentos nos quais ocorrem uma dialética entre docente e discente. Ao realizar isso, o docente reflete, ainda que inconscientemente, suas compreensões epistemológicas. Em vista disso, é possível reconhecer e, em certa instância, avaliar as práticas desenvolvidas na formação de professores de física com respeito à sua formação epistemológica? É possível compreender os obstáculos epistemológicos manifestados pelos futuros professores e suas implicações para a prática docente?

A partir destas questões, a presente pesquisa visa compreender os obstáculos epistemológicos manifestados por licenciandos em física envolvidos em um processo de reflexão sobre a sua formação e as suas futuras práticas docentes.

O conceito de obstáculo epistemológico foi cunhado por Gaston Bachelard para compreender os estágios do desenvolvimento científico. Os obstáculos epistemológicos enfrentados pelos cientistas ao longo da história marcaram momentos de dificuldade para desenvolver compreensões científicas mais elaboradas. Os obstáculos epistemológicos elencados por Bachelard foram: Experiência Primeira; Obstáculos Verbais; Obstáculo Substancialista; Obstáculo Animista; Obstáculo Realista; Conhecimento Unitário e Pragmático; e Conhecimento Geral.

Para compreender os obstáculos epistemológicos manifestados pelos futuros professores de física, foi aplicado um questionário para alunos em diferentes etapas do processo formativo. Desde os ingressantes, passando pelos chamados intermediários, até os egressantes, houve a aplicação deste questionário, que mesclava questões dissertativas e objetivas, que pudessem simular uma reflexão do seu agir docente. O questionário continha 15 questões (abertas e objetivas), que versavam sobre como este futuro professor pretende se comportar quando for trabalhar determinado conceito?

Ao todo, foram obtidas 18 respostas dos participantes (3 do grupo denominado ingressantes; 9 do grupo intermediários; e 4 do grupo egressantes; e 2 de alunos já formados). No grupo dos ingressantes o obstáculo da experiência primeira e o conhecimento unitário e pragmático apareceram em maior recorrência. No grupo dos intermediários, o obstáculo substancialista ocorreu em maior grau, e no grupo dos egressantes, o quadro anterior se repetiu.

Tais resultados apontam as influências do curso de licenciatura em física nos estudantes. A maior ocorrência do obstáculo observação primeira nos ingressantes, ilustra que estes são influenciados em maior grau pelas suas concepções sobre ensinar formadas na Educação Básica. Os intermediários apresentam esse obstáculo em menor grau, o que pode ser compreendido como uma influência do curso para modificá-las. Apesar disso, o obstáculo substancialista foi identificado nesse grupo, assim como com os egressantes. Tais obstáculos são persistentes e revelam que o curso de graduação pode estar os desenvolvendo ou, caso já existissem, pode não estar criando momento formativos para discuti-los e superá-los.

A partir destas análises, pôde-se compreender as influências do ensino básico nas compreensões epistemológicas dos ingressantes e do curso de graduação nas compreensões dos egressantes. O curso contribui para a superação de certos obstáculos epistemológicos, porém, revela também as dificuldades em superar outros obstáculos. Os obstáculos que permanecem podem influenciar suas práticas docentes e serem compartilhados com seus estudantes. Torna-se importante, assim, promover momentos formativos que critiquem e reflitam especificamente sobre os obstáculos enraizados na formação inicial.

Autor primário: SILVA, Lucas Mariz

Coautores: ROZENTALSKI, Evandro (Universidade Federal de Itajubá); SILVA, João Ricardo (Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI))

CONCEPCIONES DEL PROFESORADO ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LATINOAMÉRICA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Durante las últimas décadas existe una preocupación constante en la investigación en educación científica por la falta de interés del estudiantado por la ciencia, debido a que se ha evidenciado una desconexión entre la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y el interés del estudiantado por la ciencia y la toma de decisiones socio científicas, ya que la ciencia se presenta centrada en procesos memorísticos, llenos de datos y descontextualizados. Una respuesta a esta situación se ha enfocado en profundizar en el tipo de conocimiento metacientífico que se fomenta en clases de ciencias; esto es, el conocimiento acerca de la Naturaleza de la Ciencia (NdC), partiendo de la premisa de que este tipo de conocimientos asociados a los procesos históricos, sociológicos y filosóficos sobre la ciencia, fundamenta y orienta acciones y discursos en el aula. Para poder incorporar la NdC en el aula de forma explícita o implícita, debe existir el conocimiento de temas metacientíficos por parte del profesorado, por lo que se deben superar dificultades como la prevalencia de imágenes de ciencia deformadas o desactualizadas.

De esta manera, esta revisión sistemática de la literatura se sitúa en la investigación del conocimiento que tiene el profesorado en Latinoamérica con respecto a la NdC, planteando como objetivo la identificación de las concepciones que tiene el profesorado con respecto a la naturaleza de la ciencia reportadas en la literatura más reciente, guiando el estudio a partir de la siguiente pregunta: ¿qué reporta la literatura sobre las concepciones que tiene el profesorado acerca de la naturaleza de la ciencia en Latinoamérica?

Para ello se realizó la revisión de acuerdo con las orientaciones de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA), permitiendo eliminar algunos sesgos de selección y definiendo orientaciones sistemáticas de análisis y selección. La búsqueda de artículos se limitó a escritos en idioma español, inglés y portugués, entre los años 2013 y 2023, en bases de datos Web of Science (WoS), Scopus, Scielo y Latindex, usando los siguientes términos para la búsqueda en el operador: “Nature of Science” and “Teacher” and “Science education” and “Latinoamérica”, y sus correspondientes traducciones en español y portugués. Dentro de los principales hallazgos se encuentra la identificación de un patrón fuertemente empiropositivista y científicista, es decir, tendencia a una imagen de ciencia tradicional. Sin

embargo, algunas investigaciones sugieren la aparición de posiciones más actuales en algunas de las dimensiones de análisis de sus instrumentos, por ejemplo, las asociadas a los vínculos entre la ciencia y la sociedad.

Autor primario: GUTIÉRREZ LÓPEZ, Javiera (Universidad Católica del Maule)

Coautor: ARIZA, Yefrin (Universidad Católica de Maule)

CONCEPCIONES SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA Y GÉNERO DE PROFESORES Y PROFESORAS EN FORMACIÓN INICIAL DOCENTE Y DE FORMADORES DE FORMADORES

La investigación aborda la Naturaleza de la Ciencia (NOS), una línea de investigación que analiza los aspectos sociales, históricos y filosóficos del quehacer científico y su impacto en la sociedad y en la enseñanza de la ciencia. El texto se centra en identificar las concepciones predominantes sobre NOS y género en profesores/as en formación y formadores/as de formadores/as. Se destaca la importancia de la formación epistemológica del profesorado de ciencias, de la reflexión epistemológica en la formación de científicos/as formadores de formadores y de la alfabetización científica de los y las estudiantes. Además, se menciona la relevancia de la Epistemología Feminista para abordar la perspectiva de género en la ciencia y la dimensión política de la ciencia.

Se plantea la necesidad de una didáctica específica que permita superar los problemas de enseñanza en ciencias naturales involucrando los tópicos: Antecedentes de la Formación epistemológica del profesorado, Importancia de la Formación epistemología en la Formación Inicial Docente, Naturaleza de la ciencia (NOS) y Naturaleza de la Ciencia y Género.

La importancia de investigar en este campo radica en el rol fundamental que está tomando la Naturaleza de la Ciencia en la Enseñanza de la ciencia en Latinoamérica y como formadores de formadores están fomentando estas herramientas y conocimientos a quienes están en una Formación Inicial Docente (FID).

La investigación usó un instrumento de recogida de datos tipo Q-SORT que permitió identificar las concepciones sobre la ciencia que predominan en estudiantes de FID y en formadores de formadores. Se encontró que los estudiantes en FID tienen una actitud crítica y reflexiva durante su FID y prefieren concepciones que hacen referencia a una ciencia más paritaria e igualitaria. También se destaca que los estudiantes tienen una mayor afinidad por las afirmaciones que hacen referencia a Representaciones Deconstructivas de la Ciencia (RDC) por encima de las que hacen referencia a las Representaciones Clásicas de la Ciencia (RCC). En cuanto a quienes son formadores de formadores, si bien, se detectó una mayor afinidad por las RCC, también se encontró una inclinación por las afirmaciones que hacen alusión al género en la ciencia, lo que indica que existe una preocupación por abordar la exclusión de las mujeres en la ciencia y promover una mayor equidad de género en la práctica científica.

Los resultados obtenidos permiten identificar las concepciones predominantes sobre NOS y género en profesores/as y formadores de formadores de ciencias, lo que puede contribuir de cara a la planificación de estrategias para mejorar la enseñanza de la ciencia y promover una práctica científica más equitativa y justa.

Autores primarios: ARIZA, Yefrin; IBÁÑEZ, Catalina; OPAZO, Darlitt

CIÊNCIA E RELIGIÃO EM DIÁLOGO – RESULTADOS DE UM ESTUDO COM ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO

As percepções dos alunos sobre a relação entre ciência e religião são importantes para a educação científica, pois tais percepções se relacionam com a forma como os alunos se envolvem com a ciência na escola. Este estudo complementa outras pesquisas, nacionais e internacionais, sobre o tema. Atualmente, concluímos a primeira fase do nosso estudo de aplicação de questionário com uma amostra de 109 estudantes do ensino médio com idades entre 15 e 19 anos. Todos eles vêm de campi do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás localizados nas cidades do interior de Anápolis, Formosa e Luziânia. Até o momento do HPS&ST, teremos realizado entrevistas com um número maior de estudantes e poderemos apresentar dados mais robustos.

O questionário foi elaborado a partir da literatura já existente e adicionamos perguntas que julgamos importantes ao contexto brasileiro e a outras nuances da percepção de estudantes sobre a relação entre ciência e religião. Além de informações demográficas, uso de diferentes mídias e informações sobre a relação com amigos e familiares, também foram feitas perguntas sobre interesse em ciência, interesse em religião, crenças científicas (por exemplo, relacionadas à evolução e à idade da Terra), a relação entre ciência e religião, assim como perguntas sobre mudanças climáticas e política.

A maioria dos participantes se disse “muito interessada” na ciência (71%) e na religião (52%). Havia uma ampla gama de pontos de vista sobre a relação entre ciência e religião, com 58% vendo-os como muitas vezes ou às vezes em conflito, e 28% como raramente ou nunca em conflito, e no conflito 41% disseram escolher ciência e 28% religião.

