



Vitruvian Cogitationes - RVC

A EPISTEMOLOGIA DE KUHN ATRAVÉS DO DOCUMENTÁRIO “UNIVERSE: THE COSMOLOGY QUEST”: QUESTÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

LA EPISTEMOLOGÍA DE KUHN A TRAVÉS DEL DOCUMENTAL "UNIVERSE: THE COSMOLOGY QUEST": CUESTIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

KUHN'S EPISTEMOLOGY THROUGH THE DOCUMENTARY "UNIVERSE: THE COSMOLOGY QUEST": ISSUES FOR SCIENCE EDUCATION

Marcos Orso da Fonseca

Pós-graduando em Educação para Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, marcosorso03@gmail.com

Resumo: Nas últimas décadas, pesquisadores vêm apontando para uma crise no Ensino de Ciências, trazendo questões sobre a atuação docente frente ao ensino e os resultados alcançados em sala e num contexto social. O aspecto ahistórico e não-social que a ciência assume perante grupos sociais e que estão muito presentes nos sistemas de ensino e nos modelos de ensino mais adotados pelos professores atualmente alude sobre as fortes influências de um pensamento neo-empirista. Portanto, este estudo se apresenta pela necessidade de subsídios para repensar a atuação docente frente a Cosmologia desvinculando a ciência como produto acabado e que foge aos aspectos representacionais de uma realidade histórica. Assim, esta pesquisa possui como objetivo analisar o documentário “*Universe: The Cosmology Quest*” através da Epistemologia de Tomas Kuhn pensando sobre o ensino de Ciências. Para responder ao objetivo, a pesquisa possui natureza qualitativa, com uma abordagem de análise documental, onde os dados são analisados através da Epistemologia da Ciência de Tomas Samuel Kuhn, sendo, assim, de caráter dedutivo. Portanto, percebe-se que o ensino que busque corrigir tais aspectos necessita de uma ressignificação ontológica e principalmente epistemológica, campo em que opera a compreensão da ciência enquanto construto social e como uma representação da realidade. Isso recai sobre uma educação emancipatória que transforme os educandos, que forneça subsídios para compreender e modificar o *status quo*. Refazer o processo de ensino é repensar e refazer a educação, para que não só o aprendizado seja afetado, mas toda a estrutura social.

Palavras-chave: Teoria do *Big Bang*. Cosmologia. Construtivismo.

Resumen: En las últimas décadas, los investigadores apuntan a una crisis en la enseñanza de las ciencias, planteando interrogantes sobre la actuación de los profesores en relación con la enseñanza y los resultados obtenidos en el aula y en el contexto social. El aspecto ahistórico y no social que asume la ciencia frente a los grupos sociales y que están muy presentes en los sistemas de enseñanza y modelos pedagógicos más adoptados por los profesores en la actualidad alude a las fuertes influencias de un pensamiento neo-empírico. Por tanto, este estudio se presenta por la necesidad de que las subvenciones replanteen la actuación docente frente a la Cosmología desligando la ciencia como un producto acabado y que escapa a los

aspectos representativos de una realidad histórica. Así, esta investigación pretende analizar el documental "Universe: The Cosmology Quest" a través de la epistemología del pensamiento de Tomas Kuhn sobre la enseñanza de las ciencias. Para responder al objetivo, la investigación tiene un carácter cualitativo, con un enfoque de análisis documental, donde los datos son analizados a través de la Epistemología de la Ciencia de Tomas Samuel Kuhn, siendo, por tanto, de carácter deductivo. Por lo tanto, puede verse que la enseñanza que busca corregir tales aspectos necesita una resignificación ontológica y sobre todo epistemológica, campo en el que opera la comprensión de la ciencia como construcción social y como representación de la realidad. Esto recae en una educación emancipadora que transforma a los alumnos, que proporciona subsidios para comprender y modificar el statu quo. Rehacer el proceso de enseñanza es repensar y rehacer la educación, de modo que no sólo se vea afectado el aprendizaje, sino toda la estructura social.

Palabras-clave: Big Bang Theory. Cosmología. El constructivismo.

Abstract: In recent decades, researchers have been pointing to a crisis in science teaching, raising questions about teachers' performance in teaching and the results achieved in the classroom and in a social context. The ahistorical and non-social aspect that science assumes before social groups and that are very present in the teaching systems and teaching models most commonly adopted by teachers today alludes to the strong influences of a neo-empirical thinking. Therefore, this study is presented by the need for subsidies to rethink the teaching of Cosmology, detaching science as a finished product that escapes the representational aspects of a historical reality. Thus, this research aims to analyze the documentary "Universe: The Cosmology Quest" through the Epistemology of Tomas Kuhn thinking about science teaching. To answer the objective, the research has a qualitative nature, with a documentary analysis approach, where the data are analyzed through the Epistemology of Science of Tomas Samuel Kuhn, being, therefore, of a deductive character. Therefore, it can be seen that the teaching that seeks to correct such aspects needs an ontological and especially epistemological resignification, a field in which the understanding of science as a social construct and as a representation of reality operates. This falls upon an emancipatory education that transforms the students, that provides them with subsidies to understand and modify the status quo. To rethink the teaching process is to rethink and redo education, so that not only learning is affected, but the entire social structure.

