

# **A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência**

**Felipe Damasio<sup>1</sup>  
Luiz O. Q. Peduzzi<sup>2</sup>**

**Resumo:** Autores têm defendido o uso didático de história e filosofia da ciência. Mesmo sem a abordagem didática explícita destes temas, eles influenciam as práticas docentes, pois esta depende das opiniões acerca do conhecimento científico que professores trazem para a sala de aula. Muitas destas opiniões são problemáticas e disseminadas aos alunos da educação básica. Pesquisas recentes indicam que uma abordagem explícita de história e filosofia da ciência pode alterar as opiniões problemáticas da prática científica de professores em formação, também indicam que tal mudança não implica necessariamente alteração na prática docente. Apontam, também, a necessidade de uma formação que aborde simultaneamente aspectos de filosofia da ciência com uma instrumentalização de como abordar tais questões na educação básica. O presente artigo procura exatamente fazer uma proposta neste sentido: formar professores alinhados com as visões da filosofia da ciência contemporânea e instrumentaliza-los para abordar tais questões na educação básica.

**Palavras-chave:** formação docente, ensino subversivo, história e filosofia da ciência.

## **Teacher training for a subversive teaching aimed at a meaningful critical learning: a proposal through historical episodes of science**

**Abstract:** Authors have supported the didactic use of history and philosophy of science. Even without the explicit didactic approach of these themes, they influence the teaching practices, as these practices depends on the opinions about the scientific knowledge that teachers bring to the classroom. Many of these opinions are problematic and shared with students in basic education. Recent research indicates that an explicit approach of the history and philosophy of science can alter the problematic views of the scientific practice of teachers in training, it also indicates that such a change does not necessarily imply a modification in teaching practice. They also point out the need for training that simultaneously addresses aspects of the philosophy of science with an instrumentalization of how to handle such issues in basic education. The present article seeks exactly to make a proposal in this sense: to train teachers aligned with the visions of the philosophy of contemporary science and instrumentalize them to address such matters in basic education.

---

<sup>1</sup> [felipedamasio@ifsc.edu.br] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Araranguá, SC – Brasil/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC)

<sup>2</sup> [luiz.peduzzi@ufsc.br] Departamento de Física – Universidade Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC) Campus Universitário, 88040-900 - Florianópolis, SC – Brasil

**Keywords:** teacher training, subversive teaching, history and philosophy of science.

### **Introdução**

O uso didático de história e filosofia da ciência vem sendo defendido por vários autores dentro da área de ensino de ciências (MATTHEWS, 1995; BASTOS, 1998; PEDUZZI, 2001; GUERRA et al, 2004; MARTINS, 2007; FORATO et al, 2011; RAICIK e Peduzzi, 2015). Entre os argumentos favoráveis para este tipo de abordagem está a de que ela favorece uma abordagem de ciência que a expõe como construção humana, questionável e falível. Desta forma, torna-se possível uma educação científica permeada por discussões acerca da natureza da ciência.

Muitos dos que defendem o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica o fazem em favor de uma abordagem ‘contextualista’, em seus diversos contextos: histórico, ético, social, filosófico e tecnológico (Matthews, 1995). Segundo esta perspectiva, os pontos que fortalecem a posição do uso didático de história e filosofia da ciência são: aumenta a motivação e interesse dos alunos; humaniza os conteúdos; possibilita uma melhor compreensão dos conceitos científicos e; demonstra que a Ciência é mutável e que o conhecimento científico atual pode ser transformado. Certamente, tais pontos não esgotam as possibilidades.

Não obstante, tão prejudicial quanto ignorar didaticamente a história e filosofia da ciência seria sobrevalorizá-la. A abordagem histórico-filosófica não pode ser entendida como a solução de todos os problemas da educação científica, mas sua inserção se mostra como um recurso útil de diversas maneiras: incrementa a cultura geral dos alunos; desmistifica o método científico; mostra como o pensamento científico se modifica ao longo do tempo; chama a atenção para a importância das ideias metafísicas e; contribui para o entendimento da relação da ciência com a cultura, sociedade e tecnologia (PEDUZZI, 2001).

Existem, contudo, posições contrárias à abordagem didática de história e filosofia da ciência. Desde a década de 1970, há autores que se preocupam com problemas que seriam gerados neste tipo de abordagem; entre eles destacam-se dois trabalhos clássicos que atacam o uso de História da Ciência no contexto educacional. Martin Klein (1972) chama de pseudo-história a história utilizada de maneira equivocada no ensino de ciência, devido aos assuntos e temas selecionados e utilizados, e coloca como causa disso a distância entre a perceptiva de um cientista e de um historiador. Enquanto o primeiro procuraria um corte agudo de fenômenos, o segundo busca a combinação da riqueza e da complexidade do fato. Já Whitaker (1979) identifica frequentemente, em livros textos, ficções históricas com o

objetivo de satisfazer fins pedagógicos. Ele chama este tipo de abordagem de história da ciência de quasi-história, que vai além da pseudo-história de Klein, pois na quasi-história há uma falsificação histórica com aspectos de história genuína.

Mesmo autores e professores que não consideram que a abordagem explícita de história e filosofia da ciência seja conveniente, não podem menosprezar a importância destas áreas na educação científica. Conforme destaca Matthews (1995), o ensino de ciências não pode ser desvinculado da filosofia da ciência. As visões epistemológicas de ciência de um professor – estando ele ou não consciente delas, influenciam sua prática docente mesmo que ele não aborde explicitamente conteúdos de história e filosofia da ciência. Sempre na educação científica há uma imagem de ciência passada pelo professor. Ou seja, um professor de ciência “ensina” filosofia da ciência mesmo que não tenha consciência disto. Segundo Arthury (2010, p. 16): “Ignorar esta influência na educação é um passo perigoso rumo a uma metodologia de ensino pueril, quando não pernicioso”.

