

## UMA ANÁLISE A PARTIR DA EPISTEMOLOGIA DE LARRY LAUDAN DOS MODELOS ATÔMICOS

### AN ANALYSIS FROM LARRY LAUDAN'S EPISTEMOLOGY OF ATOMIC MODELS

Denise Rosa Medeiros\*  
Édila Rosane Alves da Silva\*\*  
Mara Elisângela Jappe Goi\*\*\*  
Raquel Pereira Neves Gonçalves\*\*\*\*

**RESUMO:** A natureza das Ciências pode ser entendida por diferentes concepções epistemológicas. O termo epistemologia se refere ao estudo dos postulados, conclusões e métodos dos diferentes ramos do saber científico e, portanto, estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validades do conhecimento. Neste artigo discute-se o conceito de átomo na perspectiva epistemológica de Larry Laudan, filósofo do século XX, com o objetivo de promover reflexões acerca da teoria atômica. Inicialmente apresenta-se um cenário sobre a história e importância da epistemologia. Em seguida destaca-se as ideias centrais da epistemologia de Laudan a qual destaca que a ciência é em essência uma atividade de Resolução de Problemas e traz a taxonomia quanto aos tipos de problemas, classificando-os em empíricos e conceituais. Por fim, considera-se que os resultados relativos à pesquisa da evolução dos modelos atômicos permitem reflexões importantes sobre o contexto histórico e suas implicações para o Ensino de Ciências.

**Palavras-chave:** Ensino de ciências; Modelos atômicos; Epistemologia de Laudan.

**ABSTRACT:** The nature of science can be understood by different epistemological conceptions. The term epistemology refers to the study of the postulates, conclusions and methods of the different branches of scientific knowledge and, therefore, studies the origin, structure, methods and validities of knowledge. This article discusses the concept of atom in the epistemological perspective of Larry Laudan, philosopher of the twentieth century, with the aim of promoting reflections on atomic theory. Initially we present a scenario about the history and importance of epistemology. Next, we highlight the central ideas of Laudan's epistemology, which emphasizes that science is

---

\* Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa). Docente na Educação Básica na área de Ciências da Natureza. Contato: roza.de@hotmail.com

\*\* Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Contato: edilaas@hotmail.com

\*\*\* Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente da Universidade Federal do Pampa (Unipampa) e da UFRGS. Contato: maragoi28@gmail.com

\*\*\*\* Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa) e docente na Educação Básica na área de Ciências da Natureza. Contato: pnegonraquel@gmail.com

essentially a Problem Solving activity and brings taxonomy to the types of problems, classifying them as empirical and conceptual. Finally, it is considered that the results concerning the research of the evolution of the atomic models allow important reflections on the historical context and its implications for Science Teaching.

**Keywords:** Science teaching; Atomic models; Laudan's epistemology.

## INTRODUÇÃO

Por muitos séculos da Era Cristã a Filosofia agregava os pressupostos dos saberes relacionados a existência, ao conhecimento, ao intelecto, as linguagens e aos preceitos morais, éticos e estéticos. A incessante busca humana pela sabedoria tendenciou à especialização do conhecimento, acarretando na divisão da filosofia em duas grandes áreas: a filosofia moral, que trata do estudo humano em aspectos cognitivos, sensitivos e das questões espirituais e a filosofia natural que busca conhecer o mundo físico ou material (CHIBENI, 2017).

A fragmentação da Filosofia deu origem as disciplinas de Estética, Lógica, Ética, Epistemologia e Metafísica. A Epistemologia pode ser compreendida como uma área da Filosofia que trata do estudo do conhecimento decorrente da filosofia natural, que se ocupou da investigação da ocorrência dos fenômenos observáveis na natureza, dando origem a ciência como a conhecemos atualmente. De forma simplificada, pode-se entender a Epistemologia como o estudo do conhecimento, suas origens, fundamentos e limites (CHIBENI, 2017).

A partir da concepção da Epistemologia como um novo método de investigação científica, surgem duas linhas de análise, a experimentação e a matematização. A observação torna-se a base fundamental para encontrar os reais princípios envolvidos no conhecimento da natureza. Dessas observações instituiu-se a experiência, que é cunhada por um caráter sistêmico e controlado, por meio do que se denominou experimentos. Não obstante, a natureza metódica conferida na constituição do novo modelo científico destaca pontos importantes dessa abordagem. Uma primeira questão indica que “um experimento só é concebido com vista ao esclarecimento de um dado

problema, previamente configurado na tradição de investigação” (CHIBENI, 2017, p. 2) e outro tópico, não menos significativo, trata da matematização dos resultados da pesquisa para o qual “os dados brutos de um experimento são pouco ou nada significativos se não forem refinados intelectualmente” (CHIBENI, 2017, p. 2).

