



“RELATIVITY”: PERCEPÇÕES DE FUTUROS PROFESSORES SOBRE A EPISTEMOLOGIA E SUA IMPORTÂNCIA

Autores. Fernando Delabio 1. Débora Piai Cedran 2. Lorraine Mori 3. Neide Maria Kiouranis Michellan 4. Universidade Estadual de Maringá – UEM/Paraná, Brasil. f.delabio@hotmail.com 1. Universidade Estadual de Maringá – UEM/Paraná, Brasil. depiai@yahoo.com.br 2. Universidade Estadual de Maringá – UEM/Paraná, Brasil. lorrainemori@gmail.com 3. Universidade Estadual de Maringá – UEM/Paraná, Brasil. nmmkiouranis@gmail.com 4.

Tema. Eixo temático 4.

Modalidade. 1. Nível educativo. Universitário.

Resumo. A inclusão da epistemologia é cada vez mais necessária na formação científica, especialmente na formação de professores, já que permite maior entendimento da ciência, tratando, dos valores e conceitos trazidos por ela. Assim, buscamos investigar que reflexões, futuros professores fazem sobre a epistemologia e sua importância no ensino de ciências, por meio da obra “RELATIVITY”, de Escher. Para isso foram aplicadas e analisadas atividades, mediante a Análise de Conteúdo. Com isso verificamos que os futuros professores conseguiram vislumbrar, por meio do quadro, aspectos mais humanos da ciência, além da importância das rupturas, erros e o contexto de produção da ciência. Com relação à importância da epistemologia, na prática docente, esses quesitos também foram considerados, na importância das metodologias e avaliações diferenciadas, bem como, a valorização das concepções alternativas na aprendizagem.

Palavras chaves. Epistemologia, Formação Docente, Escher, Ensino de Ciências.

Introdução e Desenvolvimento Conceitual

O Círculo de Viena foi um importante ponto de partida para uma corrente que problematizou um movimento filosófico intelectual nas décadas de 20 e 30, promovendo uma revolução que culminou na reforma do pensamento positivista e empirista e reuniu pensadores de diferentes áreas do conhecimento que desenvolveram o princípio da verificabilidade, baseando-se em uma ideia de Filosofia relacionada a ciência (Kraft, 1966). Desta forma, ao discutirmos o Círculo de Viena, podemos destacar alguns marcos importantes deste movimento. Um deles baseia-se em suas reflexões, que consiste em discorrer sobre a importância da lógica, da linguagem, da matemática e da física teórica, vinculadas à construção do conhecimento científico. Outro aspecto relevante deste movimento está associado aos interesses destes estudiosos, que discorriam sobre o positivismo de Mach e Comte, da lógica de Russell, Whitehead, Peano e Frege e de teorias físicas, principalmente as de Einstein, objetivando a investigação empírica dos aspectos do conhecimento científico. Pertencentes aos movimentos do positivismo lógico e empirismo lógico, mais conhecidos como neopositivismo, problematizavam sobre a retomada de discussões sobre o ideal clássico, por meio, da base empírica, a fim de construir uma teoria do conhecimento científico (Kraft, 1966).

No entanto, há pensadores que contestaram os conceitos do Círculo de Viena, entre eles, destaca-se Karl Popper. Suas principais ideias estão relacionadas ao Racionalismo Crítico, o qual consiste em compreender o conhecimento científico como construção humana a partir da refutabilidade ou testabilidade, possuindo como base a demarcação entre os tipos de conhecimento e o discurso científico (Moreira & Massoni, 2016). Os pressupostos epistemológicos vigentes até então,

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

estavam vinculados à ciência pelo método empírico, no qual, as teorias eram formuladas por indução, e os critérios de marco das teorias se davam por meio da verificabilidade, acreditando que seria possível deduzir as teorias científicas por meio de observação (Moreira & Massoni, 2016), e é neste sentido que Popper critica o método da verificabilidade, tornando-se uma das maiores discordâncias ao movimento caracterizado pelo Círculo de Viena.