Opiniões problemáticas do fazer ou do conhecimento científico (termo sugerido por Silva (2009), ver nota 1) são repassadas aos alunos pelos docentes quando eles ensinam ciência (FERNANDEZ et al, 2002). Também, estudos indicam que existe relação entre concepções sobre a natureza da ciência dos professores e sua visão de como se deve ensinar e aprender ciência (PUJALTE et al, 2014). Logo, o pensamento sobre ciência que os professores trazem para sala de aula é fundamental no âmbito da educação científica. Muitos trabalhos procuram identificar tais conceitos de professores quanto ao fazer científico (MEDEIROS e BEZERRA FILHO, 2000; CUNHA, 2001; GIL PÉREZ et al, 2001; SILVA e MARTINS, 2003; MAGALHÃES e TERNEIRO-VIEIRA, 2006). De acordo com Medeiros e Bezerra Filho (2000), a visão de que os experimentos exercem papel revelador da verdade é persistente na visão dos professores, denotando uma visão indutivista do processo de produção de conhecimento. Cunha (2001) observa que a epistemologia inerente ao trabalho do professor é empirista, tendendo a um indutivismo extremo, mesmo que sustente um discurso racionalista. Gil Pérez et al (2001) trazem o que chamam de visões deformadas dos professores a respeito do trabalho científico, de uma ciência empírico-indutivista, ahistórica, dogmática, elitista, exclusivamente analítica, cumulativa e linear. Silva e Martins (2003) destacam que mesmo em professores universitários o modelo de pesquisa empírico-indutivista é muito difundido. Magalhães e Terneiro-Vieira (2006) investigam a visão de ciência de um grupo de professores e concluem que estes a concebem como objetiva, neutra, dogmática, linear e como um conjunto de fatos e de certezas, colocando as teorias científicas acima das ideologias, crenças religiosas, valores morais ou motivações pessoais.

Desta forma, existem dois pontos que são muito relevantes e que serão abordados neste artigo. O primeiro diz respeito a possíveis estratégias para uma mudança na visão

epistemológica corrente dos professores de ciência e a importância desta mudança de perspectiva para a educação científica. O segundo se refere a como viabilizar que essas alterações possam influenciar a prática docente. Para tanto, sugere-se uma formação de professores que vise construir um ambiente de ensino subversivo para viabilizar uma aprendizagem significativa crítica, e ainda explicita-se como a história e filosofia da ciência são fundamentais neste contexto.

### **História e filosofia da ciência na formação de professores**

O uso didático da história e filosofia da ciência esbarra em alguns entraves. Entre eles, a formação de professores quando não inclui discussões destes temas e não capacita professores a levar estas questões para a sala de aula. Outro obstáculo ao uso didático de história e filosofia da ciência é a falta de materiais adequados para instrumentalizar o professor. A formação que inclui elementos de história da ciência aumenta o currículo do professor permitindo que ele tenha alternativas para o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos. Também, contribui para uma imagem mais adequada da natureza da ciência e do processo de desenvolvimento do conhecimento científico (GUERRA et al, 2004).

A importância da formação de professores para uma abordagem de história e filosofia da ciência pode ser destacada quando se compreende que cabe ao professor conduzir, com certos cuidados, em sua prática docente, o processo de formar alunos que venham a compreender a complexidade do empreendimento científico. Desta forma, destina-se ao docente a tarefa de desconstruir a ideia do senso comum acerca da ciência. Formações docentes inadequadas podem promover uma abordagem didática que propaga opiniões problemáticas do fazer ou do conhecimento científico. Um professor que ignora aspectos de história e filosofia da ciência pode conduzir sua prática docente para um treinamento científico, não para um ensino de ciências (ARTHURY, 2010).

A diferença entre treinamento científico e educação científica é discutida por Moreira (2004). Segunda esta perspectiva, no treinamento científico existe uma preocupação com o fazer ciência, com as teorias científicas, equipamentos de laboratório e os procedimentos científicos teóricos e experimentais. Já a educação científica tem entre seus objetivos fazer com que os estudantes venham a compartilhar significados no contexto da ciência e que identifiquem aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais da ciência. A formação de cientistas deve incluir a educação científica, mas o contrário não é necessariamente verdadeiro.

Outro aspecto relevante da abordagem de história e filosofia da ciência na formação e na prática docente também pode ser vislumbrado quando se leva em consideração o

vínculo entre as crenças dos professores acerca da prática docente e suas opiniões acerca da natureza da ciência. Para Pujalte et al (2014), as imagens da natureza da ciência de professores são tão influentes em suas concepções educacionais, e vice-versa, que para modificar o pensamento sobre educação de professores coloca-se como pré-requisito alterar as opiniões sobre o conhecimento científico.

Diante do quadro colocado, torna-se fundamental modificar as opiniões problemáticas do fazer científico durante a formação de professores. Massoni (2005) ressalta que muitos estudantes de nível superior saem da universidade com pensamentos problemáticos acerca do empreendimento científico e de seu processo de evolução. A autora coloca a necessidade de se apresentar estratégias que visem transformar tais entendimentos considerados problemáticos sobre a ciência, e que se avaliem os resultados e influências de estratégias que visam alinhar as opiniões de estudantes universitários com as visões epistemológicas contemporâneas. Massoni defende, ainda, que visões epistemológicas de professores desalinhadas com a moderna filosofia da ciência implicam em práticas inadequadas desses docentes. Segundo a autora, estratégias que abordam de maneira implícita a epistemologia da ciência<sup>2</sup> acabam por não modificar visões equivocadas acerca da natureza da ciência. Logo, para a pesquisadora, é necessário que se discuta, durante a formação de professores, de forma explícita, visões epistemológicas que se afastam de opiniões inadequadas sobre o conhecimento científico, principalmente do modelo empírico-indutivista.

Para encontrar indicativos se uma disciplina de história e epistemologia da ciência durante a graduação é capaz de promover um processo de transformação das concepções epistemológicas dos professores em formação em direção à moderna filosofia da ciência, Massoni fez um estudo etnográfico. A disciplina analisada apresentava e discutia ideias de diversos epistemólogos de maneira direta. Os principais resultados foram que os estudantes conseguiram superar a visão empírico-indutivista da natureza da ciência por meio da disciplina. Ainda, indicaram que uma abordagem explícita de história e epistemologia da ciência pode contribuir para que as visões empírico-indutivistas dos professores em formação sejam superadas. Existem, no entanto, ainda outras questões pertinentes a serem colocadas. Uma delas diz respeito a que se tal mudança de visão epistemológica dos professores irá ter algum tipo de impacto na prática docente deles, e que impactos seriam estes.