Para Chibeni (2017) a eclosão da ciência moderna ocorrida a partir do século XVII, não se resume na observação ordenada da natureza e no registro dos fenômenos, sendo mais tarde somadas a estas as teorias. Nesse período, muitos cientistas e filósofos trabalhavam incessantemente em novos procedimentos de investigação, na descoberta de fenômenos e no desenvolvimento de teorias capazes de explicá-los, conferindo a ciência uma nova visão de mundo.

A partir destes acontecimentos o papel conferido à Epistemologia é o de fazer entender como o homem conhece tais desenvolvimentos científicos. Assim, a composição epistemológica discorre sobre a indagação da verdade sob diferentes perspectivas que estão associadas as condições histórico-sócio-culturais. Diante disso, é possível identificar paradigmas epistemológicos que sustentam pensamentos de diferentes épocas, contribuindo para construção de certezas, as quais dependendo do tipo de convicção, buscavam ser incontestáveis e estabelecer leis universais (MIRANDA, 2005). Nesse contexto, destacaram-se inúmeros epistemólogos considerando cada um, proposições teóricas para o esclarecimento de fatos científicos. Frente à diversidade de filósofos da ciência que tratam da Epistemologia, optou-se por discutir nesse ensaio a teoria de Larry Laudan por considerar que a ciência se desenvolve a partir da solução de problemas em um contexto histórico e social.

Neste trabalho apresenta-se os conceitos centrais da Epistemologia cunhada por Laudan, a fim de explorar uma teoria do conhecimento científico na área de Ensino de Ciências da Natureza. Desta forma, analisou-se a Evolução dos modelos atômicos como um exemplo de tradição de pesquisa – unidade de análise proposta por esse epistemólogo.

## IDEIAS CENTRAIS DA EPISTEMOLOGIA DE LAUDAN

Apesar do avanço das pesquisas ainda existe o questionamento “do que vem a ser Ciência”, pois mesmo nos tempos modernos não existe uma única definição para este conceito. Pesquisadores procuram responder questões sobre a natureza da Ciência, a qual vem sendo explicada por meio de concepções epistemológicas. O termo Epistemologia relaciona-se com a metafísica, a lógica e o empirismo, pois avalia a consistência lógica da teoria e a coerência dos fatos.

Neste texto busca-se demonstrar as contribuições da Epistemologia de Larry Laudan para o Ensino de Ciências, buscando-se, neste sentido, esclarecimentos plausíveis acerca do processo de construção da Ciência da Natureza e dos conteúdos científicos.

Nos pressupostos de Laudan (1986), as teorias são consideradas relevantes quando aceitam o chamado naturalismo normativo, em que diferenças entre ciência e não ciência perdem o sentido. Acredita-se que as ideias de Laudan (1986), auxiliam para a superação da visão reducionista de ciência por parte dos alunos. Laudan (1986) propõe que a *ciência* seja vista como atividade de *resolução de problemas* que posteriormente resultam em *teorias*. Neste sentido, é importante que a teoria possa proporcionar respostas aceitáveis a perguntas relevantes, ou seja, que a teoria consiga proporcionar respostas satisfatórias para problemas importantes (SANTOS; GOI, 2012). Tais fatos remetem a parâmetros mais adequados para avaliar o mérito da teoria, comparados a perguntas que, simplesmente, tentam comprovar a verdade de tal teoria.

Ao propor um modelo voltado para a Resolução de Problemas, sejam eles empíricos ou conceituais, crê-se que os mesmos sejam a unidade básica do progresso científico. O objetivo da ciência seria ampliar ao máximo o escopo de problemas empíricos resolvidos, reduzindo, em contrapartida a quantidade de problemas anômalos e conceituais. Então, a ciência é complexa e diacrônica, pois se encontra submetida a eventuais mudanças e transformações ao longo dos tempos (LAUDAN, 1986).

Tais ideias contribuem significativamente para o Ensino de Ciências, pois superam a concepção empirista-indutivista<sup>1</sup>, proporcionando a construção da Ciência a partir da problematização.