Tabulações cruzadas foram então utilizadas para identificar associações dentro dos dados. Sem surpresa, aqueles com mais interesse em religião eram mais propensos a acreditar que “a Terra foi criada em seis dias” e que “Deus criou a vida de uma maneira que a ciência não pode explicar”. No entanto, poucos estudantes, mesmo os que apontavam vínculos mais fortes com religião e conflito com ciência, apresentaram forte alinhamento com visões inteiramente criacionistas. No entanto, concordando com outras pesquisas da área, nossos dados apontam que maior o interesse pela religião, menor a aceitação da evolução.

Quando se tratou do significado das visões políticas, encontramos uma associação positiva

entre crenças políticas de direita, fé religiosa e negação das mudanças climáticas, descobrimos que os estudantes brasileiros que se identificam com a direita política parecem mais propensos a favorecer a religião sobre a ciência e a negar a mudança climática antropogênica.

Mesmo com nossa amostra inicial relativamente pequena e considerando as limitações de um questionário, esses dados são consistentes com a literatura existente e a estendem. Em comum com um número crescente de estudos recentes, descobrimos que as antigas categorizações de como as pessoas vêem a relação entre ciência e religião são muito grosseiras. São necessárias análises mais refinadas, como as daqui, de instanciações particulares das relações entre ciência e religião.

Autores primários: GODINHO, Rangel Gomes (Instituto Federal de Goiás); ORDINE VIEIRALOPES, Daniel (Instituto Federal de Goiás); TABARES, Camila de Vasconcelos (Instituto Federal de Goiás); WTEZE JUNIOR, Geraldo (Instituto Federal de Goiás)

DISCUTINDO NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA HISTÓRIA DA CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA

Natureza da Ciência (NdC) é um conceito amplamente aceito na pesquisa em Educação Científica, cuja importância no ensino básico tem sido associada ao desenvolvimento de aspectos de literacia científica nos estudantes. Um dos caminhos que tem se consolidado na literatura científica para isso é a abordagem de aspectos de NdC por meio da História da Ciência, que serve como uma fonte de episódios que podem ser utilizados para fomentar a construção de visões mais complexas e críticas de ciência.

No entanto, debates recentes chamaram a atenção para a importância de articular NdC com os objetivos da Justiça Social no Ensino. O conceito de NdC para a Justiça Social ainda está em debate, especialmente no que diz respeito às intersecções entre NdC e a História da Ciência. Embora existam exemplos de pesquisas que exploram episódios da História da Ciência para o ensino de NdC, ainda são poucos os exemplos que exploram o ensino de ciências por meio da NdC voltado para a Justiça Social. Por tudo que foi apresentado, a proposta deste trabalho é a de investigar os potenciais e limitações de uma abordagem com o episódio histórico da circulação sanguínea, nos sécs. XVI e XVII, para promover em sala de aula reflexões sobre ciências que articulem a discussão de NdC e aspectos de justiça social.

Para nossa pesquisa, seguimos um modelo metodológico de pesquisa-ação, que ocorre em ciclos de investigação e ação, de modo que os dados coletados ao longo dos ciclos anteriores são considerados no planejamento das ações nos ciclos subsequentes. Na perspectiva que defendemos, a NdC voltada para a justiça social precisa estar alinhada com as questões locais de cada escola para que, assim, contribua para que os alunos reflitam sobre a sua realidade, assumam uma postura mais ativa e tomem ações que possam contribuir para uma sociedade com mais justiça social. Os alunos na presente pesquisa são estudantes de uma escola pública da rede estadual do Rio de Janeiro e a intervenção foi feita em aulas de biologia do ensino médio.

Seguindo o caminho da pesquisa-ação, três intervenções foram desenvolvidas com a turma, além de uma fase exploratória e uma atividade final de colagem. Nas duas primeiras intervenções as discussões se concentraram mais em aspectos da NdC. Já na terceira intervenção se concentraram as discussões que relacionam Ciência e Justiça Social. Nossos

resultados mostraram que outros aspectos de ciência e perspectivas em relação ao conhecimento científico, que não haviam sido mencionados anteriormente, surgiram nas colocações dos alunos, indicando que a abordagem utilizada com o Episódio Histórico foi capaz de ampliar o olhar dos estudantes acerca do empreendimento científico. Os resultados também mostraram que o episódio histórico escolhido, do modo como foi abordado, pareceu apresentar limitações em relação às oportunidades que oferece para aproximar as discussões da realidade local dos alunos e, sendo assim, em sua capacidade de contribuir para que os estudantes se tornem mais conscientes das formas de injustiça específicas do seu contexto e, assim, podendo assumir uma postura de enfrentamento para a transformação da sociedade.

Autor primário: ALCANTARA, Phillipe (CEFET-RJ)

Coautor: MOURA, Cristiano (Simon Fraser University)

CLUBE DE ASTRONOMIA NOTRE DAME: PROPOSTA DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICA PARA O ENSINO DOS RELÓGIOS DE SOL

No contexto histórico da astronomia, os sumérios, egípcios, indígenas, entre outros povos, tiveram grande influência no uso do Gnômon e dos relógios solares, o que proporcionou para a época grandes descobertas que ainda permeiam os tempos atuais. Neste sentido, é indispensável que se aborde esses assuntos com estudantes da educação básica, uma vez que a história da ciência desenvolvida no contexto escolar exemplifica e abstrai a ideia de que os processos tecnológicos surgiram de forma rápida (ANTONIO; LANGUI, 2015). Ainda nesse sentido, para Santos et. al (2012), a abordagem e a reprodução de experimentos históricos constituem recursos que podem contribuir grandemente para despertar o interesse dos estudantes para construção de novos conhecimentos. Desta forma, este trabalho tem como objetivo evidenciar as contribuições de uma abordagem histórica sobre os instrumentos astronômicos de medidas de tempo, com participantes de um clube de astronomia. Assim, é apresentado uma sequência de ensino que está em fase de implementação em um clube de astronomia. O Clube de Astronomia Notre Dame tem realizado suas atividades, desde o ano de 2021, com alunos do Ensino Fundamental e Médio em uma escola particular. A atividade em desenvolvimento foi planejada para oito encontros com o grupo de 15 estudantes do 7º e 8º anos do Ensino Fundamental participantes do clube. No primeiro momento, será aplicado um questionário para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Após isso, assistirão um vídeo, retirado da série Cosmos, que explica o experimento de Erastóstenes com o uso de um Gnômon. Desse modo, os clubistas serão instigados a refletir sobre o uso desse instrumento e seu grande impacto na sociedade da época. No segundo encontro, os grupos vão receber tablets para que, por meio de pesquisas, respondam a alguns questionamentos sobre o Gnômon e seu uso pelas antigas civilizações. Ao final, cada grupo deverá partilhar o que encontrou nessa pesquisa. No encontro seguinte utilizarão trechos de um artigo do professor Germano B. Afonso (2009) a respeito do uso do Gnômon pelos povos indígenas. A atividade será finalizada com a apresentação de algumas imagens dos observatórios solares indígenas e o modo como eram feitas suas construções. No quarto encontro, os alunos irão construir seus próprios observatórios solares e será explicado como podem ser utilizados para determinar a menor sombra do dia, o meio-dia solar e os pontos cardeais. Os clubistas deverão realizar a atividade em casa e apresentar os

registros. No quinto encontro, após a apresentação dos registros da atividade experimental, serão apresentados os relógios solares por meio de um texto que conta a história de seu surgimento. Nas reuniões seguintes serão construídos os relógios equatoriais e horizontais. Por fim, no último encontro será aplicado mais um questionário para identificar os conhecimentos que os estudantes obtiveram durante a aplicação dessa atividade. Os clubistas têm apresentado interesse em conhecer mais a respeito desses instrumentos e do seu contexto histórico. Assim, espera-se que ao findar a atividade, ela possa ter contribuído mais para o conhecimento a respeito da astronomia.

Autor primário: RIBEIRO, Cássia de Andrade Gomes

Coautor: DARROZ, Luiz Marcelo

UM ESTUDO SOBRE A VARIAÇÃO DOS CONTEXTOS EM TEXTOS DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DA GRAVIDADE SEMÂNTICA

Há pelo menos quatro décadas, contexto e contextualização tornaram-se noções incorporadas ao vocabulário da educação e passaram a ser amplamente empregadas no discurso de educadores e pesquisadores sobre o ensino e a aprendizagem. No campo da educação científica, contexto e contextualização foram compreendidos como potenciais vetores para a sua transformação, e essas noções ingressaram nos currículos, nos livros didáticos, nos exames de avaliação da aprendizagem e nas práticas pedagógicas da sala de aula. Sua introdução nestes diferentes dispositivos de ensino e aprendizagem, contudo, sempre foi refratada pelo prisma da recontextualização, que diz respeito aos entendimentos particulares que os diferentes agentes atuantes nos diversos âmbitos apresentam sobre as noções de contexto e de contextualização. Essa dispersão dos significados atribuídos às duas noções deu origem a uma polissemia que talvez seja a característica mais marcante de seu uso na educação científica. Mais além da educação, no entanto, a discussão entre contexto e o conhecimento científico atravessa toda a filosofia da ciência durante o século XX, especialmente por meio da reflexão sobre a natureza do conteúdo empírico das teorias científicas. O vasto campo da linguística, incluindo-se aí as inúmeras análises do discurso, também irá destacar uma preocupação relativa ao contexto e o conhecimento, principalmente em torno das questões suscitadas pela distinção entre a linguagem do pensamento abstrato e a do pensamento concreto, ou pela linguagem natural e aquela das ciências. Esses exemplos, no entanto, não esgotam a preocupação com a relação entre contexto e conhecimento, para a qual diversos outros campos disciplinares dirigem sua atenção. Em nosso estudo, objetivamos analisar as diferentes formas que os discursos na educação científica empregam para contextualizar o conhecimento. Buscamos responder à questão da variação das formas de contextualização que os discursos apresentam em seu enquadramento do conhecimento. Para isso, nos baseamos na ideia de Gravidade Semântica oriunda da Teoria dos Códigos de Legitimação (TCL). A Gravidade Semântica (GS) nos permite estimar a força da relação entre o conhecimento e o contexto em diferentes discursos, tanto orais como escritos. Para seu uso como categoria analítica, precisamos construir um instrumento baseado na definição da GS e na de variação ou modulação do contexto em

diferentes formas, cada uma delas refletindo um grau de força particular para a relação entre o contexto e o conhecimento. Para dar cabo dessa tarefa analítica, incorporamos em nosso instrumento seis categorias de relação, expressas como gêneros da linguagem da ciência e que pretendem dar conta de um espectro contínuo entre posições extremas idealizadas como um discurso contextualizado (portanto, uma GS muito forte) e um descontextualizado (uma GS muito fraca): a observação, a descrição simples, a descrição teórica, a explicação, a generalização e a abstração. A aplicação deste instrumento em textos da educação científica nos permite obter os diferentes graus de força da GS em sucessivos fragmentos textuais e verificar suas formas típicas de variação, o que pode permitir, por exemplo, a comparação entre os textos produzidos por docentes e por estudantes a partir de práticas de ensino e aprendizagem na educação científica.