Para procurar responder esta pergunta, Massoni (2010) conduziu um estudo que procurou investigar se quando o professor tem visões epistemológicas alinhadas à moderna filosofia da ciência isto contribui efetivamente para a melhoria de sua prática docente. Como resultado principal desta investigação concluiu que, mesmo que professores tenham visões epistemológicas contemporâneas isto não implica, necessariamente, a disseminação

em sala de aulas de tais concepções. Outro resultado importante do estudo é que a ineficácia em levar à educação científica visões sobre natureza da ciência mais coerentes, de acordo com visões epistemológicas contemporâneas, deixa transparecer que a formação docente fica a desejar em relação à questão de instrumentalizar os docentes para levar estes debates à sala de aula. Os professores “falam de física, mas raramente falam sobre física. Têm intenção e até mesmo convicção de que ensinar uma física epistemologicamente contextualizada, mas não o fazem de fato” (Massoni, 2010, p. 394).

Uma das consequências dos indicativos levantados por Massoni (2010) é que, independente das concepções epistemológicas do professor, os alunos da educação básica continuam com opiniões problemáticas do fazer ou do conhecimento científico. Outra consequência dos resultados é a necessidade de repensar os cursos de formação de professores, tanto em relação às disciplinas de história e filosofia da ciência como nas disciplinas de conteúdo científico propriamente. A pesquisadora sugere que, junto às disciplinas de história e filosofia da ciência sejam incluídas atividades em que os professores em formação tenham a oportunidade preparar, apresentar e submeter a críticas aulas sob determinado aporte epistemológico.

O presente artigo pretende justamente preencher a lacuna apontada pelo estudo de Massoni (2010). Ou seja, visa apresentar uma proposta onde professores em formação tenham a oportunidade de desenvolver estratégias didáticas para abordar conteúdos *de* ciência concomitantemente com a discussão *sobre* ciência. Tal proposta discute explicitamente questões no âmbito da epistemologia da ciência e da ciência propriamente. O objetivo é que professores tenham minimizadas suas opiniões problemáticas sobre o conhecimento científico, principalmente no que se refere ao modelo empírico-indutivista, e que possam levar tais concepções alinhadas com a moderna filosofia da ciência para a educação básica. Para tanto, optou-se pela Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e pelo aporte epistemológico de Paul Feyerabend, por se entender que estas duas fundamentações são coerentes e complementares (DAMASIO e PEDUZZI, 2015).

### **Ensino subversivo e aprendizagem significativa crítica**

Moreira (2004) identifica como pesquisa em educação em ciências a área que produz conhecimento sobre educação científica, buscando respostas a perguntas sobre: ensino, aprendizagem, currículo e contexto escolar. Apesar de este campo ser hoje bastante consolidado, Moreira discerne algumas debilidades e/ou dificuldades persistentes, entre elas: trabalhos sem referencial teórico, epistemológico e metodológico coerente e consistente; pesquisas sem marco teórico ou com um suposto referente teórico que não se articula com o objeto de estudo. Para Moreira (2009), a pesquisa, visando produção de

conhecimentos, implica a utilização de referenciais teóricos. Uma de suas recomendações para melhorar a qualidade das pesquisas, em termos de questões de investigação, é a de fundamentá-las de maneira teórica, metodológica e epistemológica.

A proposta apresentada neste artigo fundamenta-se em referencial teórico, epistemológico e metodológico. As discussões e sugestões apresentadas são respaldadas pelo ensino subversivo, pela Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e pela epistemologia de Paul Feyerabend, na perspectiva de uma coerência e complementaridade entre os referenciais educacional e epistemológico. Esses referenciais se articulam com o referencial metodológico das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas que são fundamentadas dentro do marco da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica é relativamente recente. Ela foi proposta durante a primeira década dos anos 2000 por Marco Antonio Moreira. O argumento principal, e que a diferencia da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta inicialmente por David Ausubel durante a década de 1960, é que em tempos de mudanças rápidas e drásticas não basta fomentar uma aprendizagem significativa, também é necessário que ela seja subversiva. No entanto, o autor optou por chamar de aprendizagem significativa crítica o tipo de subversão a que se refere à teoria, sendo este tipo de aprendizagem aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela.

A proposta de Moreira é complementar a teoria de Ausubel, mas também se baseia nas ideias de Neil Postman e Charles Weingartner (1978) e em obras mais recentes de Postman (1994; 2002). No entanto, enquanto estes autores se ocupam de um ensino subversivo, Moreira volta sua atenção para uma aprendizagem subversiva, sendo que a sua proposta de uma aprendizagem significativa crítica subjaz tal subversão. É através deste tipo de aprendizagem que um sujeito poderá fazer parte de sua cultura e, mesmo assim, não ser dominado por ela, por meio de seus ritos, mitos e ideologias. É mediante este tipo de aprendizagem que o indivíduo poderá tratar construtivamente com a mudança sem se deixar dominar por ela, manusear a informação sem se sentir impotente diante de sua grande disponibilidade e velocidade e ainda, usufruir e desenvolver a tecnologia sem se tornar tecnófilo. Para Moreira, o ensino subversivo de Postman e Weingartner somente se constituirá e será efetivo se resultar em uma aprendizagem significativa crítica.

Moreira acredita que a Aprendizagem Significativa Crítica é mais viável que a teoria de Postman, por ser menos radical que a proposta do educador estadunidense. Assim como Ausubel sugeriu princípios facilitadores para a construção de uma aprendizagem significativa, Moreira também os sugere para elaboração de um ambiente onde possa se estruturar a aprendizagem significativa crítica. A proposta procura ser factível para a sua implementação e também ser crítica (subversiva) em relação ao que normalmente ocorre

em sala de aula. Em Moreira (2005), o autor apresenta e discute os onze princípios de sua Aprendizagem Significativa Crítica.

A proposta apresentada a seguir é fundamentada no ensino subversivo de Postman e Weingartner. Mas, sobretudo, procura fomentar um ambiente orientado pelos onze princípios de Moreira.

### **A história e filosofia da ciência para um ensino subversivo**

Ao sugerirem o ensino como atividade subversiva, Postman e Weingartner (1978) enumeram uma série de conceitos fora de foco que a escola ensina, tais como: o de verdade absoluta, fixa e imutável, o de certeza, o de entidade isolada, o de casualidade simples, única e mecânica e o de que o conhecimento é transmitido. De acordo com estes autores, é difícil imaginar um tipo de educação menos confiável para preparar os alunos para um futuro em transformação que esta que promove os conceitos fora de foco.