## **PROBLEMAS EMPÍRICOS E O EXEMPLO DOS MODELOS ATÔMICOS**

Para Laudan (1986), a revolução científica ocorre através da Resolução de Problemas empíricos e conceituais. Laudan sugere que, as teorias resultantes da conversão de problemas não resolvidos e/ ou anômalos a problemas elucidados convergem para um modelo de racionalidade assentado no progresso científico, sob o qual a Ciência e a cognição progredem e que, as teorias são resultados do trabalho investigativo guiado pela solução de problemas importantes. No contexto apresentado nas próximas sessões deste ensaio, pretende-se abordar a organização dos tipos de problemas sugeridos por Laudan, iniciando pelos problemas empíricos e, posteriormente, os problemas conceituais.

Para Bocato e Kiouranis (2013, p. 7), “os problemas empíricos são definidos como qualquer coisa sobre o mundo natural, ou seja, coisas reais que sejam consideradas estranhas e que necessitam de explicações plausíveis para a sua compreensão”. Esses problemas reais se diferenciam dos fatos, os quais são designados como enunciados verdadeiros sobre o mundo, e que muitas vezes, não remetem a um problema empírico por serem desconhecidos (OSTERMANN; PRADO, 2005).

Segundo Laudan (1986), os problemas empíricos dividem-se em três tipos: Os problemas resolvidos, os não resolvidos e os anômalos. Os problemas não resolvidos são aqueles que ainda não foram esclarecidos adequadamente por uma comunidade científica. A exemplo dos modelos atômicos, os primeiros que imaginaram a existência dos átomos foram os filósofos gregos Leucipo e Demócrito em, aproximadamente, 400 a.C. Segundo esses filósofos, tudo seria formado por minúsculas partículas indivisíveis, o que originou o nome “átomo”, que vem do grego *a* (não) e *tomo* (partes).

---

<sup>1</sup> A concepção empirista-indutivista trata do conhecimento obtido através da observação, para os quais são originadas leis e teorias derivadas de um certo número de observações.

No entanto, essas ideias não puderam ser comprovadas na época, constituindo-se apenas como hipóteses. Assim, outras teorias tomaram o seu lugar, e o pensamento de que tudo seria composto por átomos ficou esquecido durante uma longa data da história da humanidade. Esse problema se constitui como empírico não resolvido, pela dificuldade de comprovação experimental que atestasse a existência de tais partículas minúsculas e indivisíveis.

Os problemas resolvidos referem-se aos problemas reais que foram satisfatoriamente elucidados a partir de uma teoria. Abandonada a teoria de Demócrito e Leucipo, em substituição pela de Aristóteles e, somente no século XIX a ideia do átomo foi retomada nesta época através de cientistas que poderiam testar suas suposições por meio de experimentos, podendo comprová-las ou refutá-los. Um desses cientistas foi John Dalton que em 1803 propôs que o átomo se assemelharia a uma bola de bilhar, tendo formato esférico, maciço e indivisível. Outra característica atribuída por Dalton ao átomo é que, além de indivisível e indestrutível, os átomos de um mesmo elemento químico são análogos em massa e propriedades; os compostos são formados em combinação entre dois ou mais átomos distintos e o rearranjo desses átomos origina uma reação química.

É importante destacar que o modelo proposto por Dalton se baseou em resultados experimentais e em teorias pré-estabelecidas, a saber: Lei de conservação das massas (Lavoisier)<sup>2</sup> e a lei da composição constante<sup>3</sup>. Nesse contexto, a teoria de Laudan enfatiza a Ciência como uma construção humana, sujeita a erros ou distorções abarcadas principalmente, nas condições históricas. Um outro ponto que converge para os argumentos de Laudan é que o problema em relação ao átomo, consistiu por muito tempo em uma anomalia a ser resolvida, ao passo que quando uma suposição teórica é aceita, configura-se uma revolução científica, na qual não é imprescindível o abandono total de uma teoria. Embora o modelo de Dalton apresentasse muitas falhas,

---

<sup>2</sup> Lei da Conservação da Massa: Lei de Lavoisier- Em 1774 Lavoisier enunciou a Lei da Conservação da Massa, a mesma estabelece que durante uma transformação química não é mensurável o ganho ou a perda de massa; isto é, a soma das massas dos produtos é igual à soma das massas dos reagentes (RUSSELL, 1994, p. 16-17).

<sup>3</sup> Lei das Proporções Definidas: Lei de Proust- Esta lei descreve a mais importante propriedade de um composto, sua composição fixa: Cada componente de um composto tem sua composição em massa, definida e característica (RUSSELL, 1994, p. 16-17).

visto do contexto histórico atual, ele representa uma evolução para o progresso científico da época.