O desenvolvimento e a consolidação da ciência moderna estão intimamente ligados às questões epistemológicas, o que torna a epistemologia um importante campo de pesquisa nas ciências. Não é incomum encontrarmos, na literatura, trabalhos que tragam a palavra epistemologia ou epistemólogo, ou epistemológico, haja vista sua importância. A palavra epistemologia, de acordo com Ramos (2008), é derivada do grego onde a palavra *epistémē* significa ciência, verdade e a palavra *logos* significa estudo, um “estudo essencialmente crítico dos princípios, das hipóteses, e dos resultados das diversas ciências já constituídas e que se destina a determinar os fundamentos lógicos, o valor e o alcance objetivos delas (Ramos, 2008, p. 15)”.

Assim, Nunes (2008) traz a reflexão sobre como a epistemologia que, enquanto projeto filosófico, pretendia se colocar em um local exterior aos conhecimentos de onde poderia não só distinguir a verdade e o erro, mas, também, estabelecer os critérios de distinção, paradoxalmente, usava como modelo a ciência, uma das formas de conhecimento que tinha por objetivo analisar. Assim, se convertia a epistemologia em teoria do conhecimento científico. Segundo o autor, nas pretensões normativas da epistemologia, sobretudo as versões convencionais, empiristas, positivistas ou racionalistas, cientistas não costumavam ater-se aos seus enunciados e, por vezes, pareciam irrelevantes para as práticas de produção do conhecimento científico. Ainda afirma ser surpreendente que “uma tradição de reflexão própria e autônoma de cientistas trabalhando em diferentes disciplinas sobre a sua própria prática e sobre as respectivas implicações epistemológicas (Nunes, 2008, p. 48)”.

A supressão dos demais conhecimentos de modo a transformar o conhecimento científico na única forma válida foi discutida por de Sousa Santos, Meneses & Nunes (2004), que apontam um processo longo e controverso onde, além das razões epistemológicas, influenciaram fatores econômicos e políticos. Para eles, esse exclusivismo epistemológico levou tanto a uma concepção a-histórica do conhecimento científico, levando a uma percepção cumulativa da ciência com a tendência de ocultar as contribuições das controvérsias e erros na produção do conhecimento científico. Nesse, o ensino de ciências tende a ser um dos responsáveis por propagar ideias descontextualizadas a respeito do conhecimento científico ao desprezar os processos que levaram à aquisição de tais conhecimentos, seu contexto histórico e social.

Assim, conhecer o processo de construção da ciência é fundamental para compreender o desenvolvimento do conhecimento científico. O contexto das diferentes epistemologias da ciência são parte desse processo, estando também ligadas à concepção de ciência de cada época. Então, para desenvolver um olhar mais crítico em relação à ciência e à produção do conhecimento científico não bastam as epistemologias descontinuistas, pois não necessariamente rompem com as ideias de linearidade e progresso ainda que desconstruam a ideia de acumulação, é necessária a articulação entre a história da ciência e o seu ensino, de modo a contribuir com questões epistemológicas relevantes (Saito, 2013).

Nesse âmbito, e considerando que o ensino de ciências ainda é conduzido sobre fortes influências da perspectiva positivista, indutivista (Sanmartí, 2002), a inclusão da filosofia é cada vez mais necessária na formação científica de qualquer profissional, especialmente na formação de professores, já que devemos balizar o ensino, buscando o caráter mais social e histórico da ciência, destacando a produção científica atual. Nesse sentido, a compreensão da filosofia, especialmente do seu papel no

desenvolvimento da história da humanidade, permite ao profissional, maior entendimento da ciência, tratando, dos valores e conceitos trazidos por ela (Matthews, 1995). Mediante essas discussões, objetivamos, a partir da obra “RELATIVITY”, impressa em 1953, do artista Maurits Cornelis Escher, investigar que reflexões, futuros professores, fazem sobre a epistemologia e sua importância no ensino de ciências. Escher nasceu em 1898, e ficou conhecido como um artista gráfico, o qual, constrói seu trabalho com apreço a racionalidade a arquitetura e suas ideias centrais sobre epistemologia estão relacionadas às múltiplas maneiras de se observar suas obras.