Autores primários: ALMEIDA, Leone Azevedo de (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia); SANTOS, Bruno Ferreira dos (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia)

ASPECTOS MATERIALISTAS E DIALÉTICOS DA NATUREZA EXPLICITADOS PELO CONHECIMENTO QUÍMICO: APROXIMAÇÕES INICIAIS

Abordagens marxistas em História e Filosofia da Ciência (HFC), embora escassas, representaram contribuições relevantes para o desenvolvimento dessas áreas de pesquisa. Em nosso grupo de pesquisas temos envidado esforços para contribuir com essa abordagem em HFC, tanto em pesquisas históricas quanto em análises das concepções de ciências de epistemólogos canônicos para o Ensino de Ciências. Neste trabalho apresentamos nosso esforço inicial de identificar aspectos materialistas e dialéticos da natureza que são explicitados pelo conhecimento químico. Produzimos um estudo teórico-conceitual pautado nas obras *Dialética da Natureza* e *Anti-Duhring* de Friedrich Engels e nas produções do conhecimento químico aceitas atualmente. Para isso discutimos dois aspectos:

1) a transformação da qualidade em quantidade e vice-versa no conceito de compostos; 2) a materialidade no conceito de matéria química.

Quanto ao primeiro aspecto, Engels chega a definir a “química como a ciência das mudanças qualitativas dos corpos em decorrência da composição quantitativa alterada” e seus exemplos mais recorrentes se referem aos compostos. Para ele, nos limites da fragmentação da matéria, como quando se chega ao ponto da evaporação de uma substância, moléculas individuais são liberadas, mas não mudam completamente sua qualidade (ainda que se apresente como vapor ou gás, diferente do líquido), apenas em quantidade. A mudança completa da qualidade só ocorre quando há a separação dos átomos da molécula, na qual a qualidade de cada um deles é bem distinta daquela. Atualmente, uma definição de compostos são aqueles que se constituem de dois ou mais elementos combinados por uma razão constante e característica. Como exemplo da transformação entre quantidade e qualidade podemos citar a diferença qualitativa entre a estrona ($C_{18}H_{22}O_2$), hormônio sexual feminino, e a testosterona ($C_{19}H_{28}O_2$), hormônio sexual masculino, que com poucas diferenças na quantidade de átomos de carbono e hidrogênio proporciona qualidades bem distintas no organismo humano.

Quanto ao segundo aspecto, Engels afirma a existência da materialidade na natureza. Partindo da compreensão de que o pensamento do ser sobre a natureza é proveniente da própria natureza e não da consciência humana, o entendimento da constituição química dos corpos que é derivada de elementos básicos e mínimos da matéria é possível apenas pela própria

existência da natureza química da matéria. Atualmente, matéria, na sua forma geral, é tudo que possui massa e tem alguma ocupação no espaço, contudo, há dificuldade em definir com precisão tal conceito sem o auxílio da física das partículas elementares. Tal conceituação sobre matéria não está incorreta, porém é suficiente apenas para a química e as outras ciências da natureza. Para o marxismo, a matéria é entendida como presente no e sendo o próprio mundo exterior, a realidade objetiva, na qualidade do todo, como o agrupamento de todas as formas do ser objetivo, incluindo todas as suas particularidades características e relações que lhe são próprias.

Apresentamos algumas aproximações iniciais entre a perspectiva marxista e os conceitos químicos, pretendemos aprofundar esse estudo buscando mais relações que apontem para aspectos materialistas e dialéticos da natureza e do conhecimento químico.

Autores primários: MASSI, Luciana (UNESP); BERNARDO, Fernanda Aparecida (UNESP); GOMES, Lucas Bombarda (UNESP); LIMA, Larissa (UNESP); FERREIRA, Thiago (UNESP)

OS MODOS DE APROPRIAÇÃO DO BÓSON DE HIGGS NO CONTEXTO DE PÓS-VERDADE: SUBSÍDIOS PARA UMA REFLEXÃO SOBRE A DIVULGAÇÃO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS

Este trabalho aspira explorar, partindo de uma perspectiva histórico-cultural de imaginário e circulação social do conhecimento, a apropriação de instituições sociais, sobretudo a mídia, grupos religiosos e os próprios cientistas atuantes no *Large Hadrons Collider* (LHC), do objeto “bóson de Higgs”, conhecido por “partícula de Deus”, num contexto de pós-verdade em que informações são (re)produzidas a favor de discursos particulares e intencionalidades subliminares sem comprometimento com a correspondência à realidade.

Vemos a dissonância entre dois discursos: um a favor dos conhecimentos cientificamente validados, dos fatos e outro a favor da subjetividade, da opinião, das crenças pessoais. No fenômeno da pós-verdade, comumente o último discurso prevalece sobre o primeiro. Isso dispõe riscos para o modo de apropriação que a sociedade apresenta perante conhecimentos científicos, na medida que está diante da controvérsia e da disputa de interesses particulares de instituições sociais que não se preocupam com a ausência de uma “ética científica”.

Trabalhos anteriores debruçaram-se sobre as dinâmicas da informação científica sobre a cobertura midiática do bóson de Higgs, concluindo que a diversidade de matérias sobre o objeto abrange desde publicações com sólida apresentação ou com escritas extremamente técnicas e inacessíveis ao público geral a postagens sensacionalistas e imprecisas sem compromisso com a realidade. Ainda assim, existe a preferência dos grandes veículos de utilizar como objeto publicitário o termo “partícula de Deus” como modo de representação para o objeto científico, devido à visibilidade trazida e ao conseqüente aumento de interesse pela publicação.

As instituições religiosas também possuem forte peso na formação da visão de mundo, na circulação de ideias e no imaginário social dos brasileiros, na maioria cristãos, gerando dissonância entre as crenças prévias e o novo conhecimento científico veiculado, quando dissociadas da realidade, corroborando para o fenômeno da pós-verdade.

Os próprios cientistas atuantes no LHC são perpassados por marcadores sociais no que tange seus valores epistêmicos refletidos em seu trabalho científico, como estudos indicaram. A postura epistemológica dos físicos de partículas teóricos e experimentais, por exemplo, difere quando questionados sobre sua confiança na confirmação de um candidato a bóson de Higgs antes e depois da descoberta em 2012. Dentro do trabalho científico, valores subjetivos estão

em interlocução com o que tradicionalmente é tido como neutro e racional dentro dos laboratórios.

Entendemos que, no que tange o tratamento do objeto científico “bóson de Higgs” contra o objeto publicitário “partícula de Deus”, a mídia e sujeitos influentes de grupos religiosos tendem a subalterna-lo em prol de seus interesses particulares e dos modos de apropriação desse ente por essas instituições. É preciso que o público leigo tenha acesso também à maneira como os cientistas encaram o tratamento desse objeto, fortalecendo o modo de apropriação do fazer científico como atividade com atravessamentos sociais, subvertendo discursos que corroboram posicionamentos pseudocientíficos localizados no contexto da pós-verdade. Uma das maneiras de concretizar esse intento, é possibilitar o acesso a essa reflexão e discussão na Educação Básica. Portanto, pretende-se elaborar um material de cunho narrativo-histórico que subsidie o professor de Ciências a tratar dessa controvérsia científica em aula.

Autor primário: LEIVA, Rebeca Alice

Coautor: GURGEL, Ivã (Instituto de Física - Universidade de São Paulo)

ECOLOGÍA DEL FUEGO: UNA HERRAMIENTA PARA COMPROBAR LOS CONOCIMIENTOS ACERCA DE NATURALEZA DE STEM

La ciencia y la tecnología guardan un lugar importante en nuestra vida cotidiana, sin embargo, se observan resistencias a estas disciplinas, lo que genera una brecha entre la comunidad científica y la sociedad. Este distanciamiento puede deberse, entre otras causas, a una inadecuada alfabetización científica de la ciudadanía y, por ende, a una deficiente formación científica del alumnado. Éste trabajo se enmarca en un proyecto cuyo fin es suplir esa carencia formativa mediante un cambio de paradigma, a través de la Naturaleza de STEM (NoSTEM), influida por varias corrientes de la didáctica de las ciencias: la Naturaleza de la Ciencia (NDC), la cual incorpora perspectivas de la historia, filosofía y sociología de la ciencia con el objetivo de ofrecer una educación científica contextualizada; la educación STEM integrada, que permite ver ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas como un entramado interdisciplinario y no como una serie de asignaturas inconexas o aisladas; además de otras influencias que implican conceptos como el de ciencia *posnormal* o las controversias sociocientíficas.

Para tal fin se diseñó un instrumento compuesto por una serie de preguntas cerradas que tomó por base el marco filosófico conocido como Family Resemblance Approach (FRA). El marco FRA divide los conocimientos relativos al proceder científico en dos dimensiones: Una dimensión cognitivo-epistémica y otra dimensión político-social.

Siguiendo la recomendación de varios autores y para que el aprendizaje sea efectivo, se seleccionó una temática concreta para la aplicación del instrumento: la Ecología del Fuego. Esta disciplina se adapta correctamente a todo lo tratado con anterioridad; constituye una disciplina STEM, trata controversias sociocientíficas y es un claro ejemplo de ciencia *posnormal*.