Os problemas anômalos são problemas reais que não foram resolvidos pela teoria em questão, mas que foram esclarecidos por teorias rivais ou alternativas. Uma das falhas, e talvez a principal na teoria de Dalton, tratava-se da natureza elétrica da matéria. O modelo atômico proposto por Dalton não explicava como a matéria neutra poderia se tornar elétrica. Considerando essa anomalia na teoria de Dalton, o físico inglês Joseph John Thomson passa a trabalhar com ampolas de *crookes* (tubo com gases submetidos a temperaturas elevadas) produzindo raios catódicos. Thomson no ano de 1897 observou que ao expor os *crookes* a campos elétricos externos, os raios eram desviados em direção a placa positiva, evidenciando que partículas negativas compunham o átomo. Essas partículas receberam o nome de elétrons.

Considerando a natureza neutra da matéria, a explicação formulada por Thompson é que o átomo teria o formato esférico carregado de cargas elétricas positivas, repleto de elétrons que anulavam sua carga total.

Porém, um outro modelo foi proposto por Rutherford no ano de 1911. Este propôs que o átomo seria composto por um núcleo muito pequeno e de carga positiva, que encontraria equilíbrio com as partículas negativas (elétrons) que ficavam orbitando ao redor do núcleo, em uma região denominada eletrosfera. A defesa para o modelo proposto por Rutherford baseou-se em um experimento que se consistiu no bombardeio de uma lâmina de ouro com partículas alfas regressas do polônio radioativo. Sua observação permitiu sugerir que o átomo teria espaços vazios, porque algumas partículas atravessavam a folha. Outras partículas eram rebatidas, o que poderia ser explicado pelo tamanho do núcleo do átomo e algumas partículas desviavam-se da sua trajetória, o que significava que o núcleo teria carga positiva, assim como as partículas alfas, o que provocava a repulsão entre ambas.

Para Laudan (1986), o progresso científico efetivamente ocorre quando os problemas não-resolvidos e os anômalos são transformados em problemas resolvidos. Então, deve-se perguntar quantos problemas uma teoria resolveu e

quais anomalias têm. Esta questão torna-se uma ferramenta de fundamental importância para a avaliação comparativa entre teorias científicas.

Nessa perspectiva, para que um problema seja considerado resolvido, não implica necessariamente que comprove se determinada teoria é falsa ou verdadeira. Um exemplo desse aspecto refere-se ao modelo atômico de Bohr (1885 - 1962), que por algum tempo e dentro de um determinado contexto resolveu o impasse da estabilidade do átomo, mas que posteriormente se mostrou falho devido ao surgimento da Física Quântica. Esta falta de regularidade das explicações é absolutamente normal, pois os critérios de aceitação das soluções de problemas evoluem no decorrer do tempo para dar origem a novas respostas, caracterizando a evolução científica (LAUDAN, 1986).

Em relação aos problemas anômalos, as irregularidades resultam de dúvidas acerca da teoria em questão. Porém, não é inevitável que a teoria seja descartada ou abandonada. A resolução dos problemas empíricos não resolvidos e anômalos não apresenta a mesma autoridade em todos os casos, considerando que certos problemas apresentam maior importância que outros (OSTERMANN; PRADO, 2005).

## **PROBLEMAS CONCEITUAIS**

Os problemas conceituais são definidos como aqueles apresentados por uma ou mais teorias. Eles são classificados como problemas conceituais internos e externos. Os problemas conceituais internos surgem quando uma teoria se torna inconsistente, autocontraditória ou quando existe alguma ambiguidade ou circularidade na mesma. Um exemplo da teoria dos modelos atômicos que corrobora com a Epistemologia de Laudan para os modelos conceituais internos, pode ser demonstrada na descoberta de Rutherford, em 1904, quando concebia-se que o núcleo atômico era composto apenas por partículas positivas, porém não explicava a estabilidade do átomo, uma vez que, cargas de sinais iguais se repelem, tornando sua teoria inconsistente do ponto de vista da preservação dos elétrons no núcleo atômico. Assim,

Rutherford sugeriu que havia no núcleo outras partículas, similares aos prótons sem carga elétrica, o que explicaria a contradição da estabilidade do núcleo.

No entanto, tal proposta só foi confirmada em 1932 pelo cientista britânico James Chadwick ao utilizar o princípio da conservação da quantidade de movimento<sup>4</sup> e medir a massa dos nêutrons, comprovando ser igual as dos prótons.