Key words: Big Bang Theory. Cosmology. Constructivism.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, pesquisadores vêm apontando para uma crise no Ensino de Ciências (ANDRADE, 2019; FOUREZ, 2003), trazendo questões sobre a atuação docente frente ao ensino e os resultados alcançados tanto em sala como num contexto social. Isso ficou ainda mais evidente após a chegada de grupos de extrema direita ao poder em diversos países pelo mundo, como ocorreu com o trumpismo nos Estados Unidos e o bolsonarismo no Brasil. Esse fenômeno evidenciou uma parcela da população que apresenta compreensões equivocadas da ciência, a equivalendo com pseudo-ciências ou outras correntes dogmáticas.

Durante a pandemia de COVID-19 desencadeada pelo vírus SARS-COV-2 ao redor de todo planeta, um cenário de crise sanitária, econômica e ética foi responsável por estampar a visão distorcida da ciência que uma parcela significativa da população compartilha. As várias visões deformadas sobre a ciência e o trabalho científico (PÉREZ *et al.*, 2001) são uma das

questões que parecem influir sobre a possibilidade de ocorrência de visões negacionistas e dogmáticas que se mostram em equivalência para quem compartilha de tais visões.

O aspecto ahistórico e não-social que a ciência assume perante grupos sociais e que estão muito presentes nos sistemas de ensino e nos modelos de ensino mais adotados pelos professores atualmente alude sobre as fortes influências de um pensamento neo-empírico (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998). Ainda que muito combatida por epistemólogos da ciência e autores construtivistas cada vez mais presentes no campo do Ensino de Ciência, o impacto parece não estar sendo vasto o suficiente para que haja grandes mudanças sobre este cenário.

Tais aspectos podem ser vistos em todos os campos das Ciências Naturais, e não seria distinto no ensino de Cosmologia. O ensino de tais conteúdos não tende a apresentar perspectivas para que os estudantes, sejam da Educação Básica, do Ensino Superior ou da Pós-Graduação, estejam capacitados para pensar fora do paradigma existente (KUHN, 2018; UNIVERSE, 2004a). Cada vez mais os estudantes estão sendo preparados para fazer parte de um grupo que compartilha dos mesmos ideais, da mesma forma padronizada de enxergar o universo, sendo que as formas de pensar que se distanciam do paradigma costumam sofrer retalhações em todos os campos, quase como uma luta identitária.

Ressalta-se que tal ensino que seja preparatório para um ajuste social se aproxima de uma educação bancária em vez de libertadora (FREIRE, 2021a), pois não se forma um educando autônomo e capaz de criar e recriar a realidade da qual faz parte, mas sim se adequar a ela, considerando o campo científico e social. Embora os paradigmas sejam essenciais para o progresso da ciência, o processo de ensino deve perpassá-los fazendo com que os estudantes produzam sua realidade através de uma consciência crítica (FREIRE, 2021b), e o estágio de ressignificação conceitual somente acontecerá com a compreensão epistemológica de ciência como representação da realidade (KUHN, 2018) e não como realidade em si mesma.

Assim, percebe-se uma escassa quantidade de produções que envolvem o ensino de Cosmologia por uma perspectiva de uma epistemologia da ciência construtivista. Portanto, este estudo se apresenta pela necessidade de subsídios para repensar a atuação docente frente a Cosmologia desvinculando a ciência como produto acabado e que foge aos aspectos representacionais de uma realidade histórica. Devido a isso, esta pesquisa possui como objetivo analisar o documentário “*Universe: The Cosmology Quest*” através da Epistemologia de Tomas Kuhn pensando sobre o ensino de Ciências.

2 DESENVOLVIMENTO

Como esta pesquisa é de abordagem documental, o percurso dela tem início com uma descrição sistemática do material (UNIVERSE, 2004a, 2004b) para que seja possível uma análise através da teoria norteadora de Kuhn (2018).

O documentário *Universe – The Cosmology Quest* é uma produção audiovisual que aborda os embates em torno da Teoria do *Big Bang* como teoria vigente no campo da Cosmologia (UNIVERSE, 2004a, 2004b). Ele conta com duas partes de cerca de cinquenta minutos de duração cada. A primeira apresenta as diversas anomalias presentes na Teoria do *Big Bang*, enquanto a segunda propõe uma teoria alternativa que os cientistas envolvidos no documentário acreditam responder melhor as questões científicas desse campo.