Desenvolvimento metodológico

Considerando a necessidade de inserir na formação inicial, ações e reflexões com a finalidade de discutir a epistemologia, a presente pesquisa foi desenvolvida com 46 alunos da 4.º série do curso de Licenciatura em Química, em uma universidade pública do estado do Paraná, no Brasil, por meio de uma atividade desenvolvida no contexto de uma disciplina intitulada “Instrumentação para o ensino de Química II”, e que foi aplicada no tópico voltado aos estudos da epistemologia e a formação de professores. Durante o processo formativo, foram desenvolvidas diversas atividades a saber: discussões sobre a natureza da ciência, por meio do conto “Ótima é a Água” de Primo Levi (2005); estudos sobre a natureza da ciência, mediante reflexões trazidas por Sanmartí (2002); pesquisas, apresentações e discussões sobre epistemólogos como Bachelard, Feyerabend, Kuhn e Popper, tratando pontos essenciais de suas epistemologias, além da utilização de seus estudos aplicados no ensino de ciências; por fim uma atividade de análise, composta por dois itens, sobre a obra “Relativity”, indicada no Quadro 01. Quadro 01. Atividade de análise sobre a obra “Relativity”.

Atividade: Relativity (1958), obra do artista gráfico holandês M. C. Escher, ilustrada na figura abaixo, pode ser dividida em três grupos, em que as 16 “pessoas” vivem cada uma no seu próprio mundo.



a) Considerando a obra Relativity (1958), e, o *Círculo de Viena*, que adotou o empirismo/indutivismo, discuta sobre as principais críticas tecidas pelos “novos filósofos” da ciência a esse pensamento proposto no círculo. b) Explique usando como analogia a obra Relativity (1958), como a epistemologia pode contribuir no ensino de Ciências, ou seja, nas metodologias de ensino, nas correntes de ensino e aprendizagem e na avaliação.

Fonte: Os autores (2021).

A partir dos dados coletados, por meio das respostas dos acadêmicos, em estudo à obra, foi possível analisar os dados utilizando a Análise de Conteúdo (Bardin, 1977) para tal. A análise de conteúdo, geralmente, é realizada em três etapas: a pré-análise que consiste na organização do material. Após a pré-análise, realizou-se a exploração do material que foi feita mediante leitura e sistematização das ideias contidas nas respostas dos futuros docentes. Nesse âmbito, foram identificados dois focos de análise do material empírico: a *interpretação da obra* e a *importância da epistemologia na formação docente*. Após, fizemos a codificação e a categorização do material, buscando categorias emergentes, sendo que estas representaram a totalidade das ideias nas respostas, nesse sentido, poderiam ser expressas mais que uma concepção, em uma mesma resposta. Com isso, as inferências e interpretações, que foram a parte concluinte da compreensão sobre a mensagem trazida.

Resultados e Discussões

As obras de Escher possibilitam que o professor articule os diversos olhares da produção do artista, as suas próprias experiências, propiciando compreender e sistematizar fenômenos sociais e científicos (Lennert & Lima, 2012). Nesse âmbito, fizemos a escolha desse artista, devido ao momento de produção das obras de Escher (Século XX) que coincidem com as diversas discussões acerca da ciência e sua produção, além de incluir conceitos da incerteza, geométricos, relativísticos, quânticos, que promovem múltiplas interpretações de suas obras, assim como os estudos sobre epistemologia. Assim, quando investigamos, com foco na interpretação da obra, todas as respostas foram categorizadas no âmbito do “Contexto de produção da ciência”, no entanto, apresentaram diferentes visões que deram origem a quatro subcategorias (Quadro 02).

Quadro 02: Categorização sobre a interpretação da obra “Relativity”.

Unidades de Contexto	Subcategorias	Categoria
O que fica esclarecido no enunciado e é observado na figura é que: “... as 16 pessoas” vivem cada uma no seu próprio mundo...”, ou seja, cada pessoa possui seus valores, suas crenças e suas formas de solucionar seus problemas, a partir de seus próprios métodos (A1).	Crenças, valores e atitudes próprios (34)	Contexto de produção da ciência (49).
Se associando à obra da questão, como exemplo, estas minuciosas e diferentes considerações em torno de um tema, influi em certo “acúmulo” de diferentes pontos de vista, e abre espaço para a dialética interpessoal (A28).	Caminhos se interligam, assim, o desenvolvimento da ciência (8).	
Por fim, foi possível analisar que a imagem possui portas abertas e fechadas, e isso pode simbolizar a ideia de que ao longo de toda a ciência, hipóteses são levantadas e muitas são aceitas e outras são derrubadas (A3).	Rupturas de continuidades na ciência (3).	
Ou seja, os degraus das escadas são novos conhecimentos, que podem ou não serem construídos, pensados e analisados. Porém, vários fatores podem interferir neste processo, como sociais, culturais, econômicos. Como se pode ver o personagem subindo as escadas está tendo oportunidades diferentes daqueles com o balde na mão (A31).	Importância do contexto e da realidade que é compartilhada (4).	