Tras la validación estadística de este instrumento - defendida en otros trabajos - y con el objetivo de evaluar su conocimiento de NoSTEM, se pasó en forma de test a una población (N=235) compuesta por estudiantes latinoamericanos y españoles pertenecientes a la Escuela Nacional Ernesto Sabato (Buenos Aires, Argentina), al Instituto Gulich (Córdoba, Argentina) y a la Universidad de Burgos (Burgos, España).

Para evaluar los resultados se otorgó una puntuación a las respuestas, que podían ser correctas, parcialmente correctas o incorrectas. Respecto de este sistema, los resultados

obtenidos sobre el conocimiento general de NoSTEM de la muestra indican un índice de acierto del 55,7%, obteniendomejores resultados en la dimensión político-social que en la cognitivo-epistémica. También reveló que el nivel de formación está directamente relacionado con el conocimiento de NoSTEM, ya que, a mayor nivel de formación, mejores resultados se obtuvieron. Además, cabe mencionar, que los sujetos del género masculino obtuvieron mayor puntuación que los identificados con el género femenino.

Para concluir, de acuerdo con nuestros resultados, consideramos que en futuras líneas de investigación se diseñen unidades didácticas que permitan dar una mejor formación sobre NoSTEM incidiendo especialmente en la dimensión cognitivo-epistémica y preparar situaciones de aprendizaje basadas en problemas cotidianos que permitan, entre otras cosas, reparar la brecha de género en la formación tecnocientífica de la población.

Autor primario: MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Víctor (Universidad de Burgos)

Coautores: ORTIZ-REVILLA, Jairo (Universidad de Burgos); Prof. GRECA, Ileana M. (Universidad de Burgos); MERLIN, Almendra (Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, Universidad Nacional de Córdoba); SAMMARITANO, Mariela (Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, Universidad Nacional de Córdoba); LÓPEZ, Matías (Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, Universidad Nacional de Córdoba); MOLINA, Rodrigo (Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, Universidad Nacional de Córdoba)

DISCUSSÃO CRÍTICA SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA: CONTRIBUIÇÕES DA PERSPECTIVA DIALÉTICA DE THEODOR ADORNO

Apesar de estarem mais evidentes nos últimos anos, as controvérsias e negações em relação à ciência são recorrentes na história humana e se aprofundam com o advento da internet e das redes sociais. Nestes contextos, a complexidade da ciência acaba por ser compreendida como fragilidade e inconsistência. Coloca-se como necessária uma discussão aprofundada sobre como orientar uma formação científica crítica que consiga construir nos sujeitos condições para que possam lidar com a complexidade do mundo e da ciência sem temer o aberto, a falta, o incerto, sob pena de aprofundarmos o distanciamento das pessoas com o campo científico e sua importância para nossa vida atual. Neste sentido, o presente trabalho visa encontrar elementos filosóficos, sociológicos e psicanalíticos que contribuam com uma discussão crítica sobre a natureza da ciência a partir da leitura do livro “Introdução à dialética”, do pensador alemão Theodor Adorno. Para o autor, dialética seria tanto um movimento da realidade como também uma forma de pensamento que tenta compreender a realidade em movimento. Ao apresentar e problematizar a noção de dialética, Adorno percorre três eixos de pensamento: mostrar as limitações de uma perspectiva positivista de mundo na compreensão dos fenômenos; apresentar as características de um pensamento dialético e suas potencialidades; e revelar, denunciar e propor resistência aos mecanismos psíquicos que alimentam nos sujeitos a necessidade de compreender o mundo por meio de identificações conceituais apressadas, simplistas e reducionistas. Por meio de uma abordagem qualitativa foi possível discutir o livro a partir de quatro eixos de análise: i) o paradoxo da relação entre parte e todo, que ajuda a esclarecer o fato de termos certa dificuldade de definir universalmente o que é a ciência e ao mesmo tempo necessidade de usarmos exemplos parciais nesta explicação; ii) o enrijecimento do pensamento coisificado prevalente na nossa sociedade, que é herança do pensamento positivista movido por verdades e identificação; isso desperta o que Adorno chama de “ânimo hostil” à ideia de contradição e também sentimento de inquietação e desdém geradas pela suspensão de verdades absolutas; iii) o conhecimento como atitude da consciência mas também como disposição da consciência para conhecer; ou seja, para o sujeito conhecer a complexidade da ciência é necessário desvincular-se de interpretações pré-estabelecidas, reconhecer que as verdades

dos fenômenos residem nos fenômenos mesmos, e fazer o pensamento se adequar à realidade, e não o oposto; iv) a experiência da consciência do sujeito no processo de mediação nas interpretações sobre a ciência; esta experiência exige participação ativa do sujeito e não de aceitação ou contemplação ao que simplesmente “é assim”. Concluímos que as visões rígidas e equivocadas sobre o papel e funcionamento da ciência e tecnologia na nossa sociedade, assim como sua negação, decorrem da ruptura entre o mundo interno e o mundo externo dos sujeitos, assentada no pensamento positivista e seu reflexo na constituição da consciência. Apontamos o potencial do pensamento de Theodor Adorno para possibilitar denúncias e perspectivas críticas sobre a natureza da ciência na sociedade contemporânea.

Autor primário: CARNIO, Michel (Universidade Federal de São Carlos (UFSCar))

SOME ASPECTS OF A DYSTOPIAN SCIENCE

In Fahrenheit 451, a hedonistic society is built over ephemeral pleasures. Books are forbidden; any invitation to critical thinking affronts society's peaceful structure. In Brave New World, one can see a more pungent mixture of fear and pleasure. Science is especially used to breed and indoctrinate a caste system. Critical thinking and some books are frowned upon and not even an option for any caste besides alpha. In 1984, one lives a dystopia full of fear and lacking in pleasures. Needless to mention, many books, especially those against the system, are banned. Science serves the worst of purposes: to change, through horrific exposition to fear, a person's most innate features.

As awful as these dystopian societies strike us, some of their features have nevertheless stemmed from real societies of the 20th century. What is interesting here is that the science portrayed resembles a lot a part of our current scientific progress. For instance, both Bradbury, Huxley, and Orwell understood that peaceful, post-war societies seemed to demand fear and/or ephemeral pleasures. Current science understands the physiological mechanism behind such enforcements, driven by neurotransmitters such as cortisol and phasic dopamine. Such knowledge is admittedly used by giant tech corporations, especially those behind social networks, to generate and engage users.

Most importantly, one can look at those masterpieces and inadvertently locate the fear of books as one of the foundations of a totalitarian society. However, one can argue that the problem is not exactly books, but critical thinking - hence criticizing science and consequently the political system. These fictions exemplify what a homogeneous science can provide: means for controlling people, means for even changing personalities in order to maintain the "peaceful" totalitarian regimes. Intersubjectivity is what's lacking in those stories and is what can make science more open to criticism and, ultimately, more potentially objective. Openness to criticism is what can make good science (Longino, 1990) and that's one of the great implicit scientific messages behind the three dystopias.

Autor primário: SOARES, Rodrigo Guimarães (Universidade Federal de Santa Catarina)

Coautores: MASSOCO, Mirian (Universidade Federal de Santa Catarina); CORDEIRO, Marinês (Universidade Federal de Santa Catarina)

CIÊNCIA E LITERATURA: UMA ANÁLISE DE FLORES PARAALGERNON A PARTIR DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Flores para Algernon, livro escrito por Daniel Keyes, conta a história de Charlie, um homem que nasceu com uma deficiência intelectual grave e que foi selecionado para passar por uma neuro-cirurgia que tinha como intuito aumentar sua inteligência. Antes da operação, o personagem era ingênuo e incapaz de notar insultos e agressões. Entretanto, devido sua evolução cognitiva, Charlie adquire várias habilidades intelectuais, passando a ser um cientista ainda mais capaz do que aqueles que o tornam inteligente. Assim, a narrativa traz à tona discussões sobre importantes aspectos do Ensino de Ciências e sobre a prática científica: a maneira pela qual Charlie se relaciona com a sociedade, as expectativas criadas para seu trabalho como cientista e as concepções de ciência retratadas no livro são alguns exemplos. O objetivo desse trabalho é, portanto, fazer uma análise de Literatura a partir da perspectiva de filósofos como Longino e Fleck, além de sugerir uma abordagem interdisciplinar em sala de aula para a Filosofia da Ciência.

Após o experimento, as habilidades intelectuais de Charlie evoluíram em ritmo acelerado em relação a suas habilidades sociais. Isso fica claro ao longo da história, já que o personagem entra em uma espécie de crise existencial na medida em que sua vida no laboratório se entrelaça com sua vida social. Na área de Pesquisa em Ensino de Ciências, argumenta-se que o conhecimento científico é crucial para a vida em sociedade, já que a tecnologia determina como as pessoas se relacionam. Afinal, o exercício da cidadania e a própria atividade científica demandam mais do que conhecimento específico, e isso é evidenciado no livro. O conhecimento científico certamente é importante para as tomadas de decisão, tanto as individuais quanto as coletivas, além de ser imprescindível para muitos trabalhos. Contudo, como o exemplo de Charlie nos possibilita discutir, o conhecimento científico sozinho é insuficiente para o pleno exercício da cidadania. Principalmente quando se trata de decisões públicas, mas mesmo dentro da própria atividade científica, é necessário levar em conta vários outros fatores contextuais.

No que diz respeito à Filosofia da Ciência, o livro mostra a prática científica de maneira tradicional. Mesmo o recurso literário escolhido pelo autor, no qual a história é apresentada através de relatórios escritos pelo próprio Charlie, já revela muito sobre a visão de ciência

aqui retratada. Os cientistas são apresentados de forma genérica como homens de jaleco que trabalham em um instituto (estereotipado) de pesquisa. Charlie corrobora essa imagem e a usa como incentivo quando vê esses personagens como gênios realizando feitos incríveis pela sociedade. Neste trabalho, procurou-se analisar filosoficamente as características da concepção de ciência apresentada no livro, principalmente a partir da filosofia de Longino e Fleck. A primeira se dedicando mais especificamente à questão da objetividade científica, pensando em ciência como conhecimento social e o segundo aprofundando as dinâmicas de relação entre a ciência e a sociedade. Assim, busca contrastar essa visão individualista e tradicional de ciência, que ainda se demonstra salvacionista, com percepções mais sociológicas da ciência.