A escola seria mais proveitosa, nas visões destes educadores estadunidenses, se fosse subversiva. Nessa perspectiva, sua finalidade seria subverter atitudes, crenças, pressupostos que fomentam a esterilidade. A escola na prática é outra; ela nada faz para encorajar jovens a inquirir, duvidar ou contestar qualquer setor da sociedade em que vivem. A escola deveria servir como meio principal para o desenvolvimento nos jovens de um senso crítico, tanto social, quanto político e cultural. Isto se constituiria em um instrumento subversivo que permitiria a uma pessoa fazer parte da sua própria cultura e ao mesmo tempo situar-se longe dela

Postman (1994) sugere que para um ensino subversivo todas as disciplinas sejam ensinadas com sua história. Desta forma, podem-se formar indivíduos que compreendam que o conhecimento não é uma coisa fixa, mas um estágio de desenvolvimento humano, com passado, presente e futuro. No entanto, ele reconhece as dificuldades da proposta, como a falta de materiais instrucionais e formação adequada de professores.

Especificamente em relação à educação científica, Postman faz reflexões adicionais. Ele considera que “o empreendimento científico é um dos nossos feitos mais gloriosos” (Postman, 1994, p. 198). Ele ressalta que além de ensinar ciência por meio de sua história, seria muito proveitoso também ensinar sua filosofia. Isto poderia mostrar que a ciência é um exercício de imaginação humana e algo bem diferente da tecnologia que dela decorre. Discutir explicitamente a filosofia da ciência é sair da corrente principal da educação científica, segundo Postman.

Ao procurar discorrer sobre a finalidade primordial para a educação, Postman (2002) sugere que a escola deve compartilhar narrativas como uma razão inspiradora para a escolarização. Uma das alternativas vislumbradas pelo autor pode oferecer senso de



continuidade, explicações do passado, clareza para o presente e esperança para o futuro. O tema principal da narrativa é que os seres humanos cometem erros e devem corrigi-los para fazer avançar o conhecimento. Segundo o educador estadunidense, o exemplo mais requintado de como a narrativa da correção dos erros pode formar melhores cidadãos é a ciência natural. Para o autor, tanto na mentalidade popular como na escola, a ciência é entendida como uma fonte de verdade suprema. “Tal crença é, em si, um exemplo do pecado do orgulho” (Postman, 2002, p. 70). Para o autor, um dos grandes mistérios da educação é como se pode explicar a busca pela certeza que se converte rapidamente em um dogmatismo indecoroso, injustificado e não raro letal. Logo, associar a construção do conhecimento a uma atividade em que inerentemente se comete erros e que se procura corrigi-los permite afastar a educação científica da busca da certeza e da autoridade absoluta.

Uma segunda narrativa sugerida por Postman é, sob um ponto de vista prático, perceber como a uniformidade é inimiga da vitalidade e da criatividade. A estagnação ocorre a partir do momento em que nada diferente e novo vem de fora do sistema – Postman utiliza o exemplo dos idiomas, em especial o latim, para fortalecer seu argumento. Para o autor, “sempre que uma língua ou uma forma de arte se fixa no tempo e se torna impermeável, valendo-se somente de seus próprios recursos, ela é punida” (Postman, 2002, p. 80). Para Postman, quando a diferença é tolerada o resultado é um crescimento e vigor. Logo, a uniformidade é inimiga da vitalidade e da excelência; onde ela é praticada não é possível produzir padrão algum de excelência. A diversidade, inclusive, enriquece o senso de excelência ao entender que ser diferente não significa deixar de ter sublimidade.

Uma questão que Postman não levantou, mas é abordada por Forato et al (2011), é que qualquer narrativa histórica encerra uma visão de ciência e sobre os seus processos de construção. “Ao se construir, utilizar ou divulgar uma determinada versão da HC, está se propagando uma concepção de como a ciência foi construída” (FORATO et al, 2011, p. 30). Assim, para que as propostas de Postman se efetivem dentro dos princípios da aprendizagem significativa crítica, é necessário que a abordagem de história e filosofia da ciência ocorra por meio de uma epistemologia coerente com a proposta de um ensino subversivo para uma educação científica. Caso contrário, estar-se-ia incorrendo na debilidade apontada por Moreira (2004) de produzir uma pesquisa em educação em ciências sem marco teórico ou com um suposto referente teórico que não se articula com o objeto de estudo.

Damasio e Peduzzi (2014) acreditam que nem sempre a abordagem de história e filosofia da ciência pode contribuir para um ambiente no qual se fomente um ensino subversivo para uma aprendizagem significativa crítica. Segundo este ponto de vista, as visões racionalistas de ciência, como as de Karl Popper e Mario Bunge, não só não se

afastam dos conceitos fora de foco como acabam reforçando-os. Para estes autores, uma visão relativística de ciência, como a de Feyerabend, é coerente com uma educação que visa formar pessoas flexíveis, inquisitivas, criativas, inovadoras e tolerantes. Desta forma, a sugestão destes pesquisadores é de que uma abordagem explícita de história e filosofia da ciência pode favorecer uma aprendizagem significativa crítica quando sustentada por uma visão relativística de ciência.

A abordagem relativística de história e filosofia da ciência, no entanto, esbarra em um das dificuldades apontadas por Postman para um ensino subversivo: a falta de materiais instrucionais. Para suprir esta lacuna, os autores deste artigo iniciaram um processo de desenvolvimento de textos didáticos<sup>3</sup> em que abordam episódios históricos da ciência com o viés epistemologicamente relativístico. Ainda, nestes textos, apontam como tais ideias podem impactar a educação científica.

Assim, em *Eppur si muove: a defesa do copernicanismo teve papel central nas condenações de Galileu?* descreve-se um ponto de vista distinto daqueles normalmente apresentados acerca dos julgamentos de Galileu. Nele, argumenta-se que no processo de 1616 a Igreja teve uma atitude razoável e que a lógica estava do seu lado e contra Galileu. Também, e com base em Redondi (1991), sustenta que a versão oficial da condenação de Galileu por defender o copernicanismo em 1633 foi uma farsa arquitetada pelo papa Urbano VI para defender a si mesmo e a Galileu de acusações mais graves naquele século. A discussão tem a intenção de apresentar e discutir um ponto de vista diverso acerca desses episódios, particularmente sobre como ele pode colaborar para a formação de um cidadão do século XXI à luz de uma proposta de ensino potencialmente significativa.