Fonte: Os autores (2021).

Das discussões que foram analisadas a visão mais recorrente nas respostas foi a que originou a subcategoria “Crenças, valores e atitudes próprias” (34 vezes nas respostas), o que não é uma surpresa, uma vez que essa constitui a necessidade

do nível de análise mais superficial. Em seguida, a subcategoria que mais foi representada nas respostas foi “Caminhos se interligam, assim, o desenvolvimento da ciência” que começa a ter um aprofundamento e identificar a ideia de que não só há diferentes concepções na ciência, mas, também, essas diferentes ideias estão interligadas. As restantes são “Importância do contexto e da realidade que é compartilhada” e “Rupturas de continuidade na ciência”, respectivamente com 4 e 3 aparições, e apresentam um nível maior de aprofundamento, já sendo possível identificar um olhar mais crítico para a produção da ciência, pois como discutido por Saito (2008), conseguem identificar uma desconstrução tanto das ideias de acumulação como as de linearidade e progresso. Em relação à análise com foco na epistemologia e a relação com o ensino de ciências, as ideias foram categorizadas como indicado no Quadro 03, conforme a sua ocorrência (indicados entre parênteses).

Quadro 03: Categorização sobre a importância da epistemologia na formação docente.

Unidades de Contexto	Subcategorias	Categorias
Nas correntes de ensino e aprendizagem: partindo do pressuposto acima, em que haverá um ensino centrado no aluno, faz-se necessário argumentar, trocar ideias e constantemente questionar a veracidade das informações (A12).	Rompe com indutivismo x racionalismo (15).	Compreensão da natureza da ciência (21).
É importante saber de onde vieram os conhecimentos e metodologias que hoje são trabalhados nas escolas. Tudo é história. Nada veio do acaso, por isso a contribuição do passado é fundamental. É a base do conhecimento, as discussões acerca de como se fazia a ciência, a evolução dos conhecimentos e como a ciência é hoje, tudo é reflexo do pensamento e discussões de epistemólogos e cientistas do passado (A5).	Desenvolvimento do conhecimento (6).	
A metodologia pautada na epistemologia, deve propor situações em que os alunos questionem até que ponto as suas pré-concepções explicam o fenômeno estudado, que o façam investigar as falhas e argumentar contra certas declarações e que eles possam descobrir, por si só, que um mesmo fenômeno pode ser abordado sob diferentes óticas e perspectivas em um mesmo contexto, como exposto na obra <i>Relativity</i> (A20).	Importância dos erros/conflictos (12).	Processo mais humanizado e significativo na aprendizagem dos alunos (34).
A epistemologia pode colaborar para o ensino de ciências, pois propõe formas simples de entendê-las. Todas as pessoas podem ser cientistas, todas elas podem encontrar um problema e se proporem a criar teorias para saná-los (A7).	A ciência pode ser feita por todos (3).	
Por exemplo, os epistemólogos, como Feyerabend e Toulmin, eram contra o método científico universal, acreditavam que o contexto que o homem está inserido é de grande valia para a construção do conhecimento, portanto contribuíram muito para o ensino mais contextualizado, e na forma de avaliação, onde o professor deve considerar os conhecimentos prévios dos alunos (A8).	Ensino mais contextualizado (5).	
Adicionalmente, a epistemologia pode influenciar nas metodologias de ensino e de aprendizagem quando, a partir de um assunto e/ou fenômeno, hipóteses e teorias podem ser levantados, mesmo	Concepções prévias/alternativas (14).	