Autor primário: MASSOCO, Mirian (Universidade Federal de Santa Catarina)

Coautores: CORDEIRO, Marinês (Universidade Federal de Santa Catarina); SOARES, Rodrigo (Universidade Federal de Santa Catarina)

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTATUTO DA RELIGIÃO/RELIGIOSIDADE EM PESQUISAS SOBRE ACEITAÇÃO DA TEORIA EVOLUTIVA

A aceitação da teoria evolutiva tem sido um tópico central da literatura sobre ensino de evolução. Pesquisadores examinaram inúmeros fatores que podem atuar como obstáculos para a aceitação da teoria evolutiva, sendo geralmente apontados três fatores principais: conhecimentos conceituais de evolução, compreensão da natureza da ciência e pertencimento religioso. Uma parcela dos estudos empíricos tem se concentrado principalmente na relação entre religião e evolução, a partir do pressuposto de que esse é o principal fator que isoladamente poderia determinar a aceitação da teoria evolutiva.

Nessa comunicação, pretende-se apresentar uma série de considerações sobre a relação entre religião e aceitação da teoria evolutiva. Ninguém duvida que interpretações literalistas de textos sagrados podem influenciar os processos de aprendizagem de jovens estudantes. No entanto, argumentamos que há uma série de questões de caráter teórico e metodológico que precisam ser consideradas em estudos que buscam estabelecer que a religião é o fator principal para a aceitação da teoria evolutiva.

É reconhecida a tendência de alguns autores, que não pode ser tomada como unânime, que associam a crença em qualquer Deus (deísmo) como intrinsecamente antievolucionista. Essa consideração muitas vezes está baseada no engano de estabelecer uma relação direta entre movimentos antievolucionistas criacionistas e o pertencimento religioso pessoal dos estudantes, que não é necessariamente incompatível com a teoria evolutiva.

Há uma série de questões metodológicas que não podem ser deixadas de lado quando olhamos para os estudos que colocam um grande peso na religião para a aceitação da evolução. Em primeiro lugar, diferentes instrumentos foram desenvolvidos para verificar a aceitação de evolução entre estudantes de diferentes níveis, o que dificulta a comparação entre os estudos. Tais instrumentos apresentam, muitas vezes, resultados conflitantes. Além disso, as pesquisas têm revelado uma relação complexa entre a compreensão dos conceitos evolutivos e a aceitação da evolução. A alta heterogeneidade dos dados disponíveis e as conhecidas questões metodológicas em torno da coleta de opiniões e crenças sensíveis dificultam tomar a conclusão de que uma variável isolada (como a religião dos estudantes) está diretamente envolvida na aceitação da evolução.

Outro problema se refere ao grau de generalização desses estudos. Com poucas exceções, a maioria dos estudos se concentra em uma cultura ou país específico, mesmo que com grandes amostras. Uma boa parte dos estudos sobre esse tema é desenvolvido com estudantes cristãos norte-americanos. Dessa forma, não pode ser generalizado que as mesmas relações entre evolução e religião discutidas sejam encontradas em outros contextos culturais.

Em conclusão, pretende-se nessa comunicação questionar a visão comum de que a religião seja isoladamente o fator determinante para a aceitação da teoria evolutiva. Argumenta-se a partir de uma série de considerações teóricas e metodológicas que é mais provável que as pessoas formem crenças congruentes com sua ampla identidade socio-cultural, a qual inclui, mas não se limita à crença religiosa.

Autores primários: ARAUJO, Leonardo Augusto (Universidade de São Paulo); PELLEGRINI, Giuseppe (Università degli Studi di Trento); OLIVEIRA, Graciela (Universidade Federal de Mato Grosso); BIZZO, Nelio (Universidade de São Paulo)

HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: FORMAÇÃO DE PROFESSORES, DESAFIOS E POSSIBILIDADES NOS ANOS INICIAIS

A ciência desempenha um papel importante na formação crítica do cidadão, e deve ser trabalhada desde os anos iniciais da escolaridade. No entanto, a formação generalista do pedagogo apresenta-se muitas vezes como um entrave para o desenvolvimento de conteúdos das ciências para além da mera reprodução do livro didático, sendo fundamental investir na formação de continuada para auxiliá-lo estabelecendo parcerias com a Universidade. A partir das discussões acerca das contribuições da História da Ciência na Educação Científica dos estudantes, o presente trabalho investiga as possibilidades e dificuldades do professor polivalente do Ensino Fundamental construir propostas didáticas que utilizem a História das Ciências visando à formação crítica do cidadão. São objetivos deste estudo: Estimular a utilização da História das Ciências no Ensino, por meio da formação dos professores que deverão trazer para a sala de aula os conteúdos em linguagem acessível aos alunos; Oportunizar, no grupo formativo, a construção coletiva de propostas didáticas para uso nas aulas dos anos iniciais, tomando-se por referência o planejamento das escolas; Investigar possibilidades de utilização da História das Ciências no ensino, dificuldades e facilidades a partir do desenvolvimento de propostas didáticas por parte dos professores membros ou participantes da “proto” comunidade de prática. Acompanhar a aplicabilidade das propostas construídas pelos professores através dos relatos, filmagens e apresentações dos mesmos, tendo como foco os processos de aprendizagens advindos da mesma. Acreditamos que o investimento na formação continuada deste professor, construída na parceria entre Universidade e Escola Pública, possibilite-lhe refletir sobre sua prática com vista a transformá-la. Foram constituídos dois grupos formativos, a partir da oferta de um curso de formação continuada, compostos por professores polivalentes do Ensino Fundamental. Analisamos a importância da formação para a mudança na prática bem como as dificuldades e facilidades encontradas pelos professores. Os dados coletados foram analisados qualitativamente e de forma interpretativa. Como desdobramento desta formação continuada, algumas propostas didáticas para o ensino de ciências foram publicadas em materiais destinados aos professores da Educação Básica. Esperamos contribuir para as discussões acerca da utilização da História das Ciências desde os anos iniciais do ensino fundamental e para a socialização e divulgação de propostas voltadas para este nível de ensino.

Autor primário: VISSICARO, Suseli de Paula (PMSBC - UFABC)

ASTRONOMIA CULTURAL NOS ANOS INICIAIS: O JOGO DAS CONSTELAÇÕES INDÍGENAS

Desde os tempos mais remotos, o homem, em diferentes regiões do planeta, olha para o céu e busca compreendê-lo. E desta observação, feita a olho nú, resultaram conhecimentos que possibilitaram ao homem, conseguir voltar para casa e se guiar pelos diferentes espaços. Como ciência mais antiga, a Astronomia nos conta muito da história da humanidade e o presente artigo discorre sobre a importância do ensino desta ciência na formação do indivíduo, devendo permear o Ensino de Ciências. Os documentos oficiais que orientam a educação também reforçam a importância do ensino de astronomia desde os anos iniciais, inclusive fazendo um destaque para os conhecimentos indígenas, que já deveriam fazer parte do currículo desde 2008, a partir da aprovação e promulgação da Lei 11645/08. Convém ressaltar, no entanto, que persiste no Brasil um desconhecimento dos saberes e técnicas desenvolvidos e preservados pelas diferentes etnias indígenas em nosso país, silenciados e negados ao longo dos tempos, em função da colonização europeia da qual somos fruto. Considerando a importância dos conhecimentos indígenas para a astronomia e de seu papel na formação do povo brasileiro, almeja-se discutir a importância da Astronomia Cultural no ensino de ciências nos anos iniciais, bem como investigar o conhecimento astronômico de povos tradicionais e conhecer as constelações indígenas por meio de atividades lúdicas. Como possibilidade desta inserção, apresentamos o jogo das constelações, onde os alunos poderão conhecer as constelações tradicionais ou clássicas e as quatro constelações indígenas comuns a diferentes etnias. Espera-se que com este jogo, possamos aproximar os alunos dos conhecimentos da astronomia indígena, possibilitando ao professor um meio de introduzir a temática com os alunos, valorizando os saberes tradicionais, abrindo um espaço de discussão sobre a diversidade étnica de nosso país e o preconceito existente com o que não é considerado conhecimento científico/acadêmico.

Autor primário: VISSICARO, Suseli de Paula (PMSBC - UFABC)

PROFESSORES DE CIÊNCIAS EM FORMAÇÃO CONTINUADA E SUAS RELAÇÕES COM A NATUREZA DA CIÊNCIA

O presente estudo traz uma importante e necessária reflexão sobre os indicativos revelados através de entrevistas semiestruturadas com alunos participantes do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF – Polo 08 – Juazeiro-BA) que cursam a disciplina de Sequências Didáticas no semestre atual. Obviamente este não tem por objetivo tecer qualquer crítica à iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Aqui, o que se buscou foi ressaltar a relevância de se apresentar conteúdos meta-, sobretudo no que tange à Epistemologia, História e Sociologia da Ciência, não só como elementos/ferramentas essenciais para a carreira dos alunos participantes mas, sobretudo, para o entendimento de como se dá a Ciência. Os resultados apontados denotam, para além de um mal entendimento de tais conteúdos e suas funções, mas também expõem equívocos dos participantes no que diz respeito ao funcionamento da própria Ciência, como por exemplo, a falta de clareza de que se trata de uma construção humana, o que corrobora com a imagem que se tem de um cientista (homem, caucasiano etc), trazida desde nossas infâncias e que perduram, mesmo no imaginário de um cidadão já graduado.

Autor primário: GONÇALVES, Marco (Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF)

Coautores: ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (Universidad Buenos Aires - UBA); Dr. PINHEIRO, Mariele (Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF)

OS OBSTÁCULOS MANIFESTADOS AO APRENDER SOBRE O INÍCIO DA PESQUISA EM RAIOS CÓSMICOS

A inovação educacional enfrenta desafios, seja quando seu propósito é inovar a forma como um conteúdo é ensinado ou quando busca implementar um novo tópico. Em especial, propostas de ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) têm enfrentado ambos: lida tanto com obstáculos didáticos, devido ao contexto da prática escolar, quanto epistemológicos, devido à própria sofisticação e particularidade do conhecimento.

Defendemos a FMC como um conjunto de conhecimentos poderosos, o que interpretamos como um enfoque nos conceitos científicos e na Natureza da Ciência. Tendo como base o filósofo Gaston Bachelard, neste trabalho identificamos os obstáculos manifestados em uma atividade didática elaborada e implementada no contexto de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) sobre raios cósmicos, envolvendo um detector de múons.

