

AS UEPS COMO PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA (RE)PENSAR CONCEITOS KUHNIANOS

(UEPS as teaching proposals for (re)thought kuhnian concepts)

Anabel Cardoso Raicik [anabelraicik@gmail.com]

Doutora em Educação Científica e Tecnológica

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, Santa Catarina

Resumo

A filosofia de Thomas Kuhn, sobretudo a partir de seu modelo de desenvolvimento da ciência, presente na *Estrutura das Revoluções Científicas*, foi e continua sendo amplamente objeto de pesquisas e estudos em termos filosóficos, sociológicos, históricos e, inclusive, educacionais. Com o intuito tanto de esclarecer alguns mal-entendidos relativos ao conceito kuhniano de incomensurabilidade e suas relações para uma melhor compreensão de revoluções científicas, quanto promover discussões introdutórias de conceitos kuhnianos na educação científica, este artigo propõe e apresenta duas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS); uma voltada a formação inicial e/ou continuada de professores; outra a pesquisadores em formação.

Palavras-chave: Thomas Kuhn; unidade de ensino potencialmente significativa; educação científica.

Abstract

Thomas Kuhn's philosophy, especially from his model of development of science present in the *Structure of Scientific Revolutions*, was and continues to be widely the object of research and studies in philosophical, sociological, historical and even educational terms. In order to clarify some misunderstandings related to the Kuhnian concept of incommensurability and its relationships for a better understanding of scientific revolutions, as well as to promote introductory discussions of Kuhnian concepts in science education, this article proposes and presents two Potentially Meaningful Teaching Units; one aimed the training initial and/or continued of teachers; the other at training of researchers.

Keywords: Thomas Kuhn; potentially meaningful teaching unit; science education.

Introdução

O ano de 1962 pode ser considerado um marco não apenas para o físico, filósofo e historiador da ciência Thomas Kuhn (1922-1996), como para aqueles que desde então apreciam a *Estrutura das Revoluções Científicas*; um livro admirável e singular que, mesmo não desfrutando de pleno consenso, ainda hoje é fonte de inspiração e matéria de profícuos debates.

As distintas reflexões suscitadas por esta obra – sejam elas relacionadas a mal-entendidos, objeções ou assentimentos – evidenciam o que o filósofo da ciência Ian Hacking enfatizou no prefácio à edição especial da *Estrutura*, comemorativa aos seus cinquenta anos, completados em 2012: “por ser um grandioso livro, ele pode ser lido de infinitas formas e ter muitos usos” (Hacking, 2012, sem página).

Com clara oposição ao positivismo lógico e à historiografia tradicional, Kuhn (2011a) visa transformar a compressão e o entendimento da ciência a partir de um novo olhar à história da ciência e às limitações de uma visão puramente cumulativa de edificação conhecimentos. Como reitera Ghins (2014, p. xii), “longe de cair gradualmente no esquecimento, sua obra permanece hoje extremamente influente”.

A vasta literatura que se debruça sobre a *Estrutura*, e por certo às demais obras kuhnianas, revela que as concepções de Kuhn continuam passíveis de distintas análises e contrapontos, em termos filosóficos, sociológicos, históricos (Kindi & Arabatzis, 2012; Condé & Penna-Forte, 2012; Tozzini, 2014; Hoyningen-Huene, 1993; Hacking, 2012; Abrahão, 2012; Mendonça & Videira, 2007; Raicik & Gonçalves, 2021). No âmbito do ensino de ciências, suas concepções de ciência normal, resolução de quebra-cabeças, paradigma, matriz disciplinar, incomensurabilidade, revolução, progresso científico, valores etc., propiciaram distintas reflexões *sobre* a ciência e o desenvolvimento de estratégias didáticas (Zylbersztajn, 1991; Ostermann, 1996; Villani, 2001; Arruda; Silva & Laburu, 2001; Peduzzi, 2011; Cordeiro, 2016; Raicik & Peduzzi, 2016; Raicik & Angotti, 2019). Em um recente ensaio teórico, Raicik e Gonçalves (2021), a título de exemplo, discutem o progresso científico na perspectiva kuhniana a partir de seu conceito de revolução. Para isso, traçam alguns mal-entendidos relacionados ao conceito de incomensurabilidade, que perpassam o suposto relativismo manifesto na *Estrutura*. Em uma perspectiva educacional, os autores promovem reflexões acerca do relativismo voltadas, sobretudo, a formação de professores de ciências da natureza.

