



Revista  
**Educar Mais**

## O progresso e seus problemas de Larry Laudan no aprendizado de ligações químicas com o uso de Resolução de Problemas

*Larry Laudan's progress and its problems in learning chemical bonds using problem solving*

*El progreso de Larry Laudan y sus problemas en el aprendizaje de los enlaces químicos utilizando la resolución de problemas*

Raquel Fiori<sup>1</sup>  • Mara Elisângela Jappe Goi<sup>2</sup> 

### RESUMO

Quando se aborda o conteúdo de Ligações Químicas em sala de aula, apresenta-se um certo grau de dificuldade por parte dos alunos, tendo em vista sua característica complexa em relação aos aspectos teóricos da matéria. Com isso, busca-se apresentar neste manuscrito aspectos epistemológicos de Larry Laudan destacando a abordagem do conteúdo de ligações químicas interatômicas fundamentada no uso da metodologia de Resolução de Problemas. Como reflexão, apresentam-se algumas contribuições e proposições sobre o progresso da Ciência, proposição de teorias racionais que explicam como ocorrem diferentes fenômenos, novas opções axiológicas e metodológicas, bem como factuais decorrentes das ideias deste epistemólogo. Nesta concepção e baseado em uma análise da obra "O progresso e seus problemas", assim como, de artigos e autores pesquisados, aponta-se que o estudo das ligações químicas pode ser abordado a partir da perspectiva da Resolução de Problemas em um progresso ascendente no desenvolvimento cognitivo dos alunos do Ensino Médio na procura de apreender conhecimento específico da área da Química.

**Palavras-chave:** Ensino de Química; Metodologia ativa; Epistemologia.

### ABSTRACT

*When addressing the content of Chemical Bonds in the classroom, students experience a certain degree of difficulty, given its complex nature in relation to the theoretical aspects of the subject. Thus, this manuscript seeks to present Larry Laudan's epistemological aspects, highlighting the approach to the content of interatomic chemical bonds based on the use of Problem Solving methodology. As a reflection, some contributions and propositions on the progress of Science are presented, propositions of rational theories that explain how different phenomena occur, new axiological and methodological options, as well a factual ones arising from the ideas of this epistemologist. This conception is based on an analysis of the book "O Progresso e su problema", as well as articles and researched authors, pointing out that the study of chemical bonds can be approached from the perspective of Problem Solving in an ascending progress. In the cognitive development of high school students in their quest to acquire specific knowledge in the field of Chemistry.*

**Keywords:** Teaching Chemistry; Active methodology; Epistemology.

<sup>1</sup> Licenciada em Ciências de 1º Grau e em Química, Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Doutoranda em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGVQS) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS – Brasil. E-mail: raquelfiori2109@gmail.com

<sup>2</sup> Licenciada em Química, Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, Doutora em Educação e Professora da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Caçapava do Sul/RS - Brasil. E-mail: maragoi28@gmail.com

## RESUMEN

*A la hora de abordar los contenidos de Enlaces Químicos en el aula, los alumnos experimentan cierto grado de dificultad, dado su carácter complejo en relación con los aspectos teóricos de la materia. Así, este manuscrito, busca presentar los aspectos epistemológicos de Larry Laudan, destacando el abordaje del contenido de los enlaces químicos interatómicos a partir del uso de la metodología Problem Solving. A modo de reflexión, se presentan algunos aportes y proposiciones sobre el progreso de la Ciencia, proposición de teorías racionales que explican cómo ocurren diferentes fenómenos, nuevas opciones axiológicas y metodológicas, así como fácticas surgidas de las ideas de este epistemólogo. Esta concepción se basa en un análisis del libro "El progreso y sus problemas", así como de artículos y autores investigados, señalando que el estudio de los enlaces químicos puede abordarse desde la perspectiva de la Resolución de Problemas en un progreso ascendente. desarrollo cognitivo de los estudiantes de secundaria en su búsqueda por adquirir conocimientos específicos en el campo de la Química.*

**Palabras clave:** Enseñanza de la química; Metodología activa; Epistemología.

## 1. INTRODUÇÃO

Nesse manuscrito apresentam-se aspectos epistemológicos de Larry Laudan buscando uma reflexão sobre a abordagem do conteúdo de ligações químicas interatômicas (LQI) fundamentada no uso da metodologia de Resolução de Problemas. Assim, disserta-se sobre o pesquisador e sobre seus pressupostos de que a Ciência progride pela maneira de resolver situações-problema que emergem do contexto social.