A SEA foi aplicada em duas turmas em horário extracurricular com aproximadamente 12 estudantes cada, cuja maioria estava no último ano escolar, em uma escola pública periférica brasileira. Através de fontes secundárias e dos trabalhos do filósofo Ronald Giere, realizamos a didatização dos primórdios da pesquisa em raios cósmicos, de forma que dois modelos estivessem em disputa para explicar o descarregamento de um eletroscópio pela radiação ionizante: essa radiação teria origem terrestre ou extraterrestre?

Nesta atividade, sete cartões com descrições de observações e hipóteses são entregues aos estudantes. Cada dupla recebeu três folhas onde, a partir da leitura dos cartões, escreveram quais são as contribuições dos cartões para defesa de que a radiação ionizante seja terrestre ou extraterrestre, comparando no final os dois modelos.

Quanto aos dados coletados, além das próprias atividades, realizamos entrevistas individuais semiestruturadas com aproximadamente 50% dos estudantes e aplicamos questionário inicial e final para todos, onde haviam questões específicas sobre essa atividade.

Para a identificação dos obstáculos, realizamos uma análise textual discursiva. Inicialmente, relacionamos os textos desmontados dos dados coletados com as categorias a priori, isto é, os obstáculos disponibilizados na literatura. Com isso, houve a emergência de uma nova compreensão dos obstáculos que se manifestam nessa implementação.

Dentre os obstáculos didáticos, mais de 75% dos entrevistados nunca havia feito uma atividade

desse tipo, sendo que 80% dos estudantes não consideraram que as informações de um cartão poderiam estar em dois modelos diferentes. Outros 80% também tiveram problema com o tempo, sendo que a atividade deveria inicialmente durar 45 minutos.

Do ponto de vista epistemológico, dentre os oito obstáculos identificados, os mais presentes foram o Obstáculo do Raciocínio Limitado, no qual os estudantes ficavam limitados a uma interpretação superficial e descritiva, gerando explicações insatisfatórias, e o Obstáculo do Raciocínio Incongruente, no qual tiravam conclusões que são ilógicas frente aos dados fornecidos. O terceiro mais presente foi o Obstáculo da Autoridade Científica, na qual a validade da informação era unicamente devido a fala ser de um cientista. O fato da didatização ter evitado a utilização de analogias e de excesso de propriedades ao falar do raio ionizante não se mostrou como um grande problema, embora existam manifestações do Obstáculo da Base Ontológica.

Concluimos que no redesign da SEA manteremos a atividade, tendo como objetivo a superação destes obstáculos.

Autor primário: GHIDINI, João Pedro (USP)

Coautores: GURGEL, Ivã (Instituto de Física - Universidade de São Paulo); MUNHOZ, Marcelo Gameiro (USP)

FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E OS COMPONENTES METATEÓRICOS

É notória a necessidade de se repensar os currículos “desenhados” aos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza. Neste sentido, o presente trabalho traz tal reflexão com foco nas disciplinas metacientíficas, cujo objetivo é buscar uma educação científica de qualidade, estabelecidas no Projeto Pedagógico do curso de graduação em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF (Campus Senhor do Bonfim–BA) e suas respectivas ementas. É possível notar, em determinado grau, lacunas no tangente a Filosofia da Ciência no corpo do documento analisado, uma vez que, o projeto versa sobre algumas fases da referida área, contudo, fica clara a não observância de períodos tão importantes quanto aqueles que constam do registro. No tocante as ementas, ainda sobre as fases observadas, algumas não são suficientes para dar cabo de tal tarefa. Outra importante indicação deste estudo é a supressão de importantes escolas/fases no transcorrer do curso, como por exemplo, a preterição de atuais e impactantes correntes da epistemologia, como por exemplo, a família semanticista.

Autor primário: GONÇALVES, Marco (Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF)

Coautor: ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (Universidad Buenos Aires - UBA)

A INTRODUÇÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL EM FÍSICA A PARTIR DE UM ESTUDO SOBRE ALBERT EINSTEIN

A área de História e Filosofia da Ciência - HFC tem pesquisado sobre formas de se introduzir a discussão de aspectos da Natureza da Ciência na formação docente inicial, promovendo uma mudança efetiva na visão de ciências dos futuros docentes (Martins, 2012). Neste trabalho apresentamos resultados iniciais de uma intervenção realizada no curso de Licenciatura em Física, com o objetivo de inserir uma discussão sobre aspectos da Natureza da Ciência – NdC. A pesquisa foi desenvolvida durante a disciplina Evolução das Ideias da Física do 7º período do curso, a partir do estudo sobre Albert Einstein, sua formação e vida acadêmica e as influências filosóficas na constituição das suas ideias e práticas científicas. O docente-pesquisador conduziu um estudo na sala de aula com os estudantes, tendo as seguintes questões norteadoras: Qual foi a sua formação acadêmica desde a escola básica até a universitária? Com quem discutia as suas ideias? Era algum acadêmico de destaque na época? Quais problemas da física da época ele abordou? Como as suas ideias foram recebidas pela comunidade científica? Existe uma relação entre as teorias apresentadas e uma necessidade de comprovação experimental? Qual era a sua base filosófica? Ele discutia aspectos epistemológicos? Partindo dessas questões e baseados nos pressupostos da aprendizagem de George Kelly e no seu Ciclo da Experiência (Kelly, 1964), os estudantes foram iniciados à discussão sobre a NdC, com relação ao papel da teoria e da experimentação na construção do conhecimento científico; sobre os conceitos de Comunidade Científica, Paradigma Científico (Kuhn, 1978); e sobre as visões deformadas da Ciência (Gil-Pérez et al., 2001). Em nossos resultados destacamos alguns eventos identificados no estudo dos estudantes e a reflexão suscitada. Por exemplo, Einstein teve contato com aplicações de conhecimentos da Física, através da fábrica de motores da família (Renn, 2004). Demonstrando que ele não possuía apenas conhecimento teórico da Física, o que influenciou, em certa medida, o seu modo de pensar e as suas práticas científicas. Esse ponto ainda vem sendo explorado pelos estudantes. Outro ponto de discussão tem sido sobre a personalidade do cientista e a sua articulação com outros cientistas e com o universo político. Einstein não era um ser isolado em uma sala debruçado somente nos estudos, compartilhava suas ideias e inquietações com amigos. Manteve-se, após o Nobel e a Segunda Grande Guerra, atuante na defesa aos direitos do desarmamento nuclear e do uso

para fins pacíficos dos conhecimentos científicos. Nessa perspectiva, refletiram sobre a influência de fatores sociais-políticos-econômicos na ciência. Esses resultados, demonstram o potencial do estudo sobre Einstein e das suas ideias para uma introdução à discussão de aspectos da NdC.

Autor primário: MELO, Énery Gislayne de Sousa (UNICAP)

Coautores: VIEIRA, Elaine (UNICAP); CARVALHO, Luis Augusto (UNICAP)

THE CONTROVERSY BETWEEN ERNEST WILLIAM MACBRIDE(1866-1940) AND JOHN BURDON SANDERSON HALDANE (1892-1964) OVER EMBRYOLOGY AND EVOLUTION IN THE 1930S

This article aims to characterize and problematize the controversy between John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964) and Ernest William MacBride (1866-1940) discussing the relationship between the Modern Evolutionary Synthesis (MES) and Embryology in the historical context of the 1930s. The controversy arises when Haldane publishes a note in the scientific journal *Nature* called “*Embryology and Evolution*” in December of 1930, in which he publicly responds to statements made by MacBride in earlier publications on embryology and evolution (HALDANE, 1930).

Professor MacBride was a northern Irish zoologist, his scientific work was focused on the study of the Echinodermata phylum along with invertebrate and protochordate embryology and morphology (CALMAN, 1941). In life, he was a staunch supporter of Lamarckism and vitalism, especially from the inheritance of acquired characters and use-inheritance (MACBRIDE, 1930, 1939). On the other hand, Haldane, a British Marxist biologist is recognized as one of the founders of mathematical population genetics (MAYR, 1982; PIRIE, 1966). Throughout his career, he dedicated his studies to different areas of biology (PIRIE, 1966). Mayr (1988) considers Haldane one of the “architects of the evolutionary synthesis”, because his contributions along with those of other scientists of the time built “bridges” between different fields of biology and between the various evolutionary schools, contributing to the acceptance of the MES of evolution (MAYR, 1988). One of Haldane’s main contributions was the development of the mathematical basis of evolutionary biology (HALDANE, 1931, 1932).

In his note, Haldane responded to several of MacBride’s claims, including the assertion that genes have never been seen on a chromosome and that autocatalytic reactions are only possible in biochemistry due to vitalistic principles. Haldane cited Belling’s note on the visualization of genes during the process of meiosis (BELLING, 1930). and examples of enzymatic autocatalyst processes that were not opposed to physical chemistry. Additionally, Haldane addressed MacBride’s statements on the issue of epigenesis in embryology, in which MacBride questioned how animals develop, grow, and how evolution would work (MACBRIDE, 1930). Haldane’s answer was based on work on bone formation in chickadee embryos, negating pre-formalist and vitalist theories of development (FELL; ROBISON, 1929).

Mayr (1988) states that, during this period, embryologists had vitalist and essentialist views that were incompatible with the genetic assumptions of MES. Embryologists believed that evolution and development were caused by internal forces, and variations were not random (BOWLER, 1983), similar to MacBride's conception (1930). Recently, discussions relating developmental biology to evolution have become deeper and more complex (BRAKEFIELD, 2006), leading to the proposal of an extended synthesis by Laland *et al.* (2015). Reviewing the past of biology is fundamental to understanding the current controversies surrounding evolutionary biology. Haldane's note that follows this work demonstrates that scientific tensions related to evolution and embryology existed during the establishment of MES and that its acceptance was not as hegemonic and universal as claimed by Huxley (1942), and critics of an Extended Synthesis (LALAND *et al.*, 2014), demonstrates that these theoretical tensions persist and continue to influence evolutionary theory.