É certo que a filosofia kuhniana foi e continua sendo amplamente objeto de estudos e de pesquisas no âmbito da educação científica. Em “Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência”, Peduzzi e Raicik (2020) apresentam um conjunto de proposições comentadas acerca de aspectos relativos à natureza da ciência e do trabalho científico como uma alternativa potencialmente útil de levar essa abordagem ao ensino, em distintos níveis. Dentre os filósofos que fundamentam as asserções, em termos epistemológicos, encontra-se Kuhn. Noções kuhnianas envolvendo – de forma específica e direcionada, ou indiretamente – os métodos científicos, os contextos da descoberta e da justificativa, a disputa de teorias e escolha teórica, os valores epistêmicos e não epistêmicos, a cumulatividade e ruptura enquanto conceitos não necessariamente antagônicos, a estrutura conceitual e epistemológica de uma descoberta científica, são explorados pelos autores em distintas proposições. Com efeito, “saber a ciência (o conteúdo científico) é condição necessária, e indispensável, mas não suficiente para saber *sobre* a ciência, sobre a natureza do empreendimento científico” (Peduzzi & Raicik, 2020, p. 20).

Não obstante, além de possuir conhecimentos relativos à Natureza da Ciência, faz-se também necessário pensar em como incorporar e operacionalizar essas discussões entre professores,

alunos e, inclusive, pesquisadores em formação (Pezuzzi & Raicik, 2020; Moura, 2014; Boaro & Massoni, 2018; Massoni, 2010).

Uma alternativa para isso pode ser encontrada na produção de sequências didáticas fundamentadas teoricamente, em termos educacionais e epistemológicos (Moreira & Massoni, 2016). As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas¹ propostas por Moreira (2011), ancoradas não somente, mas sobretudo na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (Ausubel, Novak & Hanesin, 1980), possibilitam o desenvolvimento de propostas que objetivam facilitar a aprendizagem significativa, e não mecânica, de tópicos, ideias, conceitos específicos etc. Essas unidades, que podem ser vistas como um aspecto metodológico da TAS (Moreira, 2011; Damasio, 2017; Raicik, 2020), sugerem um caminho profícuo para fomentar discussões explícitas *sobre* a ciência no ensino, quando adequadamente trabalhadas à luz de seus fundamentos teóricos. Percebidas, então, como um instrumento didático e promotora de materiais potencialmente significativos, elas representam uma tendência para a área de ensino de ciências, como apontam Souza e Pinheiro (2019).

Nesse sentido, este artigo apresenta duas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS): i) uma voltada a formação (inicial e continuada) de professores de ciências da natureza, que busca promover discussões acerca da filosofia kuhniana, em nível mais introdutório; ii) outra direcionada a pesquisadores em formação, que visa esclarecer alguns mal-entendidos suscitados pela filosofia kuhniana relativos ao conceito de incomensurabilidade e suas relações para uma melhor compreensão de revoluções científicas.

Importa salientar que todos os materiais constituintes das unidades se encontram disponibilizados em um site² de livre acesso aos interessados em implementá-las e/ou, porventura, adaptá-las em seu contexto de sala de aula.

UEPS 1: A *Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn e algumas de suas críticas

Esta UEPS visa apresentar e diferenciar progressivamente os principais conceitos kuhnianos, como o de paradigma, ciência normal, revoluções científicas, incomensurabilidade, matriz disciplinar entre professores de ciências da natureza em formação inicial e/ou continuada. Neste sentido, buscando aprofundar o tema e promover uma reconciliação integrativa, explicita-se e discute-se algumas das principais críticas atribuídas à *Estrutura* e seus desdobramentos presentes no *Posfácio-1969*. Além disso, e direcionando as implicações ao ensino de ciências, espera-se que os sujeitos possam desenvolver uma estratégia didática que contemple concepções kuhnianas a partir de semelhanças e diferenças, entre os conceitos apresentados na *Estrutura* e no *Posfácio-1969*.

Objetivo geral: Promover discussões acerca da filosofia kuhniana entre professores de ciências da natureza em formação;

Conceitos centrais: Paradigma, ciência normal, revoluções científicas, incomensurabilidade, matriz disciplinar;

¹ Não é objetivo deste artigo discutir os aportes teóricos que fundamentam as UEPS, isto pode ser encontrado em Moreira (2011).