A produção apresenta um grande apanhado histórico envolvendo o assunto em cada uma de suas partes. A primeira, assim, traz a noção de Universo através dos tempos, sendo uma vez entendida como apenas a Via Láctea em si, até que a Teoria da Relatividade Geral de Einstein e a melhora nos instrumentos de observação apresentam perspectivas para um Universo cada vez mais além dos limites imaginados. Não obstante, o percurso do desenvolvimento da Teoria do *Big Bang*, a primeira teoria científica da Cosmologia, é ilustrada desde as influências de Lemaitre, Arthur Eddington, até as observações de Hubble e sua lei, ou o desvio para o

vermelho (HUBBLE, 1929).

Na década de 1960, ocorreu a descoberta dos quasares, corpos com desvios para o vermelho muito elevados. Com isso, inferiu-se que esses astros estão a distâncias exacerbadas da Terra, nos limites do Universo observável. Além disso, foi observado um grande número de quasares ao redor de galáxias espirais através de detecção de raios X. Com isso, supôs-se que: ou os quasares não obedecem à lei de Hubble, sendo este causado por outros fatores, ou que o desvio para o vermelho não indica a distância entre os corpos, como prevista anteriormente, não podendo ser um indício da expansão do Universo. Sem os indícios de expansão do Universo, pode nunca ter havido um *Big Bang*.

Esse fenômeno pôde ser observado envolvendo galáxias e quasares em alinhamento aparente, mas em que o desvio para o vermelho não obedecia aquilo que se esperava pela teoria (ARP, 1973; 1989). Como consequência dessas pesquisas, Dr Halton Chip Arp teve prejuízos em sua carreira, sendo forçado a pedir demissão da instituição onde trabalhava. Algo similar ocorreu com Kitt Peak. Ela tinha um estudo sobre desvio para o vermelho e distribuição de velocidades em galáxias espirais de baixa luminosidade. Como seus resultados não convergiam para o esperado dentro da Teoria da *Big Bang*, tentaram cancelar seu tempo de observação e interromper a pesquisa, entretanto, ela conseguiu a palavra final para manter o programa de pesquisa.

Nesse contexto, um grupo de astrônomos acredita que em vez de ter ocorrido um único grande evento de criação do universo, isso vem acontecendo continuamente no núcleo de galáxias. Portanto, ao contrário de um *Big Bang*, estão acontecendo *Mini Bangs*, de onde a matéria e a energia estão sendo criadas. Essa ideia retoma o que foi pensado originalmente por Viktor Ambartsumian (1908-1996), isso porque ele acreditava que as galáxias estavam se fragmentando e originando novas formações.

Já na segunda parte do documentário, o tema do plasma é abordado como uma teoria alternativa às problemáticas apresentadas pela Teoria do *Big Bang*. Nesse contexto, o plasma, sendo a matéria mais abundante de todo universo, é o elemento chave para compreensão do todo, já que algo tão abundante não pode ser desconsiderado ao se desenvolver uma teoria que explique as dinâmicas da Cosmologia.

Nesse contexto, uma explicação alternativa ao *Big Bang* foi desenvolvida considerando o Universo de Plasma. Observações do século XX constataram um fluxo de plasma entre o Sistema Solar, assim como acontecia do Sol à Terra e resultava no processo de Auroras. Pensou-se, portanto, que tais estruturas envolvendo o plasma poderiam ter formado as estrelas e o Sistema Solar, ampliando essas perspectivas, as mesmas estruturas em dimensões astronômicas poderiam ter formado também as galáxias.

A Cosmologias do *Big Bang* apresenta suposições que não são corroboradas pelas observações, ou muitas vezes nem se dispõe de tecnologias para averiguar o que é predito, como a matéria e a energia escura. Assim, as hipóteses *ad hoc* fazem parte dos mecanismos para contornar essas falhas apresentadas. Tais explicações podem ser comparadas aos epiciclos da teoria geocêntrica de Ptolomeu, pois apresentam soluções a posteriori para problemas que não se encaixavam na teoria pré-existente. Conforme mais epiciclos compõem a teoria, mais complexa ela se torna, mais difícil de se sustentar.

A Teoria do *Big Bang* possui grande influência do criacionismo cristão, uma ponte entre a ciência e a religião, onde a filosofia e a metafísica se encontram para compor especulações sobre a origem de tudo. Devido a esse caráter e às características da Ciência Normal (KUHN, 2018), tal corrente foi historicamente ganhando contornos dogmáticos.

Uma das explicações *ad hoc* da Teoria do *Big Bang* infere sobre a da Radiação Cósmica de Fundo. A constatação observacional desse fenômeno foi tida como um pressuposto para a veracidade da teoria, entretanto, em diversos outros cenários possíveis essa radiação se encaixa de modo coerente. Portanto, esse fenômeno não pode ser uma evidência adotada por nenhuma

teoria cosmológica para sua credibilidade. Não obstante, ao longo dos anos, ocorreram diversas falhas em calcular a temperatura do universo. De acordo com a teoria em questão, o Universo deveria possuir uma temperatura de 50 K, todavia, outros cálculos e medições realizadas constatarem resultados demasiadamente distintos, como 7 K, 3 K e 2,7 K (NEVES, 2000).