Larry Laudan nasceu em 1941 na cidade de Austin, no Estado do Texas. Formado em Física Bacharelado no ano de 1962, tornou-se Mestre e PhD em Filosofia a partir do ano de 1965. Sendo fundador do Departamento de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Pittsburgh, e atualmente é pesquisador sênior no Instituto de Las Investigaciones Filosóficas da Universidade Nacional Autónoma do México (UNAM) (DAL MAGRO, 2013; OSTERMANN *et al.*, 2008).

Em 1977, Laudan lança sua obra "O Progresso e seus problemas", rumo à teoria do conhecimento científico, com propósito de desenvolver uma Filosofia da Ciência que possa responder às teorias científicas no passado, fornecendo um modelo normativo para o progresso científico do futuro. O autor discorre sobre alguns pontos problemáticos como a racionalidade científica por não conseguir ser exemplificada nas atividades científicas e algumas teorias não parecem ser altamente confirmadas, sendo os fatores irracionais preponderantes na tomada de decisão científica.

As lições do passado evidenciam que as teorias científicas mudam com o tempo, e estas mudanças aumentam quando o conhecimento beneficia mais pessoas, incrementando o avanço científico através da solução de problemas que são os desafios e aspirações humanas para qual a Ciência e a tecnologia têm contribuído. Autores, além de Laudan como Popper, Lakatos, Kuhn influenciaram o Ensino de Ciências por meio de suas epistemologias, mas Laudan em sua análise desenvolve um movimento a favor da racionalidade e análise das teorias científicas vinculadas à tradição de pesquisas. Propõe, ainda, uma taxonomia que diferencia o problema empírico dos problemas conceituais (SUKYS, 1976).

A teoria de Larry Laudan, reafirma o importante valor da metodologia investigativa para o desenvolvimento da Ciência e da Educação no campo do Ensino de Ciências, de modo que possa ser entendida como uma espécie de construção humana, voltada para a Resolução de Problemas e fazer

das teorias científicas, questões empíricas e conceituais que possibilitem o desenvolvimento de experimentos (MOREIRA, 2009).

Para Laudan (1986), a evolução científica realmente ocorre quando os problemas não resolvidos e / ou anômalos são transformados em problemas esclarecidos. Portanto, o autor propõe que a teoria gerada pelas atividades científicas é o resultado da Resolução de Problemas, sendo necessário que a teoria forneça respostas suficientes para questões relevantes.

Laudan (2011) ainda revela que a Ciência e a cognição evoluem resolvendo problemas sociais, resultando em um novo modelo racional baseado no progresso científico. Esse modelo de raciocínio levou o autor a sugerir que o item diagnóstico não deveria ser a teoria em si, mas poderia considerar hábitos investigativos. A teoria epistemológica de Laudan mostra que a evolução científica ocorre por meio da solução de problemas empíricos e conceituais. Esses preceitos são incorporados à prática de pesquisa descrita por Santos e Goi (2012) como um conjunto de métodos e estudos que se aplicam para investigar questões e teorias.

A Química possui uma linguagem própria e conceitos para compreensão das ligações químicas e para o seu aprendizado é necessário desenvolver níveis de conhecimento químico como: teórico, fenomenológico e representacional (NICOLL, 2001; FERNANDES *et al.*, 2010). Conhecer ligações químicas facilita o entendimento das transformações que ocorrem em nosso mundo. Para o Ensino de Química, diversas metodologias ativas podem ser aplicadas, tendo em vista o processo de aprendizado dos alunos baseado na resolução e participação nos problemas propostos. Tais métodos apresentam resultados satisfatórios e participativos no Ensino de Química, visto que tal matéria sempre foi encarada como uma das mais complexas no currículo do aluno (DO NASCIMENTO SERBIM *et al.*, 2021).

Para Laudan (2011, p.18) não se deve implicar apenas em que a Ciência é uma atividade fim para solução de problemas, pois ela é ampla em seus objetivos, como explicar o desenvolvimento da natureza e da Ciência, mas, por outro lado, propicia a esperança de aprender.

Nesta perspectiva, a singularidade Laudasiana e a correlação com o estudo das ligações químicas de modo a demarcar uma metodologia de ensino que facilite a aprendizagem deste conteúdo da disciplina de Química, pois sua proposta é buscar teorias progressistas em resolver problemas com eficiência e distinção de grau.

## **2. O APRENDIZADO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS INTERATÔMICAS (LQI)**

A compreensão no estudo de LQI é estruturante nos conceitos da Química, por derivar a apreensão de propriedades químicas e físicas das substâncias, reações químicas, equilíbrio químico e outros.