² www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br

Público-alvo: Professores de ciências da natureza em formação inicial e/ou continuada;

Contexto de aplicação: disciplina de cunho epistemológico em curso de licenciatura; ou minicurso em evento na área de ensino de ciências;

Duração: 4 aulas (50 min cada);

Constituintes da UEPS: A unidade é constituída por parte de um artigo, um vídeo, uma animação e uma avaliação, além de trechos de obras kuhnianas e um conjunto de slides.

O trecho do artigo “Sobre continuidades e discontinuidades no conhecimento científico: uma discussão centrada na perspectiva kuhniana” (Peduzzi, 2011) apresenta as ideias centrais kuhnianas – ciência normal, crise, revolução, paradigma, matriz disciplinar, incomensurabilidade – de forma introdutória. O segmento selecionado consiste, especificamente, de duas seções do artigo: i) *Ciência acumulativa x ciência descontínua: a perspectiva kuhniana do desenvolvimento científico* e; ii) *A matriz disciplinar kuhniana e seus elementos*.

O vídeo “Thomas Kuhn”³ (3min 46s), desenvolvido por Ian Hacking, em termos gerais e de forma muito sucinta, explicita a importância de Kuhn ao analisar a ciência como ela é, e não como deveria ser.

A animação “A revolução científica de Thomas Kuhn”⁴ (4min 07s) elenca ideias centrais de Kuhn presentes na *Estrutura* sem, contudo, discuti-las.

A avaliação consiste na elaboração de analogias entre a concepção de ciência de Kuhn e a sala de aula a partir da História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência, Ciência-Tecnologia-Sociedade, Divulgação Científica etc.

Sequência didática:

Momento 1

Situação-inicial: A fim de estabelecer uma situação-inicial, propõem-se questionamentos aos professores em formação acerca de seus conhecimentos sobre Thomas Kuhn: vocês já leram ou já ouviram falar de Thomas Kuhn? Sabem que ele foi um importante filósofo da ciência, além de historiador e físico? A sua principal obra foi traduzida para mais de vinte línguas e se tornou um *bestseller* acadêmico, alguém a conhece?

Situação-problema: Após a incitação da situação-inicial, projeta-se a animação “A revolução científica de Thomas Kuhn”, que introduz, de forma lúdica, em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, as principais ideias kuhnianas presente na *Estrutura* e serve como um organizador prévio. O professor pode finalizar o momento colocando algumas questões: ficaram curiosos para conhecer melhor a filosofia de Kuhn? Perceberam que há distintos conceitos centrais no seu modelo de desenvolvimento da ciência? Já utilizaram alguns desses termos em outros contextos, que não em estudos filosóficos? Ademais, pode-se enfatizar que muitos conceitos apenas elencados no vídeo, como o de paradigma, ciência normal, revolução científica, incomensurabilidade – os alunos podem mencionar outros – serão discutidos em um segundo

³ <https://www.youtube.com/watch?v=Pj5xtnd2r1U>

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=vHzPFI57ScQ>

momento. Sugere-se então, para a aula seguinte, a leitura de parte do artigo “Sobre continuidades e descontinuidades no conhecimento científico: uma discussão centrada na perspectiva kuhniana” (Peduzzi, 2011) disponibilizado eletronicamente aos estudantes.

Momento 2

Aprofundamento do tema – parte 1: Inicialmente, o professor pode perguntar se os alunos conseguiram estabelecer alguma relação entre a animação e o texto que deveria ter sido lido para esta aula. Com o intuito de diferenciar progressivamente as principais concepções kuhnianas (paradigma, ciência normal, revoluções científicas, incomensurabilidade, matriz disciplinar), o professor apresenta um conjunto de *slides* e promove uma discussão expositivo-dialogada a partir do texto de Peduzzi (2011) e de trechos das obras de Kuhn (2011a; 2011b; 2006; 1979). Primeiramente, contextualiza sucintamente as distintas obras do filósofo; a seguir, elenca algumas das críticas das quais foi acusado (sem ainda as discutir) e, posteriormente, discorre acerca dos conceitos centrais presentes na *Estrutura*.