Tais anomalias apresentadas não foram o suficiente para que a teoria se abalasse na comunidade científica geral, sendo que os novos dados foram incorporados indiscretamente e as falhas anteriores ocultadas até mesmo no processo de ensino. Com isso, astrônomos que se debruçaram sobre as anomalias foram desenvolvendo uma concepção alternativa, o Universo de Plasma.

3 METODOLOGIA

A pesquisa possui natureza qualitativa, com uma abordagem de análise documental, onde os dados são analisados através da Epistemologia da Ciência de Tomas Samuel Kuhn, sendo, assim, de caráter dedutivo.

A natureza da pesquisa se dá de forma qualitativa, vista que ela busca analisar aspectos profundos da produção humana que não podem ser alcançados através de uma sistematização numérica ou estatística, somente (ZANELLA, 2011). Assim, a pesquisa se destina a uma descrição e interpretação de um fenômeno baseada em critérios que tendem mais às humanidades, como questões de ensino (DOURADO; RIBEIRO, 2021).

Para tanto, a abordagem de análise documental traz a forma de constituição dos dados necessários ao estudo. Como estes são levantados através de uma produção audiovisual, o documentário “*Universe: The Cosmology Quest*” (UNIVERSE, 2004a, 2004b), a natureza da fonte dos dados demanda, portanto, tal abordagem (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015). Esse tipo de abordagem apresenta um forte elemento histórico e cultural (FONTANA; PEREIRA, 2021), o que se mostra intimamente relacionado ao objetivo desta pesquisa, visto a influência da História e Epistemologia da Ciência em sua abordagem.

E, por fim, a análise dos dados constituídos através dessa abordagem ocorre através da teoria de Tomas Samuel Kuhn desenvolvida em “*A Estrutura das Revoluções Científicas*” (KUHN, 2018), com uma epistemologia da ciência norteando a análise e inferências deste estudo. Assim, o estudo possui um caráter dedutivo (DESCARTES, 2003), pois parte de uma teoria pré-existente para analisar o conteúdo da produção audiovisual em questão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim, o documentário “*Universe: The Cosmology Quest*” (UNIVERSE, 2004a, 2004b) foi analisado através da ótica de Tomas Kuhn com a sua epistemologia da ciência apresentada em “*A Estrutura das Revoluções Científicas*” (KUHN, 2018).

Para o autor, a ciência “comum” caminha para a Ciência Normal. Nesse percurso, o primeiro estágio da construção coletiva do conhecimento científico se dá através de escolas de pensamento. Deste modo, antes de existir um paradigma aceito na Cosmologia, existiam ao menos duas escolas de pensamento que disputavam pelo status.

De um lado, acreditava-se que o Universo sempre existira, eterno e infinito em sua natureza, sendo um paradoxo o início de sua existência, vertente conhecida como Teoria do Estado Estacionário. Do outro lado, cientistas indicavam que o Universo teria tido um início, tendo se expandido até o que se concebe atualmente. Essa ficou conhecida, pejorativamente, como Teoria do *Big Bang*. Como evidenciado pela teoria de Kuhn (2018), com a ausência de um paradigma vigente, ambas as escolas tiveram de construir seus pressupostos sem uma concepção unânime anterior. Como elas competiam entre si pelo seu estabelecimento na

Ciência Normal, não houve progresso propriamente dito. Todavia, a partir da delimitação do paradigma através da Teoria do *Big Bang*, a Cosmologia pôde caminhar como Ciência Normal.

Algo que acontece com frequência durante a evolução da Ciência Normal é a visão do paradigma como norteadora da natureza. Ou seja, todos os eventos observados são utilizados para corroborarem a Ciência Normal, onde os fenômenos são forçados a se encaixar no que se espera, aproximando ou distanciando-se da apresentação real da natureza. Fica evidente como a teoria rege a forma de pensar nesse processo, visto que os dados podem ser distorcidos para não comprometer a integridade da teoria que norteia sua interpretação. Isso acontece, pois, os cientistas não estão sempre interessados em inventar ou delinear novas teorias que não se encaixam no paradigma, muitas vezes são até intolerantes com as novas proposições de seus campos (KUHN, 2018). Isso condiz com o que foi vivido por Arp e outros cientistas nesse campo.

Conforme uma teoria científica se consolida e se torna o paradigma vigente, as questões mais preocupantes são respondidas, mas ficam questões adjacentes por resolver, a essas questões se pode atribuir o caráter de Quebra-cabeças. Nesse contexto, fica evidente como a Cosmologia frente à Teoria do *Big Bang* foi resolvendo Quebra-cabeças da origem, evolução e expansão cosmológica sem que fosse rompida a ideia original. Enquanto os desvios para o vermelho apresentado por galáxias e os quasares eram descobertos e explorados em observações ao longo de um século, as questões que foram aparecendo foram sendo respondidas para compor o grande quadro da teoria. É importante avaliar que muitas das resoluções de Quebra-cabeças realizadas pela Cosmologia nesse processo foi mais de natureza especulativa do que confirmadas por métodos empíricos, o que justifica o caráter de “não-ciência” que alguns cientistas atribuem ao ramo.