De acordo com Franco e Ruiz (2006), a LQI não é propagada além da sala de aula devido ao nível de abstração do conceito, dificultando as relações com o cotidiano. Portanto, é necessário que o professor promova atividades e um ambiente favorável para o desenvolvimento cognitivo de seus alunos. O processo de formação do conceito de LQI está no emprego de alguma situação ou resolução de um problema, tendo em vista que o conceito científico das LQI não se desenvolve alheamente aos conceitos cotidianos. Neste caso, geralmente, estas aulas são aplicadas pela discussão da atração de átomos ou de seus grupos, do compartilhamento de elétrons, da superposição de orbitais, da

distribuição eletrônica, regra de *Hund* e outros dos quais não se consegue experimentá-los em sala de aula, mas pode ser demonstrada por conceitos alternativos.

A International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) em seu Compêndio de Terminologia Química (2019) define LQI como:

Quando forças agindo entre dois átomos ou grupos de átomos levam à formação de uma entidade molecular independente, considera-se que existe uma ligação química entre esses átomos ou grupos. A principal característica de uma ligação em uma molécula é a existência de uma região entre os núcleos de contornos potenciais constantes que permite que a energia potencial melhore substancialmente pela contração atômica à custa de apenas um pequeno aumento em energia cinética. (MCNAUGHT; WILKINSON, 2019, p.1930).

Ou seja, as LQI são as formadoras de substâncias mais estáveis do ponto de vista energético e a estabilização ocorre na diminuição de energia do sistema, e para entender melhor este conceito precisa de uma demanda cognitiva por parte dos estudantes (SANTOS, 2021).

O debate sobre a evolução conceitual tem gerado relevância em razão de uma análise sobre a expressão de par compartilhado de elétrons na estrutura de Lewis e a associação com a mecânica quântica. Linus Pauling revolucionou o entendimento aproximando complementarmente os conceitos de ligação química e estrutura molecular (GILLESPIE; ROBINSON, 2007). Gonçalves *et al.* (2021), investigaram juntos aos licenciandos de Química de uma universidade pública as concepções e representações sobre ligações químicas e concluíram haver muita dificuldade na articulação entre níveis de conhecimento, submicroscópico, macroscópico e simbólico, demonstrando uma formação acadêmica frágil e que os licenciandos precisam dedicar-se para compreender de uma forma científica.

Um estudo conduzido por Batista e Wenzel (2020), aponta motivação como fator principal no aprendizado nos estudos de Química, sendo que há dificuldade para os alunos pesquisados em relacionar fenômenos vivenciados com os conteúdos de Química, e como alternativa, os autores utilizaram minicursos, kit experimentais e oficinas.

Foi desenvolvido pelos autores Janerine *et al.* (2021), uma reflexão coletiva em um curso de licenciatura em Química de uma Universidade pública com o *modus operandi* de praticar aulas de Química com alunos do Ensino Básico. A conclusão deste estudo foi a de que há maior contribuição para o aprendizado quando as discussões teóricas estão ancoradas na prática como estratégia na busca de solução de melhoria desta componente curricular e seus conteúdos específicos.

Ainda no Ensino Básico, encontra-se um Ensino de Química que se utiliza de repetição de exercícios e outras modalidades desconexas da realidade de aproximação do conteúdo com as concepções teóricas, urge neste caso, que se torne um ensino mais expressivo na vida dos alunos, por meio de elaboração de estratégias mais eficazes para o aprendizado.

### 3. O OLHAR SOBRE AS LQI A PARTIR DA PERSPECTIVA DE LARRY LAUDAN

Nos conceitos de LQI, deve-se fundamentar o aprendizado no abaixamento da energia total do sistema que, em contrapartida, surge uma ligação que necessita da adição de energia, assim, declara-se que o Ensino de Química obtém um espaço científico e se coloca em uma área de investigação.

Observa-se que para se estudar o assunto de molécula, por exemplo, o aluno tem que usar suas condições cognitivas de transitar entre a observação e os modelos existentes (SANTOS, 2021).

A conceituação de LQI é de difícil interpretação por divergências entre os modelos estudados e as definições da mecânica quântica (WEISBERG, 2008). Assim, Chassot (2003, p.276) orienta que:

[...] na Ciência não existe uma verdade imutável, mas sim algumas verdades que são transitórias que, inclusive, de tempos em tempos se modificam. Aqui, é preciso mostrar aos nossos alunos e alunas que algumas coisas que aprendemos (e até já ensinamos), hoje, têm explicações diferentes. É recomendável que se mostre que, à medida que são facilitadas as nossas possibilidades do universo, há necessidade de mudar os nossos modelos de interpretação da natureza.