Nova situação-problema: Projeta-se o vídeo “Thomas Kuhn” (3min 46s), desenvolvido por Ian Hacking, no qual o autor explicita a importância de Kuhn ao analisar a ciência como ela é, e não como deveria ser. Solicita-se que os alunos analisem o vídeo e reflitam sobre alguns questionamentos, por exemplo: se a concepção de Kuhn é reconhecidamente tão relevante, por que ele foi tão criticado? Em que consistiram as críticas recebidas e como ele as respondeu, em geral? Não se almejam respostas completas, mas sim introduzir uma discussão acerca das acusações sofridas por Kuhn, evidenciando a relevância de sua filosofia por um dos epistemólogos mais expressivos na atualidade; e conhecedor das obras kuhnianas, que é Hacking.

Aprofundamento do tema – parte 2: Na aula seguinte, explicita-se algumas das principais críticas atribuídas à *Estrutura* e sintetiza-se as considerações que Kuhn desenvolveu no *Posfácio-1969*, por meio de *slides* e discussões expositivo-dialogadas. Nesse sentido, espera-se promover uma reconciliação integrativa entre os novos conceitos kuhnianos – de matriz disciplinar, por exemplo – com aqueles anteriormente discutidos. Isto é, destacar as mudanças ou os esclarecimentos, a partir de semelhanças e diferenças, entre os conceitos apresentados na *Estrutura* e no *Posfácio-1969*.

Momento 3 (o professor pode permitir que os alunos desenvolvam a atividade deste momento extra-classe)

Avaliação somativa individual: Propõe-se que os alunos desenvolvam uma estratégia didática para o ensino de ciências da natureza, a partir de reflexões kuhnianas. Cada aluno pode concebê-la à luz de instrumentos que lhes são mais familiares; História e Filosofia da Ciência, NdC, Ciência-Tecnologia-Sociedade, Divulgação Científica etc.

UEPS 2: Kuhn, o filósofo dos mal-entendidos? Conversando sobre incomensurabilidade e revoluções científicas

Esta UEPS, voltada a pesquisadores de ciências da natureza em formação, objetiva trazer uma incursão aprofundada de conceitos kuhnianos que, quando de sua apresentação primeira na *Estrutura*, suscitaram mal-entendidos. Procura-se promover uma compreensão de progresso científico por meio de revoluções, a fim de discutir a concepção de revolução científica na

perspectiva kuhniana. Isso é feito a partir da diferenciação progressiva de conceitos como o de incomensurabilidade, sobretudo local, e da reconciliação integrativa da noção de revolução e de progresso, a partir de seus confrontos com as acusações sofridas por Kuhn. Especifica-se e esclarece-se, por exemplo, que mudanças paradigmáticas não envolvem, necessariamente, uma descontinuidade radical, tampouco um processo abrupto; repentino e fortuito. Espera-se, por parte dos pesquisadores, um melhor entendimento desses conceitos e de suas relações com aspectos relativos à Natureza da Ciência extraídos de um texto específico que, entre suas diversas bases epistemológicas, fundamenta-se inclusive em concepções kuhnianas.

Objetivo geral: Promover uma melhor compreensão de revoluções científicas a partir de uma discussão de alguns mal-entendidos suscitados pela filosofia kuhniana relativos ao conceito de incomensurabilidade;

Conceitos centrais: Incomensurabilidade, revolução científica, evolução científica;

Pré-requisitos: Conhecimentos básicos acerca dos conceitos apresentados em *A Estrutura das Revoluções Científicas* e no *Pós-fácio-1969*;

Público-alvo: Pesquisadores de ciências da natureza em formação;

Contexto de aplicação: minicurso em evento na área de ensino de ciências; ou disciplina de epistemologia da ciência em curso de pós-graduação;

Duração: 3 encontros (3h cada);

Constituintes da UEPS: A unidade é constituída por um vídeo-áudio, trechos de artigos, um ‘pequeno texto’, slides e uma avaliação.

O vídeo-áudio⁵ (2min 24s) apresenta uma pequena parte⁶ da entrevista concedida por Kuhn a Aristides Baltas, Kostas Gavroglu e Vassiliki Kindi em 1995 (Kuhn, 2006), na qual fala da acusação de irracionalidade e de relativismo suscitada pela *Estrutura*.