Os problemas conceituais externos referem-se aos que acontecem entre teorias, ou seja, a inconsistência de uma perante a outra. Ou quando a aceitação de uma teoria torna relativamente pequena a aceitação da outra (LAUDAN, 1986). Um exemplo desse *status* da teoria de Laudan sobre os modelos atômicos pode ser representado pela adição de algumas observações realizadas por Bohr ao modelo de Rutherford ao estudar espectros eletromagnéticos dos elementos. De acordo com a teoria de Rutherford o elétron ocupa uma órbita circular ao redor do núcleo, denominada eletrosfera, que são equilibradas por cargas negativas e positivas. No entanto, Rutherford não explicou essas características baseadas em estudos físicos, o que causou uma incompatibilidade lógica em relação a essa área do conhecimento. Posteriormente, no ano de 1913, baseado no impasse sobre a estabilidade do átomo, Bohr (1885 - 1968) iniciou seus experimentos admitindo a existência de energias quantizadas, ou seja, aquelas que, por meio de um procedimento matemático, atribui um valor específico a um sistema (HEWITT; GRAVINA, 2015).

Dessa forma Bohr (1885-1968) deduziu que os elétrons possuem energia disponibilizada pelos átomos, bem como, são distribuídos em camadas em torno do núcleo. As camadas da eletrosfera representam níveis, que aumentam a energia dos elétrons nela localizados à medida que, se afastam do núcleo. Esses fatores, levaram Bohr (1885-1968) a concluir que só é permitido ao elétron ocupar níveis energéticos nos quais ele se apresenta com valores de energia múltiplos inteiros de um fóton. Essas conclusões foram

---

<sup>4</sup> Princípio da conservação da quantidade de movimento diz que se a resultante das forças externas que atuam sobre o sistema for nula, o movimento total de um sistema permanecerá inalterado (HEWITT; GRAVINA, 2015).

incluídas na teoria proposta por Rutherford, passando a denominar-se Modelo Atômico de Rutherford-Bohr.

Um aspecto importante deste princípio refere-se à efetividade global de certa teoria, a qual consiste em avaliar a importância e a quantidade de problemas empíricos que a teoria resolve em detrimento a problemas anômalos e conceituais que ela gera. Esta subtração resulta em progresso, se e somente se, a sucessão de teorias científicas em um domínio desencadear um grau crescente de efetividade na Resolução de Problemas (OSTERMANN; PRADO, 2005).

Frente à elaboração de modelos para explicar as teorias atômicas, em determinado momento histórico a hipótese proposta por Bohr apresentou-se como anômala segundo o modelo de Laudan, pois explicava de forma satisfatória o comportamento do elétron no átomo de hidrogênio, mas encontrava discrepâncias ao tentar replicar a teoria a elementos que possuíam maior número de elétrons, ou seja aos outros elementos que compõem a tabela periódica. Em 1916, Arnold Sommerfeld sugere que as camadas eletrônicas mencionadas por Bohr se constituíam de subcamadas, o que explicava a existência de espectros compostos por linhas sobrepostas. Em 1920, Louis Broglie afirmou que os elétrons apresentam comportamento de partícula e de onda, o que permitiu a evolução do modelo proposto por Sommerfeld – Bohr. Como descrito no trecho apresentado, e respaldado pela teoria de Laudan, não há o rompimento de uma teoria em detrimento de outra, mas sim uma tradição de pesquisa que resulta no progresso científico através da solução de problemas.

Diante das discussões acerca da determinação da posição e velocidade de um elétron, surge o princípio da incerteza, no qual Werner Heisenberg (1926) afirma a impossibilidade de verificar a posição e a velocidade de uma partícula em um instante determinado. Diante de tal problemática, Erwin Schrödinger (1927) apresenta um novo modelo atômico que consiste na representação de orbitais tridimensionais para cada subnível de energia, no qual ele apresenta regiões com maior probabilidade de se encontrar elétron.

Baseado nas proposições dos novos modelos atômicos, na década de 1930, Linus Pauling desenvolveu uma ferramenta para explicar a distribuição eletrônica de forma mais prática. Ele criou um diagrama para representar graficamente os subníveis de energia, o que facilitou a visualização da crescente energização dos elétrons, o que hoje denominamos “diagrama de Linus Pauling” (ATKINS; JONES, 2006). O diagrama de Pauling representa os níveis, que são as camadas eletrônicas do átomo. São sete níveis, enumerados de forma crescente do mais próximo ao núcleo para o mais afastado (1, 2, 3... 7) e, denominados, respectivamente, pelas letras K, L, M, N, O, P e Q. Os subníveis são quatro, representados pelos caracteres s, p, d, f. Cada subnível comporta um número máximo de elétrons, que devem ser distribuídos na ordem crescente de energia.