Para Kuhn (2018), paradigma pode ser interpretado num aspecto global ou aspecto local. Em todos os casos, paradigma está relacionado, no campo ideológico, com pressupostos que todos compartilham e que não precisam ser esclarecidos, um ponto de partida para qualquer afirmação, premissas básicas e uníssonas. Através dos paradigmas, a Ciência desenvolve modelos representativos da realidade, pois a ciência enquanto construto social e humano é uma construção que não reflete o objeto em si, mas as representações construídas pelos seres cognoscentes que as pensaram. Desse modo, a ciência é passada adiante conforme o paradigma vigente através da Educação, sendo base para o desenvolvimento científico e tecnológico humano, pois possibilita uma base conceitual para a ciência.

Entretanto, esse construto é passível de falhas, as anomalias apresentadas pelo autor. Elas aparecem como precursoras da reformulação de um paradigma ou seu abandono para aderir a uma nova teoria. Kuhn (2018) defende que a ciência não é de natureza empirista, mas sim construtivista, pois as observações, os fenômenos não possuem significados em si próprios, mas estes são construídos cognitivamente por quem os observa. Portanto, não apenas observar empiricamente corresponde a encontrar anomalias, mas criar significados que conduzam a interpretar que existe uma anomalia entre representação e realidade.

Conforme ocorre a constatação de anomalias no paradigma existente, dois processos concomitantes se tornam emergentes: descobertas científicas e ajuste do paradigma. As descobertas científicas, como afirma o autor, tem um caráter quase dual: no mesmo sentido em que se descobre algo, se constrói esse mesmo algo na natureza representativa. Um exemplo disso frente à produção analisada está com o desvio para o vermelho, a Lei de Hubble. Ao passo que Hubble descobriu que existe um desvio aparente para o vermelho, construiu-se essa representação no corpus da Ciência, e posteriormente lhe foi atribuído um significado que permeia a distância dos objetos observados.

Trazendo para o contexto do documentário, a história da teoria do *Big Bang* é marcada pela ocorrência de anomalias, mas elas foram incorporadas na teoria sem que representasse grandes perturbações ou busca por descobertas que pudessem conduzir à readequação da teoria.

Todo processo tendeu a se desenvolver com apresentações de explicações ou hipóteses *ad hoc*, assim, vários exemplos podem ser citados: a temperatura do universo estimada em 50 K, mas sendo constatado apenas 2,7 K (NEVES, 2000); o desvio para o vermelho de quasares e galáxias; a radiação cósmica de fundo; os aglomerados de galáxias heterogêneos; etc.

Uma das características presentes nas Revoluções Científicas é a parcela de indivíduos que ela atinge. Revoluções são revoluções apenas para os cientistas que são afetados por elas, isso significa que tão somente uma revolução na Cosmologia afetará a Cosmologia em si, mas não se expandirá a todos os ramos da Astronomia, muito menos chegará à outras ciências como a Biologia. Além disso, as revoluções não ocorrem considerando apenas a lógica dos paradigmas ou os experimentos em torno deles, mas atuam em outros campos também, por exemplo o campo conceitual, onde apenas são modificados os conceitos em torno deles e suas relações lógicas. Nesse caso, as revoluções não chegam num campo ontológico, ou seja, das relações existentes entre os objetos e a realidade (as partes e seu todo) nem mesmo ao campo epistemológico, reformulando premissas básicas do conhecimento.

Portanto, a ciência não acontece por processos cumulativos, existe a necessidade de revoluções para que a ciência seja renovada: sem revoluções a ciência estagna e não se desenvolve. Ainda que exista o ideal de que a ciência progride de forma cumulativa, ela não acontece assim, necessitando de revoluções estruturais paradigmáticas para que seja continuamente construída. Nesse paralelo, o processo que ocorre de forma cumulativa é a pesquisa normal, não a ciência com um todo.

Na Cosmologia, o paradigma vigente está cada vez mais mostrando falhas, anomalias que não estão sendo resolvidas de forma satisfatória para a expansão dos limites da teoria. Isso indica a necessidade de uma revolução estrutural, talvez não apenas conceitual, mas ontológica e epistemológica também. Caso esse processo seja interrompido, como teorizado por Kuhn, a Cosmologia estaria se estagnando e sendo impedida de progredir, pois existem limites cumulativos para a Ciência Normal frente aos achados quantitativos.