⁵ https://www.youtube.com/watch?v=UH_kXuhRIoQ

⁶ No trecho o filósofo diz: “Pensei no livro como dirigido a filósofos. Mas acho que muitos deles não o leram, acho que foi notado por um círculo muito mais amplo que esse [fazendo menção aos cientistas sociais]; não teve nenhuma influência especial na filosofia por algum tempo, embora os filósofos por certo o conhecessem. Mas me lembro – acho que foi Peter Hempel quem me disse ter ido a um congresso, acho que foi em Israel, no qual alguns disseram ‘esse livro deveria ser queimado!’ e ‘toda essa conversa sobre irracionalidade!...’ Irracionalidade em particular, irracionalidade e relativismo – a coisa que me incomodou na resenha de Shapere foi a conversa sobre relativismo. Percebi por que ele disse isso, mas pensei que se ele tivesse pensado um pouco mais seriamente sobre o que era relativismo e sobre o que eu estava dizendo, não teria dito nada parecido com aquilo. Se fosse relativismo, seria um tipo interessante de relativismo que precisava ser mais estudado antes que lhe fosse aplicado o rótulo. Na prática, eu diria que não é um livro relativista. E embora tivesse tido problemas inicialmente, eu tentei, no final da *Estrutura*, dizer em que sentido eu achava que havia progresso. Eu expandi minha resposta a isso, falei a respeito da acumulação de quebra-cabeças e acho que hoje sustentaria muito decididamente que a metáfora darwiniana no final do livro está correta, bem como deveria ter sido levada mais a sério do que foi; ninguém a levou a sério. As pessoas passaram reto por ela. A questão de parar de nos ver, isto é, deixar de nos ver como chegando cada vez mais perto de algumas coisas, mas de nos ver, em vez disso, como movendo-nos para longe de onde estávamos – isso era algo diferente de qualquer coisa que tenha experimentado até ter de enfrentar concretamente esse problema. Mas dizer isso foi importante para mim e levou a outras coisas que aconteceram desde então. E acho que poderia ter sido notada e mais reconhecida” (Kuhn, 2006, p. 369-370).

“A concepção de incomensurabilidade de Kuhn” (Hoyningen-Huene, 2012, p. 81-82), trata especificamente de alguns mal-entendidos que o autor sofreu com a introdução e desenvolvimento deste conceito.

Um extrato do artigo “(Re)Pensando Thomas Kuhn: refletindo sobre mal-entendidos da Estrutura e suas implicações para o ensino de ciências” (Raicik & Gonçalves, 2021) discute a concepção de revolução científica kuhniana explicitando, para isso, alguns mal-entendidos relacionados ao seu conceito de incomensurabilidade. Ele se refere, especificamente, às seções: i) *Esclarecimentos necessários à incomensurabilidade kuhniana: um ponto chave para melhor compreender sua ideia de revolução*; ii) *Revolução ou evolução? evolução via revolução, responde Kuhn*; e; iii) *De mal-entendidos a acusações que excedem incompreensões: algumas ponderações de Kuhn ao seu (suposto) relativismo*.

Outro material instrucional é constituído por um ‘pequeno texto’⁷, redigido a partir de passagens de Toulmin (1979) e Feyerabend (1979), que se refere muito sucintamente (a nível de menção apenas), às críticas desses dois filósofos à pertinência e existência das revoluções do tipo kuhniana.

A avaliação consiste na produção de um texto dissertativo que propõe o estabelecimento de relações epistemológicas entre concepções kuhnianas de ciência e algumas asserções relativas à Natureza da Ciência extraídas de Peduzzi e Raicik (2020).

Sequência didática

Momento 1

Situação-inicial: Como situação-inicial, busca-se propor discussões acerca das críticas sofridas por Kuhn depois da publicação da *Estrutura*. Desta forma, solicita-se que os sujeitos reflitam e apresentem ponderações, em alto nível de abstração e generalidade, acerca de acusações envolvendo: a falta de precisão ao conceito de paradigma, a defesa da concomitância entre os contextos da descoberta e da justificativa, a incomensurabilidade, a existência de revoluções científicas, o progresso científico, entre outros que podem surgir pelos pesquisadores em formação. Esse momento visa levantar algumas concepções prévias dos sujeitos, no que tange especificamente às críticas sofridas por Kuhn.