Diante dos modelos apresentados, é relevante destacar que mesmo com um modelo mais aperfeiçoado, o modelo anterior poderá ser utilizado para alguma finalidade, a partir de sua validade e limitações. Isso pode ser facilmente constatado quando se estuda cálculos de massas atômicas, que ainda é pautado na teoria de Dalton. Isso denota que cada modelo ainda pode ser trabalhado, mesmo que o modelo tenha suas limitações.

Portanto, o referencial de análises adotado por Laudan, trata da tradição de pesquisa, a qual apresenta-se como um emaranhado de pressuposições gerais sobre entidades e processos em uma determinada área, bem como, métodos e técnicas cabíveis a investigação de problemas para elaboração de teorias deste domínio. Retrata uma história, que se estende ao longo de um considerável período de tempo. A evolução da *tradição de pesquisa* ocorre quando há modificações em algumas de suas teorias específicas subordinadas ou quando há mudança em alguns de seus elementos nucleares mais básicos (LAUDAN, 1986).

## **DECORRÊNCIAS DA EPISTEMOLOGIA DE LAUDAN PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Alguns estudos têm apontado a importância de se trabalhar os conteúdos científicos em sala de aula embasados em teorias epistemológicas

(OSTERMANN et al., 2008; GURIDI; SALINAS; VILLANI, 2003; REIS; KIOURANIS; SILVEIRA, 2017). Os aspectos elencados por esses autores apresentam considerações a respeito da relevância, tanto para os alunos, quanto para os professores em instruir para o ensino e aprendizagem de conteúdos disciplinares baseados em perspectivas epistemológicas que demonstrem a realidade científica, histórica e social no qual assentam-se tais conteúdos.

Considerando as diversas críticas que o Ensino de Ciências vem sofrendo nos últimos tempos, as quais versam sobre um ensino e aprendizagem acrítico e a-histórico (MATTHEUS, 1998, 2000, 2009), entende-se que os referenciais epistemológicos podem contribuir para uma aprendizagem mais relevante para o aluno, já que trata a história da ciência como um problema social desde épocas bastante remotas.

Neste sentido, considera-se que a Epistemologia cunhada por Larry Laudan se constitui como um referencial teórico apropriado para ser trabalhado no Ensino de Ciência, pois contribui para uma visão mais propícia sobre o trabalho científico, a partir de um enfoque filosófico e histórico da Ciência em um aspecto social. Tais visões, sobre os pressupostos apresentados podem permitir a alunos e professores a superação da visão do senso comum e dos obstáculos para a compreensão das Ciências. Além disso, a Epistemologia de Laudan permite uma leitura atual do conhecimento científico, o que corrobora com um melhor entendimento das teorias específicas como forma de problematizar a visão hegemônica e positivista da ciência no contexto escolar.

Outro aspecto que possibilita o trabalho em sala de aula fundamentado na teoria de Laudan é a atualidade do termo “Resolução de Problemas”. Ao tentar solucionar problemas, os alunos podem aproximar-se, mesmo que de forma simplificada, ao modelo do trabalho científico no que tange à solução de problemas empíricos e conceituais. A tradição de pesquisa proposta por Laudan, pode se configurar nos contextos de salas de aulas como uma ferramenta que considera as hipóteses para a resolução de tais problemas e, a visão de que a Ciência é uma construção humana, sujeita a erros,

possibilitando ao aluno uma visão crítica sobre os fatos apresentados como científicos na realidade atual.

Diante de tais perspectivas, advoga-se que a metodologia de Resolução de Problemas pode contribuir também na formação docente. Entende-se que os professores podem apresentar dificuldades para o trabalho com esta metodologia de ensino se não possuírem conhecimentos acerca de tal Epistemologia (GOI, 2014, GOI; SANTOS, 2014, 2016, 2018, 2019A, 2019B SIQUEIRA et al., 2019). Desta forma, torna-se pertinente a utilização da metodologia de Resolução de Problemas nos cursos de graduação, pós-graduação e formações de média duração que possam formar profissionais com habilidade para o ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos que visem desenvolver competências para a enculturação através da história da Ciência, criticidade e criatividade.

Assim como Laudan, compreende-se que a evolução cognitiva e científica pode ser desenvolvida através da Resolução de Problemas empíricos e conceituais. No entanto, tal expectativa somente poderá efetivar-se na medida em que, aprendermos a resolver problemas. Nesse sentido, a metodologia de Resolução de Problemas apresenta-se como um campo profícuo para ser trabalhado nos currículos escolares e universitários, desde que se constitua através de um trabalho pedagogicamente orientado, em que haja a promoção de situações-problema que favoreçam o empreendimento do conhecimento científico somadas ao desenvolvimento de atitudes para a resolução de tais situações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A ciência desde suas origens, encontra-se em constante transformação e por isso não é algo imutável, incontestável. Laudan (1986) defende que as teorias apresentam um caráter provisório, pois em um determinado contexto histórico respondem satisfatoriamente a problemas significativos, porém, em novas circunstâncias podem demonstrar-se inadequados, necessitando de mudanças indispensáveis para o progresso científico.