O texto *Uma discussão do papel do experimento de Michelson-Morley na gênese da Teoria da Relatividade Restrita* aborda a amplamente difundida ideia empirista de que os resultados negativos dos experimentos de Michelson-Morley para detectar o movimento da Terra em relação ao éter foram de fundamental importância para o desenvolvimento da relatividade restrita. Para tanto, faz-se uso de entrevistas feitas com o próprio Einstein, falas públicas deste cientista e a autobiografia de Einstein para questionar esta interpretação. O objetivo do texto é fazer uma análise epistemológica explícita de pontos relevantes do episódio procurando desconstruir o modelo empírico sobre a gênese da relatividade restrita.

O estudo de episódios históricos pode ilustrar diferentes processos envolvidos na construção do conhecimento científico. Permite, também, compreender o caráter dinâmico da construção da ciência ao evidenciar que cada época e cultura adota critérios próprios de validação. Devido a estes e outros fatores, a opção para a proposta que segue é utilizar episódios históricos de ciência com um viés relativístico para estabelecer um ambiente de

ensino-aprendizagem subversivo pautado pelos onze princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

### **Proposta para a formação inicial de professores**

Segundo Moreira (2004), existe pouco impacto do conhecimento produzido pela pesquisa em educação em ciências nas salas de aula da educação básica. Muito pouco se percebe em termos de mudanças que possam ser considerados resultados claros do conhecimento produzido pela pesquisa nessa área. A proposta aqui descrita visa justamente levar à educação básica questões oriundas da pesquisa em educação científica discutidas nas seções anteriores.

Tal asserção visa contribuir para contornar as dificuldades apontadas por Postman (2002) para que a escola se torne subversiva. Ele salienta a falta de materiais instrucionais e formação adequada de professores. Os objetivos da proposta aqui apresentada é suprir, também, lacunas apontadas por Massoni (2010) que indica a necessidade de repensar a formação de professores. Segundo esta autora, existe a necessidade tanto de discutir explicitamente questões de cunho epistemológico durante a formação como de promover ações que permitam capacitar tais professores para levar o debate *sobre* ciência, junto com o *de* ciência, para a educação básica.

Ao propor as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), Moreira (2011) declara fazê-lo tendo como intenção melhorar, ao menos em parte, a situação atual da educação. Para o autor, a escola vigente apresenta aos alunos os conhecimentos que eles devem saber e os estudantes copiam, memorizam e reproduzem nas avaliações tais conhecimentos. Este modelo de narrativa é aceito por todos, desde professores e alunos até pais e diretores. Para Moreira ele é, “na prática, uma grande perda de tempo”.

As UEPS são sequências didáticas orientadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa, e podem tanto estimular a pesquisa aplicada como ser usada diretamente em sala de aula. Na presente proposta, ela exerce os dois papéis. Assim, visa contribuir para alterar as opiniões problemáticas sobre o conhecimento científico, principalmente as concepções empírico-indutivistas dos docentes, com a discussão de episódios históricos da ciência dentro de uma perspectiva relativística. Além disto, possibilita instrumentalizá-los para abordar tais questões em sua prática docente na educação básica.

A construção das UEPS envolve aspectos sequenciais. O primeiro é definir o tópico específico a ser abordado, seguido da proposta de uma situação que leve os alunos a expor seus conhecimentos prévios. Após isso, propõe-se uma situação problema em nível bem introdutório que leve em consideração os conhecimentos prévios e que preparem o ambiente para a introdução das questões a serem discutidas, Tais situações-problema

podem ser organizadores prévios. Outro aspecto sequencial envolve apresentar o conhecimento a ser discutido levando em consideração os princípios sugeridos por Ausubel para que a aprendizagem possa ser significativa. A seguir, retomam-se aspectos mais gerais e estruturantes dos temas discutidos em nova abordagem, em um nível mais alto de complexidade, por meio de novas situações-problemas. Por fim, a avaliação deve ser pensada para procurar indicativos de aprendizagem significativa.

A proposta aqui descrita encontra-se em anexo. Esta sequência didática foi planejada com o objetivo de fomentar um ambiente de formação de professores em que eles possam discutir conceitos de história e filosofia da ciência e de ciência propriamente dita. Ao mesmo tempo, de permitir que os professores construam suas próprias UEPS para serem usadas em sua prática docente na educação básica.

A proposta de UEPS para a formação de professores é pautada pelos onze princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Ela inicia com uma dinâmica para procurar levantar as concepções prévias dos estudantes, porque, de acordo com primeiro princípio, para ser crítico os estudantes têm antes que aprender significativamente. Desta forma, toda a UEPS é planejada para que haja aprendizagem significativa *sobre* e *de* ciência envolvidos nos episódios explorados. Para tanto, procura-se fomentar as duas condições que Ausubel preconiza, a saber: material potencialmente significativo e pré-disposição em aprender.

A UEPS está centrada em situações-problema para serem discutidas dentro de um grupo de professores em formação. Isto porque, de acordo com o segundo princípio, o ensino por meio de questionamentos tende a ser crítico. Dentro da UEPS, o livro texto é apenas mais um material instrucional que os professores em formação poderão consultar, e dentro da proposta existe inclusive a elaboração dos textos citados anteriormente para fazerem parte da diversidade de material. O terceiro princípio sugere que para uma aprendizagem significativa crítica o professor deve usar uma diversidade de materiais instrucionais e fazer uma rigorosa seleção destes.

Tanto o desenvolvimento das atividades como o processo avaliativo procuram fomentar um ambiente em que os alunos sejam agentes da construção de seu conhecimento. As atividades não são propostas para que haja um ensino narrativo, mas sim um processo dinâmico de interação, diferenciação e integração entre conhecimentos novos e pré-existentes, como sugere o quarto princípio da teoria. A abordagem na exposição dialogada *de* e *sobre* ciência é planejada para que os alunos possam conhecer a linguagem, tanto da área da história e filosofia da ciência, como da própria área da ciência discutida no episódio e como isto pode levantar novos questionamentos. Tais atividades procuram se alinhar com o quinto princípio, o qual explicita que para aprender significativamente de

maneira crítica não basta só aprender sua linguagem, mas percebê-la como uma nova maneira de conceber o mundo.