Situação-problema: Projeta-se o vídeo-áudio de parte da entrevista que Kuhn concedeu a Baltas, Gavroglu e Kindi em 1995. Promove-se discussões orais em torno de questões como: Em que sentido se pode empregar o termo irracionalidade para análises da ciência? Será que a concepção filosófica de Kuhn é antiprogressista? Há possibilidade de se pensar a evolução científica via revoluções? Não se almeja o estabelecimento de consensos entre as colocações dos participantes, mas introduzir questões que serão diferenciadas progressivamente ao longo das próximas etapas da unidade. O vídeo-áudio, portanto, serve como um organizador prévio comparativo que pode

⁷ O ‘pequeno texto’: Toulmin, a título de exemplo, confere críticas direcionadas ao conceito de revolução científica em seu ensaio *É adequada a distinção entre ciência normal e ciência revolucionária?* Ele defende uma ciência evolucionária, em que, ao invés de mudarem, conceitos agregam-se em uma perspectiva gradualista de mudança conceitual. A ideia que o incomodava era que, segundo ele, falar em revolução era oposto à defesa de evolução científica. Em *Consolidando o especialista*, Feyerabend confere uma crítica específica acerca da importância das revoluções. “Não vejo como”, diz ele, “a desejabilidade das revoluções pode ser estabelecida por Kuhn. (...) As revoluções ocasionam uma *mudança* de paradigma (...) e torna-se impossível dizer que elas conduziram a algo *melhor*”.

clarificar “de modo explícito semelhanças e diferenças entre os dois conjuntos de ideias” (Ausubel, 2003, p. 12); aquelas similares ou conflitantes já existentes na estrutura cognitiva dos pesquisadores e os novos conhecimentos.

Momento 2

Aprofundamento do tema – parte 1: Por meio de exposição oral, de *slides* e de trechos do artigo de Hoyningen-Huene (2012), disponibilizado em cópia impressa aos pesquisadores em formação, discute-se e se esclarece alguns mal-entendidos em torno do conceito kuhniano de incomensurabilidade. Esse momento visa detalhar e especificar críticas referentes a: i) ideia de uma incomensurabilidade radical; ii) noção de incomensurabilidade *versus* incomparabilidade; iii) visão de revolução como mudança abrupta e total entre duas teorias incomensuráveis. Espera-se que discussões relativas à incomensurabilidade possibilitem uma diferenciação progressiva e reconciliação integrativa da ideia de revolução científica na perspectiva kuhniana, a partir da reformulação, quando se fizer necessária, de conceitos mal-entendidos na *Estrutura* e em outras obras de Kuhn. Com efeito, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva dos sujeitos podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados.

Nova-situação problema: Entrega-se aos pesquisadores em formação, em cópia impressa, um pequeno texto que menciona críticas de Toulmin e Feyerabend à ideia de revolução kuhniana. Solicita-se que, em grande grupo e de forma oral, os participantes apresentem considerações gerais acerca do texto, relacionando-as com as discussões travadas anteriormente. Sugere-se, para o próximo momento, a leitura prévia de parte do artigo “(Re)Pensando Thomas Kuhn: refletindo sobre mal-entendidos da Estrutura e suas implicações para o ensino de ciências” (Raicik & Gonçalves, 2021).

Momento 3

Aprofundamento do tema – parte 2: Explora-se, por meio de uma discussão expositivo-dialogada e de *slides*, parte do artigo de Raicik e Gonçalves (2021), em que os autores retomam uma discussão acerca de mal-entendidos relacionados ao conceito de incomensurabilidade kuhniano, como um ponto chave para melhor compreender sua ideia de revolução. Além disso, evidenciam a ideia de evolução via revolução para Kuhn. Em síntese, essas discussões visam fomentar uma análise e reflexão, em nível mais alto de complexidade e especificidade, na medida em que se diferencia progressivamente a noção de incomensurabilidade, sobretudo a local, e reconcilia integrativamente o conceito com a ideia de revolução e o progresso científico, confrontando-os com as acusações sofridas por Kuhn, como salienta o texto.

Momento 4

Integração final: Retoma-se nesse momento, por meio de *slides*, exposição dialogada, ou um mapa conceitual⁸, os conceitos centrais tratados na unidade e a relação entre eles nas distintas obras kuhnianas.

Avaliação Somativa Individual: Em seguida, discorre-se acerca da avaliação somativa individual da UEPS, que consiste na análise crítica dissertativa entre ideias kuhnianas e asserções relativas à Natureza da Ciência exploradas em Peduzzi e Raicik (2020).

⁸ “Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso” (Moreira, 2012, p. 38).