que diferentes daquelas já consagradas, permitindo aos alunos, mediados pelo professor, a chegar ao conhecimento científico (A13).		
A epistemologia contribui para desenvolver e dar direcionamento no desenvolvimento do ensino de ciências, analisando que não existe corretamente um método para o desenvolvimento do ensino de ciências de acordo com as idéias de Feyerabend (A10).	Pluralidade metodológica (14).	Importância da didática da ciência (19).
Avaliação = eu veria a avaliação como um todo da obra, onde ela deve ser de forma que não beneficie aqueles que estão no topo da escada, esquecendo os demais (A42).	Avaliação processual /diversificada (5).	
Para eles o ensino de ciências deve levar em consideração a experimentação, para que seja criado uma investigação em cima do experimento e obtenha-se teorias diferenciadas para que possa ser feito a veracidade das mesmas (A16).	Método na ciência que culmina no conhecimento científico em sala de aula (4).	A ciência pode ter um único método /baseada em verdades (4).

Fonte: Os autores (2021).

De modo geral, as relações identificadas vão ao encontro à crítica proposta por Ramos (2008) a respeito do ensino de ciências, como nas subcategorias como “Ensino mais contextualizado” e “Rompe com indutivismo x racionalismo”, bem como ao exposto por de Sousa Santos, Meneses e Nunes (2004) a respeito das concepções que derivam do exclusivismo epistemológico, como “Importância do erro/conflitos e Pluralidade metodológica”. No entanto, é preocupante que poucas foram as visões que explicitaram que “A ciência pode ser feita por todos” e, também, apesar de poucas, há aquelas que veem na relação epistemologia-ensino a “Proposição de método na ciência que culmina no conhecimento científico em sala de aula” com uma visão ainda estereotipada da ciência e de sua função.

Conclusões

As relações entre as epistemologias e o ensino de ciências são fundamentais para o desenvolvimento de pessoas com uma visão crítica do conhecimento científico. Nossas sociedades são dependentes de tais conhecimentos, sendo assim, para que as pessoas possam participar, conscientemente, das tomadas de decisões coletivas faz-se necessário que tenham acesso ao conhecimento. O que demanda essa consciência, primeiramente, dos formadores para que auxiliem no reconhecimento dos aspectos humanos da ciência, da importância das rupturas, erros e o contexto de produção da ciência. A aproximação entre o fazer ciência e o aprender ciência deve ser feita de maneira contextualizada e um olhar crítico é importante para a compreensão de que todas as pessoas são capazes e fazem ciência. A indicação, por parte dos estudantes, da importância das metodologias e avaliações diferenciadas, bem como, a valorização das concepções alternativas na aprendizagem, representa um indício das potencialidades reflexivas do estudo da epistemologia como parte da formação docente.

Referências

Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

-
- Kraft, V., & Guillén, F. G. (1966). *El círculo de Viena* (Vol. 45). Barcelona: Taurus.
- Lennert, A. L., & Lima, L. B. de. (2012). O uso das imagens de M. C. Escher para introduzir o conhecimento sociológico. *Revista Perspectiva Sociológica*, 10, 45-59.
- Levi, P. (2005). *71 Contos de Primo Levi*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- Moreira, M. A.; Massoni, N. T. (2016). Subsidios Epistemológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. In: _____. *Epistemologias do Século XX*. 2. ed. Porto Alegre: E.P.U.
- Nunes, J. A. (2008). O resgate da epistemologia. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, (80), 45-70.
- Ramos, M. G. (2008). Epistemologia e ensino de ciências: compreensões e perspectivas. In: Roque, M. (Ed.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 13-35.
- Romanini, M. (2013). Crítica de Karl Popper ao problema de indução e suas consequências para o princípio de verificabilidade. *Kalagatos: Revista de Filosofia*, 10(20), 305-335.
- Saito, F. (2013). "Continuidade" e "descontinuidade": o processo da construção do conhecimento científico na história da ciência. *Revista da FAEBA*, 22(39), 183-194.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.
- Sousa Santos, B., Meneses, M. P. G., & Nunes, J. A. (2004). *Introdução: para ampliar o cânone da ciência: a diversidade epistemológica do mundo*. Recuperado de: <https://www.ces.uc.pt/publicacoes/res/pdfs/IntrodBioPort.pdf>.