Autor primário: BARBOSA, Gabriel (Universidade Federal de Goiás)

Coautores: SPENCER, Rafael (Universidade Federal de Goiás); OLIVEIRA, Maria Luiza (Universidade Federal de Goiás); GUIMARÃES, Simone (Universidade Federal de Goiás)

A CONSTRUÇÃO DO DISCURSO ACERCA DA TECNOLOGIA NO OCIDENTE: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS RELATOS DE VIAJANTES EUROPEUS NOS SÉCULOS XVI E XVII

Apesar de ter ganhado notoriedade a partir do século XX, as noções modernas de tecnologia podem ter suas raízes traçadas desde as produções intelectuais do século XVI. Foi somente há algumas décadas que a noção que estava estabelecida sobre tecnologia passou a ser alvo de críticas que desvelam a participação de povos não ocidentais na história da ciência e da tecnologia que havia sido há séculos atribuída ao sucesso da sociedade ocidental. Contudo, as discussões sobre as influências do pensamento europeu na construção das noções de tecnologia têm sido pouco exploradas na literatura, sobretudo quando se pretende abordar a temática a partir de uma perspectiva decolonial. No intuito de contribuir com o aprofundamento dessas discussões, a presente pesquisa propõe discutir a descolonização da tecnologia a partir de um deslocamento do objeto de análise, aproximando-se da análise crítica dos fundamentos da tecnologia ocidental. A pesquisa se propõe a realizar uma análise do discurso sobre as tecnologias de povos originários, compreendidas como toda atividade ou produção material que atende às necessidades de uma sociedade, em alinhamento ao conceito defendido por Álvaro Vieira Pinto, presentes em relatos de viajantes no Brasil entre os séculos XVI e XVII e compreender de que maneira o contato com os povos racializados influenciou a construção das noções modernas de tecnologia. A expectativa é de que seus resultados possam contribuir para estabelecer uma relação mais próxima entre as áreas de tecnologia e o pensamento decolonial a partir da compreensão de como o ocidente condiciona a noção de tecnologia, bem como das regras a partir das quais a tecnologia enquanto discurso é construída.

Autor primário: FAUSTINO, Thiago

Coautor: ROCHA, Gustavo Rodrigues

DEL "¡ELEMENTAL!" AL "¡EUREKA!": LA ABDUCCIÓN DETECTIVESCA COMO MODELO PARA EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN LA ENSEÑANZA

En esta comunicación se presenta el modo de inferencia abductivo como modelo de un "método detectivesco" de indagación de los hechos del mundo que puede ser útil, por analogía, para enseñar ciencias naturales y la llamada "naturaleza de la ciencia" (NOS, por sus siglas en inglés). La abducción es conceptualizada por muchos autores como un doble proceso de generación y selección de hipótesis explicativas; se la puede considerar un mecanismo teórico potente para caracterizar el "descubrimiento" científico y, por ende, para pensar críticamente sobre el desarrollo del conocimiento científico y su "justificación". Si se la entiende como pieza clave en la metodología científica, la abducción resulta también un elemento central en la enseñanza de las ciencias.

La inferencia abductiva ha sido tratada marginalmente en la filosofía de la ciencia hasta hace relativamente poco y su reciente recuperación tiende muchas veces a ser demasiado técnica para que pueda utilizársela sin mayores mediaciones en las aulas de ciencias de primaria y secundaria. Por tal motivo, una importación del constructo para ayudar a la comprensión de la explicación y la argumentación científicas escolares requiere, además de la caracterización epistemológica, de aportes de distintas disciplinas metacientíficas, tales como la historia y la sociología de la ciencia. En este trabajo sumaremos, además, el campo de la literatura, que nos proveerá de materia prima para nuestra caracterización analógica del pensamiento científico como pensamiento detectivesco.

Como es recomendado desde la investigación didáctica, la reflexión epistemológica puede introducirse en la enseñanza de las ciencias mediante narraciones de casos de la historia de la ciencia. Los casos históricos son ciertamente potentes herramientas de ejemplificación de la naturaleza de la ciencia y de la metodología científica que permiten cristalizar y "representar" la investigación científica a través de personajes específicos. Si narramos estos casos a modo de una indagación detectivesca podemos introducir una serie de elementos valiosos para la enseñanza de las ciencias, como por ejemplo el modo de pensamiento abductivo. A través de la introducción de la abducción, el caso histórico reconstruido de manera detectivesca puede adquirir matices relevantes para la comprensión de la ciencia, de su metodología y de su naturaleza en tanto que empresa humana. Proponemos entonces

caracterizar el pensamiento científico en contexto para los profesores y estudiantes de ciencias modelizándolo a la luz de la metodología propia de los cuentos y novelas detectivescas clásicas, reconstruyendo la indagación de sus detectives protagonistas mediante patrones abductivos. Reconstruiremos la “arquitectura” de los razonamientos y argumentos de detectives famosos como Sherlock Holmes, Hercule Poirot y Jane Marple y la proyectaremos sobre casos paradigmáticos de innovación científica, tales como los “descubrimientos” del planeta Neptuno o del elemento químico radio. En el camino, resaltaremos los diversos valores que tiene este recurso para enseñar al estudiantado de los distintos niveles educativos una ciencia de calidad integrada con la discusión crítica sobre su naturaleza.

Autor primario: ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires)

Coautor: PINILLOS, Alger (Università degli Studi di Pavia)

CIRCULAÇÃO DE SABERES E ESCOLAS INVISÍVEIS: FRITZ FEIGLE O LABORATÓRIO DE MICROQUÍMICA DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

A historiografia sobre o desenvolvimento química no Brasil durante a primeira metade do século XX privilegia espaços, personagens e ações relacionadas às poucas universidades existentes no país neste período. Contudo, os caminhos pelos quais a ciência química se desenvolveu no Brasil são muito mais diversos, e demandam que o olhar dos historiadores para outros espaços de produção, ensino e circulação do conhecimento químico. Um desses espaços é o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), órgão então vinculado ao Ministério da Agricultura e responsável pela análise de águas, minérios e outros recursos naturais estratégicos do país. Neste espaço, foi criado em 1941 um laboratório dedicado à pesquisas e ensino de técnicas de análise microquímica, com a pretensão de ser o maior centro de investigações dessa natureza da América Latina. Tal expectativa se devia à contratação de um renomado cientista pelo DNPM para chefiar este laboratório: Fritz Feigl (1891-1971), renomado químico austríaco que havia chegado ao Brasil em 1940 como refugiado da Segunda Guerra Mundial. Ainda que alguns historiadores considerem que Feigl e o DNPM não obtiveram sucesso na criação de uma escola de pesquisa em microquímica no país, consideramos tal visão é questionável, uma vez que fontes históricas sugerem o oposto. Deste modo, objetivo deste trabalho é resgatar o papel do laboratório de microquímica do DNPM como um espaço de formação de cientistas e produção e circulação de saberes químicos entre pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Neste trabalho, nos limitaremos a analisar as atividades desse laboratório entre os anos de 1941 e 1950, e utilizaremos como fontes relatórios do DNPM, publicações e memórias de cientistas que trabalharam no laboratório de microquímica no período em questão.

Autor primário: PEREIRA, Letícia

O QUE É, AFINAL, UM CONCEITO UNIFICADOR NA CIÊNCIA?: CRITÉRIOS PARA SUA CARACTERIZAÇÃO

Apresentamos, neste trabalho, os critérios que podem ser utilizados para se estabelecer conceitos unificadores nas ciências (em particular na Biologia). Esperamos que nossa proposta possa servir como parâmetro para outros pesquisadores que objetivem estabelecer conceitos unificadores na Biologia e, realizadas possíveis adaptações, também em outras ciências naturais.

A busca pela unidade, pelo universal, enfim, pela unificação da ciência tem sido empreendida, ao longo da história, através de diversas abordagens. Isso nos trouxe, mais recentemente, a uma grande quantidade de trabalhos envolvendo temas como pensamento sistêmico e complexo, holismo e heurística e a movimentos em direção a uma maior unificação da ciência; tais como: a unificação lógica (apontada por Descartes e pelo Círculo de Viena), que pretendia uma unificação de toda a ciência a partir de uma linguagem comum: a Matemática; a unificação teórica (caso da teoria sintética da Biologia), que visava uma teoria única a partir de uma espécie de fusão entre as teorias genética e da evolução; e a unificação causal (proposta por Ernst Mayr), relacionada ao entendimento dos fenômenos biológicos a partir de suas causas remotas e próximas. Embora se possa reconhecer os avanços alcançados por todas essas iniciativas, nossa proposta é diferente.

Referimo-nos a uma unificação conceitual; afinal, como defende Stephen Toulmin, os conceitos científicos mais fundamentais são transversais às ciências e persistentes ao longo de sua evolução. No entanto, há que se perguntar: como caracterizar um conceito como unificador? como identificá-lo ou estabelecê-lo como tal? que critérios devemos usar? Com o objetivo de responder a tais questões apresentamos, a seguir, os critérios para conceitos unificadores que desenvolvemos: Dialogicidade: um conceito unificador deve se configurar em uma resposta a uma pergunta fundamental; formulada dentro (ou a partir) de teorias ou epistemologias biológicas.

Necessidade: um conceito unificador é necessário (ainda que implicitamente) a uma adequada teoria ou explicação sobre qualquer fenômeno ou sistema biológico.

Universalidade: um conceito unificador deve ser universal dentro da Biologia. Deve ser reconhecido em todos os fenômenos vivos e poder transitar, também, entre teorias e

epistemologias biológicas.

Especificidade: um conceito unificador deve ser específico e fornecer alguma identidade para a Biologia; deve ser característica e exclusivamente biológico e organizar-se em teorias e explicações biológicas.

Heurística: um conceito unificador deve ser esteticamente heurístico; deve promover coesão, convergência entre as teorias e epistemologias biológicas e permitir a explicação e o desenvolvimento de hipóteses e teorias de maneira concisa e elegante, obedecendo a uma certa economia linguística.

Um conceito que obedeça aos critérios desenvolvidos pode ser considerado unificador da Biologia. Ao lançarmos a hipótese de que um dado conceito possa ser unificador, podemos submetê-lo aos critérios desenvolvidos e, desta forma, avaliar sua potencialidade para este fim. Tal empreendimento levará a um pensamento mais coerente, integral e consciente sobre os fenômenos e sistemas biológicos. Levará a uma visão realmente unificada do mundo vivo.