Considerações às UEPS ‘kuhnianas’

As UEPS apresentadas visam promover reflexões kuhnianas tanto na formação de pesquisadores quanto de professores, a fim de contribuir para despertar o espírito crítico e a análise fundamentada da ciência a partir de um melhor entendimento e conhecimento de conceitos abordados por Kuhn na *Estrutura*; mas que não se restringem a ela.

Afinal, “grandes livros são raros. Este é um”, enfatiza Hacking (2012, sem página), referindo-se a *Estrutura*. “Leia e você verá”, complementa. Por certo, é inegável a relevância da obra máxima kuhniana não apenas para a filosofia contemporânea, como para o ensino de ciências. No âmbito da educação científica, suas ideias continuam a promover reflexões críticas, que permitem profícuas discussões *sobre* a ciência no ensino.

Entretanto, mesmo aqueles professores, e até mesmo pesquisadores, que tiveram uma formação mais adequada epistemologicamente, parecem não estar preparados para operacionalizar discussões dessa natureza em situações concretas de ensino (Massoni, 2010). Nesse sentido, cabe retomar mais uma vez o desafio explicitado por Moura (2014), de que a questão central e atual talvez seja a de se pensar em como incorporar essas incursões no ensino, em seus distintos níveis; para além de se pensar no ‘por que’ e ‘com o que fazer’.

O desenvolvimento de UEPS, a partir de seu cerne de almejar uma aprendizagem significativa e crítica (Moreira 2011) de tópicos específicos, torna-se desejável. Nos últimos anos pode-se constatar um crescimento expressivo de trabalhos sobre elas (Souza & Pinheiro, 2019; Raicik, 2019; Damasio & Peduzzi, 2016; Sobieczizk, 2017; Calheiro & Garcia, 2014). Essas Unidades levam em consideração os principais pressupostos ausubelianos, a saber, o conhecimento prévio do aluno, os organizadores prévios, os princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial, consolidação, dentre outros (Moreira, 2011). Desta forma, a explicitação de discussões *sobre* a ciência, a partir da *Estrutura*, a partir dessa estratégia metodológica e seus princípios, pode contribuir para uma evolução epistemológica – no sentido de uma melhor compreensão – de concepções kuhnianas entre professores e pesquisadores em formação.

A ciência é uma atividade social complexa. Refletir e discorrer sobre a sua natureza, mesmo em campos mais específicos do conhecimento, é uma tarefa árdua, sempre acompanhada de um sentimento de incompletude face à dimensão do tema. Ainda assim, ela se faz necessária, para subverter o empirismo das primeiras impressões que, no desejo de compreender, mas sem conhecimento, simplifica e distorce (Peduzzi & Raicik, 2020, p. 47).

Em síntese, a elaboração devidamente fundamentada e coerente de unidades didáticas, embora seja um empreendimento difícil, é um esforço necessário para que se possa levar, com prudência e vigilância, propostas à sala de aula (Raicik, 2020).

Referências

Abrahão, L. H. L. (2012). *Kuhn, Feyerabend e Incomensurabilidade*. São Leopoldo, RS: Editora Unisinos, 2012.

Arruda, S. M., Silva, M. R., & Laburú, C. E. (2001). Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva kuhniana. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(1), 97-106. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/588/381>

Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Porto: Paralelo Editora, LDA.

Ausubel, D. P.; Novak, J. D., & Hanesin, H. (1980). *Psicologia Educacional*, 2ed. Rio de Janeiro: Interamericana.

Boaro, D. A., & Massoni, N. T. (2018). O uso de elementos da história e filosofia da ciência (HFC) em aulas de física em uma disciplina de estágio supervisionado: alguns resultados de pesquisa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(3), 110-144.

Calheiro, L. B., & Garcia, I. K. (2014). Proposta de Inserção de Tópicos de Física de Partículas Integradas ao Conceito de Carga Elétrica por Meio de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(1), 177-192.

Condé, M. L. L., & Penna-Forte, M. A. (Org.) (2013). *Thomas Kuhn: a estrutura das revoluções científicas [50 anos]*. Belo Horizonte, MG: Fino Traço.

Cordeiro, M. (2016). *Ciência e Valores na história da fissão nuclear: potencialidades para a educação científica* (Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis) Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/168030/339497.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Damasio, F., & Peduzzi, L. O. Q. (2016). A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência. *Revista Labore em Ensino de Ciências, Campo Grande*, 1(1), 14-34.