Nesta ótica pode-se citar a necessidade de evolução das teorias que permeiam os modelos atômicos sempre que estas se mostrarem inadequadas frente a novas descobertas, tornando o modelo vigente ineficaz para solucionar a problematização da composição da matéria. É importante destacar, que a apresentação linear dos Modelos Atômicos nesse ensaio, deu-se em razão de tentar facilitar o entendimento do leitor acerca da temática, porém, não há uma singularidade ou linearidade na superação de um modelo em detrimento de outro mais atual, mas que as ideias apresentadas por diversos pesquisadores, em variados períodos são revistas e complementadas a partir de novos estudos sempre que configuram um problema a ser solucionado.

No modelo apresentado por Dalton, havia inconsistência quanto a elucidação da natureza elétrica da matéria, dando lugar ao modelo de Thompson, que apresenta um átomo formado por uma massa positiva, carregado de partículas negativas (os elétrons), este perdurou por algum tempo, mas com novos estudos e experimentos foi substituído pelo modelo de Rutherford-Bohr que apresenta a ideia de átomo contendo um núcleo e camadas orbitando ao seu redor formando a eletrosfera, também é comprovado que o átomo possui espaços vazios.

Como a Ciência progride e novas questões aparecem, o modelo de Rutherford apresentou dificuldades sobre uma indagação ainda não compreendida: “Como os elétrons, de carga negativa, não se chocavam com o núcleo, devido à atração de sua carga positiva?”. Percebe-se que à medida que a Ciência progride, novos problemas surgem, necessitando de atualizações explicativas e mudanças de paradigmas. No caso do modelo de Rutherford ele recebe contribuições de Bohr e Sommerfeld, que postulam, entre outras informações, a existência de níveis e subníveis de energia. Portanto, o modelo utilizado atualmente para explicar a existência e movimentação dos átomos pode tornar-se incompleto transformando-se em um problema que precisa ser solucionado para que a Ciência continue progredindo. Deste modo, considera-se que a Teoria de Laudan o qual defende que “A ciência é, em essência, uma atividade de Resolução de Problemas” (LAUDAN, 1986, p. 39), colabora para ampliar a visão dos alunos no sentido de

como os conhecimentos científicos evoluem, considerando os diferentes períodos históricos.

Verificou-se que Laudan destaca a Resolução de Problemas empíricos e conceituais como ponto central do desenvolvimento científico e resultado final para a elaboração de teorias. Menciona que o progresso da Ciência decorre da resolução de tais problemas e que a troca de teorias científicas não é cumulativa, a regra é a coexistência de teorias rivais (BOCATO; KIOURANIS, 2013). A Ciência busca teorias que possam resolver a maior parte dos problemas empíricos e reduzir os problemas conceituais. Portanto, o progresso científico ocorre quando novas teorias conseguem resolver um número maior de problemas que suas antecessoras. Além disso, para que esta teoria se torne efetiva precisa dar conta de transformar problemas não resolvidos potenciais ou anômalos em problemas resolvidos (PESA, 2000).

Assim, entende-se que a História da Ciência pode colaborar para a compreensão dos acontecimentos científicos, pois ilustra o contexto histórico em que determinado conceito foi construído, como no caso da Evolução dos Modelos Atômicos, demonstrando sua interligação com outros conceitos. Infere-se que o conhecimento da Ciência a partir de um resgate histórico-filosófico pode auxiliar tanto na compreensão de como a Ciência se constrói, quanto na aprendizagem dos conceitos científicos. Tais reflexões remetem os educandos a uma aprendizagem dos conteúdos, a qual resulta em uma visão mais sistematizada sobre os fenômenos que os cercam, possibilitando aos mesmos, conseguir relacionar os conteúdos construídos no âmbito escolar com sua prática social, podendo tornar-se mais atuantes na sociedade em que estão inseridos. Tais abordagens corroboram, para que os alunos consigam ter uma visão mais elaborada e sistematizada sobre a Ciência, abandonando possíveis concepções simplistas sobre este tema.

## REFERÊNCIAS

ATKINS. Peter; JONES, Loreta; LAVERAMNN, Leroy. **Princípios de Química** – Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOCATO, Débora Cristina Curto da Costa; KIOURANIS, Neide Maria Michellan. A Epistemologia de Larry Laudan e suas Implicações para O Ensino De Ciências. IN: ENCONTRO INTERDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO-V, 2013, Campus Mourão, PR. **ATAS: Campus Mourão**, PR, 2013, 13 p.