Durante a produção de seu estudo, Kuhn (2018) foi cauteloso ao ponto de passar a impressão de que queria dizer mais do que foi dito, isso principalmente em se falando sobre as mudanças operadas pelas revoluções frente ao mundo. Conforme a ciência se desenvolve, revoluciona-se, os cientistas passam a enxergar as coisas que antes viam de um modo totalmente diferente, incomparável, talvez. Mas não somente isso. Como seres que compõem a realidade, ao alterar os indivíduos, as partes do todo, e suas relações, altera-se também o todo, e logo, o mundo que existia antes e o que existe depois desse processo são distintos. Acreditamos que Kuhn tentou tangenciar essa ideia construtivista ontológica da relação das partes com as partes e delas com o todo, mas como dito anteriormente, ele foi cauteloso o suficiente para não expressar algo que pudesse ser mal compreendido sem que ele mesmo pudesse estruturar seu pensamento de modo claro.

O paradigma vigente molda a subjetividade dos indivíduos e modifica a sua compreensão da realidade, modificando a realidade por inteira, pois ela é alterada conforme mudam suas partes ou as relações entre elas. O que se vê depende do que se conhece, do que se está habilitado a ver: o homem só enxerga aquilo que está preparado para ver.

Isso pode ser observado com a evolução da Cosmologia ao longo das décadas: até a década de 1910 não se pensava em um universo maior que a Via Láctea, conforme o paradigma mudou, a concepção sobre a realidade também foi alterada. Isso ocorreu novamente quando se pensou em um universo que teve um início, antes disso o Universo tinha uma base epistemológica eterna e infinita. Agora, no entanto, com a formulação de ideias alternativas, volta-se à epistemologia para repensar um universo talvez infinito e que seja guiado pelos processos do plasma, a Teoria do Universo da Plasma.

Isso acontece com frequência no âmbito da ciência, seja no campo conceitual, ontológico ou epistemológico, as revoluções operam de forma que a realidade posterior não

seja mais compatível com a realidade anterior. No processo final das revoluções dentro das ciências, um novo paradigma se estabelece em detrimento de outro paradigma anterior. Nesse sentido, o autor coloca em xeque o conceito de falsificação cunhado por Popper (2013). Kuhn é claro ao dizer que o processo de falsificação sequer deva existir, isso porque nenhuma teoria responde tudo o que se possa ser perguntado, assim, todas elas deveriam ser negadas ao passo que não correspondem favoravelmente ao processo de falsificação.

Ainda, como ressaltado anteriormente, uma teoria não deixa ser paradigma apenas por um processo de falsificação (POPPER, 2013), nem tampouco por suas anomalias persistirem e se acumularem, mas sim devido à morte de todos os cientistas precedentes que eram adeptos do antigo paradigma (KUHN, 2018). Assim, a incomensurabilidade está sobre a ciência como uma barreira histórica, onde ela não pode ser analisada com base em outro paradigma de outro tempo histórico, pois, conforme as discussões sobre a realidade, o mundo no qual o antigo paradigma existia e funcionava não é o mesmo que outro paradigma noutro tempo histórico.

Pode-se imaginar o que aconteceria após uma revolução na Cosmologia e estabelecimento de um novo paradigma que substitua a Teoria do *Big Bang*. Nesse processo, este paradigma, já extinto, não poderia ser analisado nem tampouco taxado com juízo de valor perante o paradigma posterior. Isso porque, mesmo que as teorias não respondam todas as infinitas questões possíveis, ainda assim são ciência, funcionam para produção de tecnologia e progressão histórica e social da humanidade. Nenhuma teoria científica se propôs a explicar tudo, logo, não se pode julgá-las por algo que nunca se puseram a fazer.

Desta maneira, as Ciências Naturais se direcionam ao progresso, onde, a cada nova etapa, resolve-se um novo problema. Esse mecanismo poupa recursos cognitivos, tecnológicos e metodológicos do grupo e impulsiona as atividades para ramos ainda não explorados com para problemáticas abertas. Assim, a Ciência Normal atua de forma cumulativa e quantitativa, mas as revoluções na ciência operam para um salto qualitativo impossível dentro da pesquisa normal. Assim, o epistemólogo apresenta a questão do progresso nas Ciências Naturais. Esse progresso se firma ao passo que o modelo representativo da realidade alude a uma epistemologia onde não existe uma verdade a buscar, pois não se conhece a verdade (se é que ela exista), mas sim que a ciência caminha para longe daquilo que contraria a realidade. Isso de forma alguma desmerece o processo científico ou quer dizer que a ciência não é eficaz para a humanidade.

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS

Como ressaltado por Kuhn (2018), todas essas questões implicam sobre o ensino, pois para que a ciência possa progredir, e esse processo demanda a existência de paradigmas, a Educação deve se debruçar sobre a formação de novos pesquisadores que compartilhem do paradigma vigente. Entretanto, como apresentado no documentário e tangenciado pelo autor, o processo de ensino acaba por apenas buscar a manutenção de paradigmas e não as revoluções científicas que são a fonte de renovação e progresso qualitativos (KUHN, 2018; UNIVERSE, 2004a, 2004b).