De acordo com o conceito da IUPAC (2019), existe uma ligação química entre os átomos e os seus grupos, decorrente de uma força agindo entre dois átomos ou grupos levando a formação da molécula, sendo que a energia potencial melhora com o aumento da energia cinética. As ligações químicas aceitáveis pela IUPAC (2019) são as apontadas como ligação covalente, iônica e metálica, consideradas por Lewis (1913) e Pauling (1960).

A IUPAC (2019, p.1930) conceitua a ligação covalente como:

Uma região de densidade eletrônica relativamente alta entre os núcleos que surge parcialmente, do compartilhamento de elétrons e dá origem a uma força atrativa e uma distância internuclear característica.

Neste caso, a distribuição de densidade eletrônica em uma molécula ou cristal pode ser observada por difração de elétrons e cristalografia de raios X e também pode ser obtido a partir de cálculos e teoria funcional de densidade. Os átomos são mantidos juntos pela força eletrostática exercida pela carga eletrônica nos núcleos. Mas é a mecânica quântica, e particularmente o princípio de Pauli, que determina a distribuição da carga eletrônica. Portanto, a densidade eletrônica é a chave para a ligação e a geometria de uma molécula porque as forças que mantêm os núcleos juntos em uma molécula são as forças atrativas entre os elétrons e os núcleos (MATTA; GILLESPIE, 2002).

Analogamente, o conceito para as ligações iônicas segundo IUPAC (2019, p.1930):

A ligação entre átomos com eletronegatividades é nitidamente diferente. Em termos estritos, uma ligação iônica se refere à atração eletrostática experimentada entre as cargas elétricas de um cátion e um ânion, em contraste com uma ligação puramente covalente. Na prática, é preferível considerar a quantidade de caráter iônico de uma ligação em vez de se referir a ligações puramente iônicas ou covalentes.

O autor Atkins e Jones (2006), mencionam que para ocorrer ligação química entre átomos há um momento de arranjo de dois núcleos e seus elétrons adquirindo energia menor do que a energia total dos mesmos quando separados. Ainda, para explorar uma ferramenta visual que facilite o entendimento dos alunos, Paralovo (2020), sugere usar para os dois tipos de ligações o uso da distribuição eletrônica nos subníveis energéticos.

Algumas teorias são usadas para estudar e explicar as ligações químicas, tais como: Teoria de Ligação de Lewis; Teoria da ligação de valência; orbitais híbridos e Geometria molecular; Deslocalização eletrônica; Teoria da repulsão dos pares de elétrons de valência; Forma molecular e Momentos de dipolo; Teoria do orbital molecular; Paramagnetismo e Diamagnetismo (BARRETO; RIBAS, 2016). Sendo assim, acredita-se que os pressupostos de Laudan auxiliam neste estudo a superar a visão reducionista dos alunos, por meio da proposição de análise pela Resolução de Problemas tendo em

vista que as teorias são compreendidas à medida que a Ciência progride resolvendo os problemas que se apresentam (LAUDAN, 1986).

As intervenções didáticas podem ser utilizadas para melhor entendimento de conteúdo tão complexo como LQI, com o uso de situações-problema, como sugere Laudan vinculados a outros instrumentos didáticos, tal como demonstrou os autores Fernandes e Campos (2013), em seu estudo junto a alunos do curso de Licenciatura de uma universidade pública rural de Pernambuco.

Laudan (1977) possui algumas teses interessantes de seus estudos, tais como propor um modelo, em que a Resolução de Problemas empírico ou conceitual resulta, necessariamente, no progresso científico e, deste, tem como resultado a elaboração de teorias. Sendo que, a Ciência está em busca de teorias que resolvam a maioria dos problemas empíricos, reduzam os problemas conceituais e tem como objetivo resolver problemas intelectuais. Este progresso consiste em aceitar teorias que possam resolver melhor os problemas.

Uma teoria pode ser mais eficaz que outra, mesmo que não seja capaz de resolver alguns dos problemas resolvidos com êxito pela outra. Por sua vez, as suposições diretivas são julgadas com base no êxito relativo em resolver problemas por meio das teorias que elas apoiam (LAUDAN *et al.*, 1993). O autor demonstra que não se deve usar anacronismos no momento de executar uma análise acerca de quaisquer tipos de tratados, sejam eles científicos, ou da Filosofia da Ciência, salientando a problemática do progresso, que define a Ciência até os dias atuais.