A UEPS planejada para a formação de professores sugere aos formandos a construção de UEPS para levar as questões abordadas ao ensino básico. Apenas questões mais gerais são sugeridas pelo professor formador. Os alunos devem desenvolver suas UEPS de maneira individual, optando pelas questões de e sobre ciência que considere mais relevantes de serem abordadas em sua prática docente. Este procedimento é sugerido no sexto princípio, segundo o qual, ensinar deve levar em consideração que o significado está nas pessoas.

Os textos especialmente escritos para esta proposta, como os dois já mencionados, enfatizam que os cientistas também erram durante o processo de construção do conhecimento científico. Nessa perspectiva, menciona-se que não há nada de errado em errar no processo de aprendizagem, que ocorre por meio da redução de tais erros. O objetivo desta abordagem é um alinhamento com o sétimo princípio, aquele que ressalta que para uma aprendizagem significativa crítica, deve-se ajudar os alunos a reduzirem os erros em seus conhecimentos e habilidades. O organizador prévio procura servir de ponte cognitiva entre o que os professores em formação já sabem e o que será discutido no material potencialmente significativo. Desta forma, espera-se que o docente em formação use o conhecimento prévio específico, com as devidas adaptações, se necessário, para a construção de um conhecimento significativo crítico, tal qual sugere o oitavo princípio.

Ao discutir os episódios da ciência sob um viés relativístico, os autores procuram mostrar que a ciência não produz certezas, que é provisória, questionável e sofre influências das mais diversas tradições. Desta forma, aborda-se nas UEPS o nono princípio que coloca que a aprendizagem significativa crítica só será construída se os estudantes tiverem a percepção que o conhecimento é uma construção humana. A diversidade de estratégias que contam com a participação ativa dos professores em formação está em consonância com o décimo e décimo primeiro princípios. Segundo estas orientações, devem ser usadas diversas estratégias instrucionais visando à participação ativa do estudante, ainda que tais estratégias devam permitir aos alunos discutirem, negociarem significados e fazerem atividades colaborativas recebendo e fazendo críticas. As atividades propostas pela UEPS para a formação de professores procuram se alinhar com estas orientações.

A proposta de abordagem de episódios históricos para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica pode ser contemplada com a estratégia descrita anteriormente. Entretanto, as sugestões não estarão completas sem a construção das UEPS pelos professores em formação para sua prática docente na educação básica. Por isto o processo de avaliação da UEPS é tão importante nesta proposta. Não se busca classificar

os alunos lhes atribuído conceitos, mas procurar indícios de aprendizagem significativa e se esta pode ter sido do tipo crítica.

### **Considerações finais – a escola como centro subversivo**

Postman e Weingartner (1978) propuseram o que chamaram de nova educação, pois consideravam que o sucesso de estudantes na velha educação normalmente está associado a atitudes que não são úteis para cidadãos em um mundo em constantes mudanças socioculturais. A velha educação ensina a não pensar, a não fazer perguntas, a não deduzir as coisas com a própria consciência. Este tipo de educação produz pessoas dependentes de autoridade e que aprendem a fazer isto com dedicação.

A maioria das coisas que são necessárias para o cidadão se adaptar ao mundo contemporâneo, que se caracteriza por rápidas e drásticas mudanças, não é aprendida na escola atual. Desta forma, ela pode se tornar desnecessária. A nova educação procura dar uma finalidade à escolarização dentro da sociedade atual, tendo por objetivo formar indivíduos que possam enfrentar eficientemente a mudança. A proposta de Postman e Weingartner procura ajudar as pessoas a aprenderem estratégias de sobrevivência num mundo em mudança. Eles partem do pressuposto que as atitudes e aptidões necessárias para lidar com a situação de mudanças drásticas são prioritárias e não estão além da capacidade formativa da escola. A escola pode ajudar; para tanto era precisa ser mudada, pois como está não cumpre este papel. A escola constituída para preparar o cidadão para viver na sociedade atual se torna um centro subversivo.

O tipo de pessoa cultivada na nova educação proposta por Postman e Weingartner é aquela capaz de formar uma nova perspectiva, novos significados que auxiliem a compreender que uma parte de suas crenças mais arraigadas pode não estar tão bem fundamentada, além de que outros pontos de vista podem ser úteis. Os autores chamam este tipo de pessoa de especialista em detecção de lixo. Um indício revelador de um competente ‘detector de lixo’ é quando uma pessoa não se deixa capturar pelas abstrações arbitrárias da comunidade em que foi criado. Aqueles que são sensíveis às tendências diferentes da de uma cultura parecem subversivos aos outros. Nada existe de mais perigoso aos preconceitos que uma pessoa prestes a descobrir que sua cultura é limitada. Este indivíduo não se deixa alistar por uma ideologia.

O conhecimento, defendem Postman e Weingartner, é movido por perguntas, e novo conhecimento provém da formulação de novas perguntas. Então, o ponto central é que uma vez que se tenha aprendido a fazer perguntas, que sejam substanciais, relevantes e apropriadas, se terá aprendido como aprender. Desta forma, o indivíduo não será impedido

de ser agente de sua aprendizagem e que ela ocorra sobre aquilo que interessar ou que necessite. A arte de fazer perguntas não é ensinada na escola atual, e pior, é desencorajada.

A opção vislumbrada para alterar esta situação é o que os autores chamaram de método de inquérito. Este se propõe como um novo meio de estruturar a sala de aula, com uma nova forma de comunicação e com mensagens diferentes das que normalmente são comunicadas aos estudantes. Ele foi pensado para ser diferente do ambiente escolar tradicional, idealizado para ativar percepções e atitudes diferentes.

O método de inquérito torna o programa atual obsoleto, pois os estudantes gerariam seus próprios enredos ao desenvolver sua própria aprendizagem. A diferença entre a velha escola e o ambiente de inquérito é que a primeira afirma que aprendizagem significa informar ao aluno, já o segundo salienta que a aprendizagem é um acontecimento em si. A finalidade deste método é ajudar as pessoas a aumentar sua capacidade como aprendizes.