Nesse sentido, professores tanto da Educação Básica como do Ensino Superior e Pós-Graduações devem estar capacitados para que a ciência não se resuma à mera reprodução do que foi postulado pelas gerações anteriores. Autonomia e criatividade devem ser desenvolvidas no ensino (CARVALHO, 2018) ao ponto que os estudantes estejam capacitados para ir além de seus mestres, condicionando e desenvolvendo pensamentos que permitam reformular as representações sobre a realidade (UNIVERSE, 2004a). Ou seja, uma educação e um ensino que possibilite aos educandos sua emancipação para serem produtores da realidade e não reprodutores desta (FREIRE, 2021a).

Tais ideais de ensino estão pautados e são aqui defendidos tanto como algo que

possibilita o desenvolvimento de cientistas e cidadãos cada vez mais apropriados de uma consciência crítica (FREIRE, 2021b) como também um forma de progresso para as Ciências Naturais, e, conseqüentemente, para a sociedade de forma geral. Ao passo que o estudante se apropria da ciência como um produção histórica e social humana, tem-se um dos subsídios para pensar e repensar sobre a produção, criar alternativas que ainda não foram desenvolvidas, criar novas tecnologias ou mesmo ressignificar aquilo que já existe (FEYERABEND, 1985).

Todavia, modificar a compreensão dos conceitos científicos (como do conceito de ciência em si mesmo) demanda outros níveis de consciência que se desenvolve através do processo de ensino. Tais níveis se dão anteriores ao do campo conceitual, retornando de forma regressiva ao campo ontológico e epistemológico (POZO; CRESPO, 2009). Um ensino que busque desenvolver o que vem sendo dito necessita de uma ressignificação ontológica, onde as relações de causa, consequência e as relações das partes entre si e delas com o todo são tomadas pela consciência crítica para melhor compreensão dos fenômenos e das representações da realidade. Indo mais além, a ressignificação epistemológica é o principal campo em que opera a compreensão da ciência enquanto construto social e como uma representação da realidade, não sendo a realidade em si mesma (POZO; CRESPO, 2009).

Essas perspectivas inferem também sobre um ensino que trata a ciência como algo não dogmático. E, nos últimos tempos, pesquisadores apontam para uma crise no ensino de Ciências (ANDRADE, 2019; FOUREZ, 2003), algo que sofre influência de um ensino dogmático, onde a ciência se torna uma escolha de dógmas entre muitos já existentes, como religiões ou ideias de natureza pseudo-científica.

Isso alude ao papel do docente sobre a própria epistemologia de seu ensino, se algo que perpassa o empirismo, o apriorismo ou o construtivismo. Aqui, defende-se que o ensino de Ciências seja pautado por uma epistemologia construtivista, a qual Kuhn (2018) também incorpora em sua teoria. Ao passo que o docente delineia sua própria epistemologia, ele tem subsídios para desconstruir e reconstruir em conjunto com os estudantes a epistemologia que norteia sua compreensão sobre a ciência. Isso porque, sendo o conhecimento algo construído e desenvolvido de acordo com as interações entre o meio e os mecanismos cognitivos (PIAGET, 1970), ele não pode ser dado ou depositado na mente dos estudantes, é construído para eles e com eles, um projeto em conjunto mediado, e não doado, pelo professor (FREIRE, 2005).

Portanto, nota-se que tais aspectos do ensino de Ciências devem estar incorporados pelo docente, caso este esteja comprometido com uma educação para a mudança, um compromisso que não visa somente uma nova compreensão de ciência, mas um processo dialético onde palavra-ação-reflexão sejam concomitantes (FREIRE; FAUNDEZ, 1985; FREIRE, 2021a; 2021b). Isso significa que as perspectivas vão além de puramente compreender ciência, mas chegam ao fazer ciência e mais além, atuar em sociedade com as ferramentas epistemológicas e ontológicas que não se resumem à primeira esfera.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse processo histórico e social de construção da ciência, da pesquisa normal e das revoluções científicas, grandes mentes marcaram a história e a marca que deixaram é um legado indiscutível de como a mente humana pode fazer florescer as ideias mais revolucionárias. Isso evidencia como o processo histórico e social de produção científica nunca deve ser esquecido ou menosprezado, voltar às origens pode ser um ponto chave para ir ainda mais longe. E nesse sentido, a Filosofia é a origem de todas as ciências e para onde todas devem retornar para buscar horizontes cada vez mais distantes.

Ainda nos dias atuais a teoria de Kuhn (2018) parece fidedigna ao que acontece na comunidade científica e na formação de novos cientistas. Conforme Sir Fred Hoyle expressa e o documentário retrata, os sistemas de pós-graduação são conduzidos por um ensino

doutrinário, onde os jovens não podem discordar dos mais velhos, ainda que assim ocorram os progressos e as revoluções na ciência. Sendo assim, o processo de ensino não está dando autonomia nem criatividade, mas sim preparando para fazer parte de uma comunidade científica uníssona (UNIVERSE, 2004a).