Damasio, F. (2017). *História da Ciência na Educação Científica: uma abordagem epistemológica de Paul Feyerabend procurando promover uma aprendizagem significativa crítica*. Florianópolis: UFSC, 2017. 404 p. Tese - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Feyerabend, P. (1979). Consolando o especialista. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* (pp. 244-284). São Paulo: Cultrix.

Ghins, M. (2014). Prefácio. In: Tozzini, D. L. *Filosofia da Ciência de Thomas Kuhn: conceitos de racionalidade científica* (pp. xii- xviii). São Paulo: Salta

Hacking, I. (2012). Introductory Essay. In: Kuhn, T. S. *The structure of scientific revolutions; with an introductory essay by Ian Hacking*. Fourth edition. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2012.

Hoyningen-Huene, P. (1993). *Reconstructing Scientific Revolutions: Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science*. Chicago & London: The University of Chicago Press, 1993.

- Hoyningen-Huene, P. (2012). A concepção de incomensurabilidade de Kuhn. In L. H. L. Abrahão, L. H. L. (Ed.), *Kuhn, Feyerabend e Incomensurabilidade* (pp. 73-85). São Leopoldo, RS: Editora Unisinos.
- Kindi, V; Arabatzis, T. (Org.) (2012). *Kuhn's The Structure of Scientific Revolutions Revisited*. London: Taylor & Francis.
- Kuhn, T. S. (1979). Reflexões sobre os meus críticos. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix.
- Kuhn, T. S. (2006). *O caminho desde A Estrutura*. São Paulo: Unesp.
- Kuhn, T. S. (2011a). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.
- Kuhn, T. S. (2011b). *A tensão essencial: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica*. São Paulo: Unesp.
- Massoni, N. T. (2010). *A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica*. 2010. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Física), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Mendonça, A. L. O., & Videira, A. A. P. (2007). Progresso científico e incomensurabilidade em Thomas Kuhn. *Scientiae Studia*, 5(2), 169-83.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(2), 43-63.
- Moreira, M. A. (2012). Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educação Científica*, 4(2), 38-44. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>
- Moura, B. A. (2014). O que é a natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46. Recuperado de https://www.sbhc.org.br/revistahistoria/view?ID_REVISTA_HISTORIA=51
- Ostermann, F. (1996). A epistemologia de Kuhn. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(3), 184-196. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Peduzzi, L. O. Q. (2011). *Evolução dos Conceitos da Física*. 1. ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM. 130 p. Recuperado de <https://evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br>
- Peduzzi, L. O. Q., & Raicik, A. C. (2020). Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(2), 19-55.
- Raicik, A. C., & Angotti, J. A. P. (2019). A escolha teórica em controvérsias científicas: valores e seus juízos à luz de concepções kuhnianas. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 12(1), 331-349. doi: 10.5007/1982-5153.2019v12n1p331
- Raicik, A. C., & Gonçalves, F. P. (2021). (Re)Pensando Thomas Kuhn: reflexões sobre mal-entendidos da *Estrutura* e suas implicações para o ensino de ciências. *REXE- Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 20(43), no prelo.

Raicik, A. C., & Peduzzi, L. O. Q. (2016). A estrutura conceitual e epistemológica de uma descoberta científica: reflexões para o ensino de ciências. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 9(2), 149-176. doi: 10.5007/1982-5153.2016v9n2p149

Raicik, A. C. (2020). Nos embalos da HFC: discussões sobre a experimentação e aspectos relativos à NdC em UEPS. *Experiências em Ensino de Ciências*, 15(2), 164-197.

Sobiecziak, S. (2017). *História da Física e Natureza da Ciência em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)*. 2017. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Souza, G. F., & Pinheiro, N. A. M. (2019). Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS): identificando tendências e possibilidades de pesquisa. *Revista Dynamis*.25(1), 113-128.

Toulmin, S. (1979). É adequada a distinção entre ciência normal e ciência revolucionária?. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* (pp. 49-59). São Paulo: Cultrix.

Tozzini, D. L. (2014). *Filosofia da Ciência de Thomas Kuhn: conceitos de racionalidade científica*. São Paulo: Salta.

Villani, A. (2001). Filosofia da Ciência e Ensino de Ciência: uma analogia. *Ciência & Educação*, 7(2), 169-181. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/03.pdf>

Zylberztajn, A. (1991). Revoluções científicas e ciência normal em sala de aula. In M. A. Moreira & R. Axt, *Tópicos em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, Sagra.