O ambiente de inquérito primeiro procura dar confiança aos aprendizes em sua capacidade de aprender, fazer acreditar que tenham capacidade de resolver problemas, e quando falham ao tentar, fazer entender que isto faz parte do processo de aprendizagem. Eles não temem estar errados e não sofrem traumas com isto, aceitam que podem mudar de ideia, mudar o caráter de sua mentalidade. Os bons aprendizes compreendem que as respostas são relativas e que tudo depende do sistema que dentro do qual está se atuando. O que é verdadeiro para um sistema pode não o ser em outro. Também que não há uma resposta absoluta, final e irrevogável para todo e qualquer problema. Sabem fazer perguntas pertinentes e significativas, usam definições e metáforas como instrumentos e empenha-se continuamente em verificar aquilo em que acreditam.

Um ambiente de inquérito, além de requerer que se explorem perguntas, tem a capacidade de gerar perguntas que no início os estudantes não estavam cômicos. Ou seja, as perguntas abertas são instrumentos de uma expansão consciente, que levam a descoberta de que a pergunta original é muito menos significativa que as duas ou três que dela surgiram. A razão principal para a escolha do método do inquérito, segundo Postman e Weingartner, é que o ensino por meio de perguntas leva diretamente a sondagem da relação entre áreas, que permite o desenvolvimento de uma visão original dos conhecimentos em detrimento da visão tradicional segmentada. Esta diferença entre a percepção dos conhecimentos como processo-orientados e estáticos é a diferença crucial entre os ambientes de inquérito e da escola tradicional.

A proposta apresentada neste artigo para a formação de professores tem como orientação filosófica tornar os professores em formação ‘detectores de lixo’. Desta forma, eles poderão perceber maneiras de ensinar ciência que levam a um entendimento da natureza da ciência que pode gerar pessoas que não se adaptariam a uma sociedade contemporânea marcada por mudanças rápidas e drásticas. Espera-se que a prática docente

destes professores seja influenciada por esta formação e que eles levem o ambiente de inquérito até a educação básica. Se os objetivos forem alcançados, irá se fomentar uma atmosfera na qual será possível encontrar pessoas não passivas, que questionam a autoridade quando não concordam com ela.

Uma escolarização assim construída institui um ambiente que Postman e Weingartner chamaram de centro subversivo. Em relação especificamente ao ensino de ciência, Postman (2002) sugere que seja abordada explicitamente tanto a história como a filosofia da ciência. Não obstante, qualquer abordagem deste tipo subentende um posicionamento epistemológico que deve estar de acordo com as proposta de Postman. Neste artigo entende-se que uma postura relativística, como a de Paul Feyerabend, pode desempenhar este papel, quando se utiliza uma abordagem explícita de história e filosofia da ciência sustentada pela epistemologia deste autor.

### **Referências**

ARTHURY, L.H.M. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

BASTOS, F. História da ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, R. (org.) **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

CUNHA, A. M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de formação continuada. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 235-248, 2001.

Damasio, F.; Peduzzi, L.O.Q. Coerência e complementaridade entre a epistemologia de Paul Feyerabend e a teoria da aprendizagem significativa crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 61-83, 2015.

FERNÁNDEZ, I. et al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.

FORATO, T.C.M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R.A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GIL PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GUERRA, A.; FREITAS, J.R.; BRAGA, M. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 224-248, 2004.



KLEIN, M. J. Use and Abuse of Historical Teaching in Physics. Em S. G. Brush & A. L. King (eds.) **History in the Teaching of Physcs**. Hanover: University Press of New England, Hanover, 1972.

MAGALHÃES, S. I. R. e TERNEIRO-VIEIRA, C. Educação em ciência para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 19, n. 2, p. 85-110, 2006.

MARTINS, A.F.P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras neste caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MASSONI, N.T. **Estudo de caso etnográfico sobre a contribuição de diferentes visões epistemológicas contemporâneas na formação de professores de física**. 2005. 275 f. Dissertação (Mestrado em Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

MASSONI, N.T. **A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física**. 2010. 412 f. Tese (Doutorado em Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MATTHEWS, M.R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A natureza da ciência e a instrumentalização para o ensino de física. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

MOREIRA, M.A. A pesquisa em Educação em Ciências e a Formação Permanente do Professor de Ciências. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 3, n. 1, p. 10-17, 2004.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Ed. do autor, 2005.

MOREIRA, M.A. Comportamentalismo, construtivismo e humanismo. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2009.

MOREIRA, M.A. Unidades de enseñaza potencialmente signifivos – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

PEDUZZI, L.O.Q. Sobre a utilização didática de história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

POSTMANM, N.; WEINGARTNER, C. **Contestação – nova fórmula de ensino**. Rio de Janeiro: Editora Expressão e Cultura, 1978.

POSTMAN, N. **Tecnopólio – a rendição da cultura à tecnologia**. São Paulo: Nobel, 1994.

POSTMAN, N. **O fim da educação – redefinido o valor da escola**. Rio de Janeiro: Graphia, 2002.

PUJALTE, A.P.; BONAN, L.; PORRO, S.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. **Ciênc. Educ.**, v. 20, n. 3, p. 535-548, 2014.

RAICIK, A.; PEDUZZI, L.O.Q. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de Charles Du Fay. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 1, p. 105-125, 2015.

Redondi, P. **Galileu herético**. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.

SILVA, C. C. e MARTINS, R. A. A teoria de cores de Newton: um exemplo de uso de história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SILVA, D.A. **Aspectos epistemológicos da física newtoniana na formação científica**. 2009. 196 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

WHITAKER, M. A. B. History and Quasi-history in Physics Education Pts I, II. **Physics Education** 14, 108-112, 239-242, 1979.

### Notas

<sup>1</sup> Silva (2009) critica a linguagem usada por alguns autores, como Gil Perez et al (2001), ao se referirem ao que chamam de imagem deformadas do trabalho científico. Para Silva, o termo trabalho pode levar a distorções sociológicas do que realmente se quer tratar, e sugere vocábulos como conhecimento ou saber para designar o resultado do fazer ciência. Silva também critica a expressão ‘deformado’, pois dá a entender que existe uma única forma de compreender a ciência e sugere o termo problemático em seu lugar, pois dentro do campo filosófico o vocábulo oferece dúvida e possibilidades alternativas. O autor sugere o uso da expressão opinião no lugar de imagens ou visões, pois imagem, em filosofia, requer certo cuidado ao ser usado para não gerar interpretações dúbias. Já o termo opinião, no sentido filosófico, é sinônimo de intuição, assim justifica-se seu uso, pois o estudante não cria uma visão ou imagem da ciência, mas sim uma crença que não possui segurança de validade. Portanto, a redação mais coesa no sentido filosófico é de opinião problemática do fazer ou do conhecimento científico.