Cada vez mais a Filosofia se mostra como um elemento indispensável ao progresso humano. Não somente técnica compõe a ciência, mas também de pensamento dedutivo, sendo um alicerce para o pensamento indutivo, como ambos indissociáveis no processo científico. A Filosofia interliga diversas formas de conhecimento em uma sistematização menos fragmentada do todo. A maior parte de todos os cientistas que desenvolveram progressos significativos foram, além de técnicos em suas áreas, filósofos, com uma visão mais ampla sobre a realidade. Ser filósofo é amar o conhecimento, etimologicamente e sistematicamente, não tomando a realidade como dogmas a serem validados ou disputas pela verdade. Ser filósofo e cientista é buscar se distanciar cada vez mais daquilo que não condiz com a realidade, é buscar o conhecimento como processo e finalidade em si mesmo.

Fica evidente como ainda hoje a religião exerce influência sobre toda a sociedade, isso considerando também a comunidade científica. Dogmas religiosos são colocados à prova em diversos momentos mesmo no tempo presente para uma validação científica daquilo que não é ciência, e, não sendo suficiente, aquilo que se distancia do que a religião (considerando a sociedade ocidental, o cristianismo) afirma, é sumariamente alvo de críticas, como se o pensamento mágico-religioso fosse parâmetros para aquilo que condiz com a natureza, com a realidade.

Assim, um processo de ensino que seja pautado na ressignificação da ciência, epistemológica, ontológica e conceitualmente recai sobre um ensino que busque a consciência crítica, retomando a capacidade dos educandos de filosofar, de retomar os passos da humanidade para caminhar além de seus mestres. Isso recai sobre uma educação emancipatória, uma educação que resinifique a ciência, que transforme os educandos, que forneça subsídios para compreender e modificar o *status quo*. Refazer o processo de ensino é repensar e refazer a educação, para que não só o aprendizado seja afetado, mas toda a estrutura social.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. A. O.; DE SOUZA MORET, A. Crise do ensino de Ciências humanas no Brasil: educação, trabalho e desenvolvimento. **Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos**, Manaus, v. 19, n. 2, p. 97-107, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/somanlu/article/view/6866/>. Acesso em: 19 maio 2022.

ARP, H. *et al. The redshift controversy*, W. A. Benjamin Publishers, Massachussets, 1973.

ARP, H. *La Contessa Sulle Distanze Cosmiche e le Quasar*, Jaca Book, Milano, 1989.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 5 ago. 2022.

DESCARTES, R. **Discurso do Método**, 2003. Disponível em: <http://ateus.net/artigos/filosofia/discurso-do-metodo/>. Acesso em: 19 maio 2022.

DOURADO, S.; RIBEIRO, E. Metodologia qualitativa e quantitativa. In: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; BATISTA, M. C. **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de**

ciências. 1. ed. Maringá: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

FEYERABEND, P. **Contra o Método**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1985.

FONTANA, F.; PEREIRA, A. C. T. Pesquisa Documental. In: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; BATISTA, M. C. **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. 1. ed. Maringá: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso em: 19 maio 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2005.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 51. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2021a.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**. 46. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2021b.

HUBBLE, E., *A relation between distance and radial velocity among extragalactic nebulae. Proceedings of the National Academy of Science*, 15, 168, 1929.

KRIPKA, R.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa documental: considerações sobre conceitos e características na pesquisa qualitativa. **Investigação Qualitativa em Educação**, v. 2, Atas CIAIQ 2015, p. 243-247, 2015. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2015/article/view/252/248>. Acesso em: 27 set. 2022.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução: Beatriz Viana Boeira; Nelson Boeira. Debates. São Paulo: Perspectiva, 2018.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. Fragmentos da construção histórica do pensamento neo-empirista. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 5, n. 1. 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73131998000100005>. Acesso em: 27 set. 2022.

NEVES, M. C. D. A questão controversa da cosmologia moderna: Hubble e o infinito - parte 1. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2 p. 189-204, ago. 2000. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5166057.pdf> Acesso em: 01 ago. 2022.

PÉREZ, D. G. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, p. 125-153, 2001.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. Petrópolis: Vozes, 1970.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. Tradução: Leonidas Hegenberg. Octanny Silveira da Mota. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

UNIVERSE: the cosmology quest – parte 1. Randall Meyers. Los Angeles: Floating Worlds Films, 2004a. Disponível em: <https://youtu.be/jOQFLoukrxM> Acesso em: 30 jul. 2022.

UNIVERSE: the cosmology quest – parte 2. Randall Meyers. Los Angeles: Floating Worlds Films, 2004b. Disponível em: <https://youtu.be/V4BPxQMUaAM> Acesso em 30: jul. 2022.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2011.

Submetido em: 07/10/2022

Aprovado em: 05/12/2022