Autores primários: CASTRO, Eric Campos Vieira de (FC-UNESP); INFANTE-MALACHIAS, María Elena (EACH-USP)

THE ULTIMATE/PROXIMATE DISTINCTION REVISITED

One of the most prominent ideas in philosophy of biology of the 20th century was the ultimate/proximate distinction popularized by Ernst Mayr. It frames biology not as an uniform, but as a dual science, with distinct yet complementary aspects. On the one hand, biology of proximate causes deals with the activities performed by organisms and their parts during their lifetimes, affecting their ontogeny. On the other hand, biology of ultimate causes deals with evolutionary phenomena that act upon populations of organisms over generations. Traditionally understood as a clear-cut distinction between the two types of causes, Mayr's ideas did not escape criticism. The most influential one was advanced by Kevin Laland and colleagues and is centered around the recognition that organismal activities affect evolutionary causes, as well as the other way around. Examples include cases of sexual selection and niche construction (in which organismal activities affects the selective pressures that act upon the very same organisms), as well as developmental biases (that affects the variations available to selection in a population). According to Laland, this kind of mutual interaction, labeled "reciprocal causation", better frames biological phenomena and their interactions, and should replace Mayr's distinction, which would no longer be useful in light of the Evolutionary Extended Synthesis. In response to Laland and colleagues, Caponi clarifies what selective pressures are and how phenomena traditionally understood as proximate causes can figure as part of phenomena understood as ultimate causes. This allow us to claim that what distinguishes the two types of causes is not an intrinsic character of the phenomena themselves, but their effects (which, by their turn, depend on the context): if they affect the composition of biological lineages (by increasing or decreasing the frequency of variations, for example), they can be considered ultimate causes; if, on the other hand, they don't affect the lineage, but only the state of a biological system, they can be considered only proximate causes. In this work we elaborate on Caponi's ideias, arguing that Mayr's distinction should not be abandoned, but reinterpreted and reformulated. The conclusion is that the distinction should be understood as a matter of duality of explanations instead of a duality of causes.

Autor primário: CARVALHO, Ítalo Nascimento de

CONCEPCIONES SOBRE “MODELO” Y “MODELIZACIÓN” PARAPROFESORADO DE CIENCIAS EN NIVEL DE ENSEÑANZA BÁSICA

El propósito de esta investigación es explorar los estudios realizados durante los últimos años en Latinoamérica acerca de las representaciones que tiene el profesorado de ciencias en la enseñanza básica acerca de los modelos y la modelización.

Es de nuestro interés caracterizar las concepciones variadas que reporta la literatura contemporánea sobre los modelos y la modelización, haciendo eco del interés contemporáneo acerca de la importancia de la introducción de este constructo en la educación científica por sus virtudes a la hora de contribuir a la alfabetización científica y metacientífica del estudiantado, y de la necesidad de formación del profesorado de ciencias en concepciones contemporáneas sobre la ciencia.

El desarrollo de este estudio se centró en revistas de las indexaciones más reconocidas (Scopus, Web of Science (Wos), Latindex y Scielo), utilizando criterios de selección y exclusión aplicando los procedimientos estándares de la declaración PRISMA, en la que se incluyen artículos en español, inglés y portugués.

Los resultados principales están asociados a la inclinación por representaciones acerca de los modelos como “maquetas” o análogos que funcionan tal como lo haría la realidad (como réplicas no idealizadas). Dichas concepciones pueden vincularse a nociones de modelos poco refinadas o desactualizadas. En este sentido, la literatura se ha centrado en estudios sobre las concepciones de profesores de educación media y estudiantes de todos los niveles educativos (educación media principalmente); mientras que los estudios sobre el profesorado de educación básica son escasos.

Autor primario: MORALES, susan (Universidad Católica del Maule)

Coautor: ARIZA, Yefrin (Universidad Católica del Maule)

DESARROLLANDO UNA MIRADA CALEIDOSCOPICA COMO FORMADORA DE PROFESORES DE CIENCIAS A TRAVÉS DE NARRATIVAS CIENTÍFICAS: El caso de Antonia Maury.

Identificar la epistemología de los formadores es fundamental para la formación de profesores. Tal como menciona Matthews (2013) la epistemología de los maestros y sus ideas sobre quién, cómo, para qué y en donde se hace ciencia, influyen en la enseñanza y la epistemología de los propios alumnos (MATTHEWS, 2013, p. 45). Al extender este enunciado a los formadores y considerar que su epistemología está en estrecha relación con sus prácticas y decisiones curriculares, es importante cuestionar cuales son las ideas epistemológicas que se configuran en la formación de los formadores de profesores de Ciencias. Así, el objetivo de esta comunicación es analizar el proceso de desarrollo de una mirada caleidoscópica de una formadora de profesores de Ciencias a través de la construcción de una narrativa histórica asociada al trabajo de catalogación estelar de Antonia Maury. Para esto se construye una narrativa histórica utilizando las dimensiones de la ciencia integral (ALLCHIN, 2011) y se retoman elementos de la sistematización de la experiencia (JARA, 1994). La narrativa se construyó alrededor de 1) la división de género del trabajo científico, 2) la falta de un criterio “objetivo” para aceptar ciertas metodologías y observaciones 3) el papel de la espectrografía en la Astrofísica. Como retos en la construcción de la narrativa se encuentran el tipo de texto, las fuentes historiográficas fiables y los errores asociados a la mitificación de los científicos (ALLCHIN, 2011) y la integración de las ideas didácticas que se objetivaban movilizar en una mirada amplia, compleja y crítica de la ciencia. Así mismo, la construcción de la narrativa del caso de Antonia Maury configuró reflexiones sobre la propia identidad como investigadora y las brechas de género en términos de salarios y autoría que aún persisten. Por último, la formación de una mirada caleidoscópica sobre la Ciencia y la Tecnología para la formación de profesores de Ciencias requiere la participación activa en una comunidad de investigación y formación extendida.

Autor primário: GUZMÁN, Lisbeth Lorena (UNESP & UNIVERSIDAD DELVALLE)

Coautores: MALAQUIAS, Isabel M. (UNiversidade de Aveiro); NARDI, Roberto (UNESP)

DO NEGACIONISMO À DESCONFIANÇA NAS CIÊNCIAS: UM OLHAR PARA A SALA DE AULA

O negacionismo científico tem revelado para as pesquisas em História, Filosofia, Sociologia e Didática das Ciências a importância de refletirmos sobre a dualidade entre a educação científica oferecida e a que é de fato necessária nas escolas. Enquanto há a preocupação de que as ciências se tornem objeto de uma desconfiança irracional, ainda há o risco de se assumir uma postura científicista, já criticada. Isto é, ocorre um contraste simbiótico entre ceticismo exacerbado e fé cega nas ciências. Diante disso, como se posicionar perante temáticas como terraplanismo, negacionismo climático e movimentos antivacina? Para tal, o presente trabalho propõe discussões baseadas em estudos de caso voltados para as práticas de ensino, visando aproximações entre Educação CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) e Natureza da Ciência. Os casos são centrados em temáticas pertinentes a movimentos negacionistas das ciências, como os supracitados. O primeiro deles, sobre o terraplanismo – movimento com origens no século XIX que ganhou forte projeção com as mídias sociais, versa sobre a sua corrente mais recente. O segundo caso remete ao negacionismo em relação às teorias que atribuem uma origem antropogênica às mudanças climáticas experienciadas com maior intensidade nos últimos anos. O terceiro e último dos casos se refere aos movimentos que questionam a eficácia e segurança de diversas vacinas, lhes atribuindo a geração de enfermidades, patologias e síndromes – como o autismo, que culminou na onda contemporânea de desconfiança. Os casos apresentam em comum, entre outros elementos, a capacidade de revelar que há posturas extremistas e contraditórias no que concerne a importância em que é dada às ciências. Adicionalmente, os debates instigados possibilitam a demonstração de que em meio a tais movimentos há diferentes nuances no que tange a desconfiança nas ciências. Outras discussões remetem à tomada de decisão, em cenários de discordância entre cientistas ou como a participação social em questões dessa natureza pode ser estimulada. E, finalmente, quais posicionamentos professores de ciências podem assumir frente a esses desafios. Na primeira seção, reflete-se sobre a relevância do uso de casos históricos/contemporâneos na educação em ciências, incluindo suas distinções em relação às controvérsias (socio)científicas. Na segunda seção os casos são apresentados. Por fim, é fornecido subsídios para que o professor consiga trabalhar esses casos em sala de aula, desde sua escolha até a condução dos debates.

Autores primários: STRIEDER, Roseline (Universidade Federal de Santa Catarina); BONFIM, Carolina (Universidade de Brasília)

GEOÉTICA ALÉM DO INDIVÍDUO: PONDERAÇÕES SOCIOCIENTÍFICAS

A Geoética, campo de interseção entre as Geociências, a Sociologia e a Filosofia, surgiu devido à crescente preocupação nas últimas décadas sobre o papel do ser humano na destruição, proteção e regeneração da natureza. A Geoética pondera os valores, comportamentos e práticas responsáveis em situações que incluem a interação dos seres humanos com o sistema Terra. Buscando contribuir com os debates atuais sobre Geoética, aqui, destaca-se a importância de se discutir aspectos socioeconômicos que vão além das atitudes individuais e das próprias Geociências. Dois estudos de caso, que podem ser usados para ensinar e discutir Geoética, são apresentados para apoiar os pontos principais do trabalho. O primeiro tem como foco os desastres ambientais e trabalhistas causados pelo rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho, no sudeste do Brasil. O segundo caso trata dos impactos ambientais causados pelo agronegócio. Por fim, pondera-se que as deliberações em torno da Geoética devem ir além das atitudes individuais para abarcar críticas à sociedade atual e, principalmente, ao sistema capitalista. Nesse sentido, este trabalho argumenta a favor da inclusão do termo “Capitaloceno” nos debates sobre o Antropoceno – termo não oficial originado na Geologia, cujos debates extravasam as Geociências e se proliferam perigosamente nas pesquisas de Ciências Humanas. Este conceito, proposto recentemente, enfatiza a ascendência do sistema econômico na forma como os humanos lidam com a natureza e, principalmente, promovem mudanças em escala global. As consequências dos atos humanos na destruição de ambientes naturais em diferentes escalas são inegáveis. No entanto, culpar o homo sapiens como espécie esconde que o pensamento capitalista, que vê a vida humana, a natureza e até o planeta como matéria-prima para obter lucro, é o verdadeiro inimigo do meio ambiente. As discussões delineadas enfatizam a não neutralidade da ciência e seu papel, não de fundar uma ética, mas de se posicionar frente a questões que lhe são pertinentes.

Autor primário: GARCIA, Pedro Maciel (Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT))



30°S 51°W