CHIBENI, Silvio Seno. **As Origens da Ciência Moderna**. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. Textos Didáticos. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/cienciaorigens.pdf>>. Acesso em 10 set. 2017.

DOS REIS, Jheniffer Micheline Cortez; KIOURANIS, Neide Maria Michellan; SILVEIRA, Marcelo Pimentel. Um olhar para o conceito de átomo: contribuições da epistemologia de Bachelard. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, SC.; v. 10, n. 1, 2017.

GOI, Mara Elisângela Jappe. **Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de Resolução de Problemas na Educação Básica**, 267 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Ciências, UFRGS, Porto Alegre, 2014.

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Formação de professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização da metodologia de resolução de problemas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, 2014.

GOI, Mara Elisângela Jappe; DOS SANTOS, Flávia Maria Teixeira. Formação continuada de professores de ciências: elaboração de situações-problema. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, 2016.

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Contribuições de Jerome Bruner: aspectos psicológicos relacionados à Resolução de Problemas na formação de professores de Ciências da Natureza. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, 2018.

GOI, Mara Elisângela Jappe; DOS SANTOS, Flávia Maria Teixeira. Aprofundamento teórico-metodológico da resolução de problemas na formação de professores de Ciências. **Revista Thema**, Pelotas, v. 16, n. 1, 2019A.

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Aspectos metodológicos da resolução de problemas na formação de professores de

ciências da natureza. **Tear: revista de educação, ciência e tecnologia.** Canoas, v. 8, n. 1, 2019B.

GURIDI, Verônica; SALINAS, Júlia; VILLANI, Alberto. Contribuições da epistemologia de Laudan para a compreensão das concepções epistemológicas de estudantes secundários de Física. IN: [www.fecilcam.br/anais/v\\_enieduc/](http://www.fecilcam.br/anais/v_enieduc/), Paraná: Unespar/Fecilcam, 2013. **IV. ATAS:** Baurú: IV ENPEC. São Paulo – SP, 2003.

HEWITT, Paul; GRAVINA, Maria Helena. **Física Conceitual.** 12 ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015.

LAUDAN, Laudan. **El progreso y sus problemas: Hacia una teoría del crecimiento científico.** Madrid: Editora Encuentro Ediciones, 1986.

MATTHEWS, Michael R. Constructivism and Science Education: A Philosophical Examination. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers.**; v. 35, 1998.

MATTHEWS, Michael R. Time for Science Education: How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion can contribute to Science Literacy. New York: **Kluwer Academic Publishers.**, v. 8, 2000.

MATTHEWS, Michael R. Teaching the Philosophical and Worldview Dimension of Science. **Science & Education**, v. 18, n. 6, 2009.

MIRANDA, Maria Irene. A Produção do Conhecimento Científico, os Paradigmas Epistemológicos e a Pesquisa Social. **Revista Educação e Filosofia**, Uberlândia, MG.; v. 19, n. 37, 2005.

OSTERMANN, Fernanda.; PRADO, Sandra Denise. A Física Quântica como uma tradição de pesquisa: Uma análise a partir da epistemologia de Larry Laudan. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. N. 5, 2005. **ATAS:** Bauru, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005.

OSTERMANN, Fernanda et al. Tradição de pesquisa quântica: uma interpretação na perspectiva da epistemologia de Larry Laudan. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Madri, v. 7, n. 2, 2008.

PESA, Marta Azucena. Las epistemologías de Bachelard, Laudan y Feyerabend. In: *I Escuela de Verano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias del Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias: actas.* [5-16 de julio, 1999, Peñaranda de Duero, Burgos]. Servicio de Publicaciones, 2000.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira; GOI, Mara Elisângela Jappe. Resolução de Problemas no Ensino de Química fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. IN: ANAIS DO XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA / X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO

QUÍMICA DA BAHIA. **ATAS: SALVADOR: Editora da Universidade Federal da Bahia.** 2012.

SIQUEIRA, Vanessa Fagundes, et al. Produção de situações-problema em curso de extensão universitária por professores de Ciências da Natureza dos anos finais e ensino médio da rede básica de ensino. **Em Extensão,** Uberlândia, v. 18, n. 2, 2019.

RUSSELL, John B. **Química Geral.** São Paulo: Editora: Makron Books, 1994.

*Recebido em: 06/06/2019*

*Aprovado em: 13/12/2019*