<sup>2</sup> Entende-se por epistemologia neste trabalho, o ramo da filosofia que se ocupa das teorias de produção do conhecimento e seu processo de evolução. É usual relacionar ela a ciência ao associá-la ao estudo crítico da natureza, além dos princípios, validade, alcance e

justificação da natureza, ou seja, uma verdadeira filosofia da ciência. Deste modo, filosofia da ciência ou epistemologia da ciência podem se entendidas como sinônimos (Massoni, 2010).

<sup>3</sup> Os textos mencionados são discutidos em artigos específicos. Aos leitores que tiverem interesse nos textos, os autores os disponibilizam via email.

## **Anexo**

### **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa da proposta para a formação de professores**

**Objetivo:** discutir episódios históricos sob um viés relativista durante a formação inicial procurando fomentar um ambiente de ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica.

#### **Sequência**

1. *Situação inicial:* desenvolver uma dinâmica de grupo para levantar as concepções prévias dos professores em formação acerca dos episódios abordados. Ela pode ser por meio de construção de mapas conceituais e de sua apresentação e discussão ao grupo. Exemplos deste tipo de dinâmica podem ser encontrados na literatura (PACHECO e DAMASIO, 2009).

2. *Situações-problema:* Após, propõe-se uma situação-problema em nível bem introdutório, que leve em consideração os conhecimentos prévios e que preparem o ambiente para a introdução das questões a serem discutidas. Tais situações-problema podem ser organizadores prévios, os quais se sugerem que possam ser constituídos pela exposição de algum documentário, ou trechos de algum, selecionados dos mesmos, que reforcem visões historiográficas e epistemológicas diferentes das abordadas nos textos escrito sob o viés relativista.

3. *Revisão:* a discussão expositiva-dialogada, a princípio, deve abordar explicitamente questões de história e filosofia da ciência. Para tanto, o professor formador trará o debate do texto escrito para a proposta com suas questões de ciência. Também procurará explicitar como a epistemologia de Paul Feyerabend sustenta tal abordagem sobre ciência. Concomitantemente a discussão da natureza da ciência pelo professor formador trará questões *de* ciência que sejam relevantes para entender o conhecimento científico envolvido em cada episódio – desta forma espera-se fomentar um ambiente de ensino *de e sobre* ciência.

4. *Nova situação-problema:* O quarto aspecto sequencial é apresentar o conhecimento a ser discutido levando em consideração os princípios sugeridos por Ausubel para que a aprendizagem possa ser significativa. Na proposta podem ser questões

relativas a história e filosofia da ciência discutidas anteriormente, tais como: i) há mais de uma maneira de abordar os episódios históricos discutidos? ii) existe apenas uma história da ciência ou existem histórias da ciência que dependem de como se concebe seu processo de construção?

5. *Avaliação somativa individual*: para uma avaliação formativa, além de diagnóstica, uma nova situação-problema será discutida especificamente sobre a instrumentalização dos professores para abordar estas questões de cunho epistemológico na educação básica junto com a abordagem de conceitos de ciência propriamente dita. Pode haver uma discussão inicial sobre a construção de UEPS, do ensino subversivo e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Após isto, a questão mais geral será colocada: como o episódio estudado pode construir para a formação de um cidadão preparado para viver na sociedade contemporânea? A sugestão do professor-formador é que seja por meio de UEPS. Desta forma, indica-se aos docentes em formação a construção de UEPS abordando questões *de* e *sobre* ciência relacionadas aos episódios estudados. O professor-formador indica uma questão inicial: de que maneira o episódio estudado é tratado pelos meios de comunicação, sejam eles obras literárias, de divulgação científica ou universitárias, além de revistas especializadas ou não em ciência, televisão, rádio e *internet* – existe uma pluralidade de pontos de vista?

6. *Discussão expositiva integradora final*: os alunos apresentam suas UEPS para os colegas para que sejam feitas críticas e sugestões, conforme sugere Massoni (2010). A discussão poderá indicar diferentes caminhos seguidos pelos professores, dependendo do significado por eles atribuídos ao tema em questão. É importante na avaliação perceber se a proposta de cada professor contemplou aspectos *de* e *sobre* ciência.

7. Avaliação de aprendizagem da UEPS: na apresentação da UEPS é possível observar indícios de aprendizagem significativa. Uma avaliação que busque evidências de aprendizagem significativa deve utilizar questões e problemas que sejam novos e não-familiares e que requeiram máximas transformações do conhecimento. No mínimo, serem fraseadas de maneira diferente que no material instrucional, sendo que o ideal seria solicitar ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem sequencialmente dependente da do material instrucional, que sem o perfeito domínio do conceito não é possível (MASINI e MOREIRA, 2001). Outro ponto a ser avaliado é se na UEPS dos professores em formação permite fomentar um ambiente orientado pelos onze princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

8. *Avaliação da própria UEPS*: por meio de um grupo focal, conforme técnica sugerida por Gomes e Barbosa (1999), iniciar a discussão com a apresentação de algum outro episódio famoso da história da ciência não abordada, até então, encontrado em obras

literárias, de divulgação científica ou universitárias, revistas especializadas ou não em ciência, televisão, rádio e *internet*. Após isto, dar início ao grupo focal com a questão: podemos aceitar tal abordagem de história da ciência sem uma reflexão mais aprofundada? Se os professores em formação levantarem questões de que devem existir outros pontos de vista, outros vieses epistemológicos e que outras fontes são necessárias para aprofundar as questões, haverá indícios de aprendizagem significativa crítica e de uma avaliação positiva da proposta de se construir um ambiente de ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica.

**Total de horas-aula: 24**

### **Referências bibliográficas**

GOMES, M.E.S. e Barbosa E.F. (1999) A técnica de grupos focais para obtenção de dados qualitativos. **Instituto de Pesquisa e Inovações Tecnológicas**, maio de 2011. Retirado em 11/05/2011, no *world wide web*: <http://www.educativa.org.br>.

MASINI, E.F.S. Moreira, M.A. **Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M.A. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MASSONI, N.T. **A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física**. 2010. 412 f. Tese (Doutorado em Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PACHECO, S.M.V; DAMASIO, F. Mapas conceituais e diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 2, p. 166-193, 2009.