Laudan (1993), salienta em seu trabalho, a importância da pesquisa está vinculada nos resultados, desta forma, constitui um método que seja empírico ao mesmo tempo que é normativo, articulando provas com critérios de validação metodológica.

#### **4. A RELAÇÃO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMA COM AS LIGAÇÕES QUÍMICAS**

A Resolução de Problemas em Química é importante de se utilizar como um objeto de investigação mediante a sua relevância no cenário atual da Didática das Ciências (objetiva ensinar métodos e técnicas que proporcione a aprendizagem do aluno por parte do professor) devido à falta de sistematização das pesquisas relacionadas ao conteúdo de ligações químicas no Ensino de Química. Os problemas interligam os conteúdos de Química com assuntos do cotidiano e sua resolução também ocorre da mesma forma. Estruturar um ensino baseado em problemas é planejar situações em que os alunos consigam buscar estratégias para resolvê-las.

A Resolução de Problemas caracteriza-se por incitar os estudantes a pensar e a criar, logo é usada como uma estratégia que permite superar lacunas formativas quanto à integração de conhecimentos teóricos e práticos. Tendo em vista que o incentivo para aprender Química depende de vários fatores, sendo um deles o método que o professor utiliza em sala de aula, pois, quando o professor utiliza um método de ensino diferente do tradicional, tais como: seminários, contextualização e experimentos, pode estimular o interesse dos alunos em aprender o assunto, e eles podem ser capazes de relacionar o conhecimento da Química com a vida diária (GATTI, 2013).

No entanto, ao propor hipóteses (possíveis soluções) e encontrar novos conhecimentos (fornecidos e mediados pelos professores), pode-se esperar a eficácia deste método. Esta metodologia coloca o sujeito (aluno) no centro do processo de aprendizagem com base nas características investigativas do estudo da Química. Por meio da pesquisa, da busca de conhecimentos, da proposição de hipóteses

e da troca de experiências, os alunos podem ter a garantia de uma fixação e de uma reserva de conteúdos e habilidades (MEDEIROS, 2019).

A Resolução de Problemas traz consigo ideias de Larry Laudan (2011) de que a Ciência é em essência uma atividade de Resolução de Problemas, ao gerar um progresso cognitivo, que se relaciona às aspirações intelectuais da Ciência, progredindo pela maneira como resolve, uma série de problemas gerados no meio social (SANTOS; GOI, 2012). É importante salientar que a Resolução de Problemas não pode ser utilizada isoladamente, ela pode ser aplicada em blocos de dois ou três problemas em sequência com progressivo aumento do grau de dificuldade (GOI; SANTOS, 2009).

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 importante para a avaliação comparativa entre teorias científicas. Nessa perspectiva, para um problema ser considerado resolvido, não implica, necessariamente, que comprove se determinada teoria é falsa ou verdadeira.

No que concerne relacionar Resolução de Problemas com as LQI às estratégias com atividades multifacetadas, pequenas investigações práticas ou de campo, conteúdos conceituais e exercícios, envolve algumas etapas como observações, elaboração de questões e hipóteses, consulta a fontes de informação, planejamento, execução, coleta, análise, interpretação, explicações e compartilhamento de informações (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Os problemas desenvolvidos em uma Resolução de Problemas são geralmente relacionados aos fenômenos naturais e sociais, e notadamente influência ao nível de formação de pensamento, assim, o grau de aplicabilidade desta metodologia deve ser adequado à idade dos alunos para não haver desinteresse em relação à procura da solução.

## **5. POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA DE LARRY LAUDAN PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

A Epistemologia relaciona-se com a metafísica, a lógica e o empirismo, ao avaliar a consistência lógica da teoria e a coerência dos fatos (DOS SANTOS BATISTA; PEDUZZI, 2019). E está 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 observados na natureza, e com isso se tem origem na Ciência como conhecemos atualmente. De forma simplificada, pode-se entender a Epistemologia como o estudo do conhecimento, suas origens, fundamentos e limites (CHIBENI, 2021). A partir deste conceito, a Epistemologia traz duas linhas de análises para a investigação científica, sendo estas linhas a experimentação e a matematização. Larry Laudan contribui para a Epistemologia no Ensino de Ciências que visa esclarecer o processo da construção das Ciências da Natureza e os conteúdos científicos (MEDEIROS *et al.*, 2020).

O termo "concepções epistemológicas" relaciona-se à Ciência e ao conhecimento científico, sendo que os aspectos metacientíficos ou de pesquisa baseada em evidência são orientados para ordenar estudos contemporâneos e formação das visões do ponto de vista Laudaniana. O modelo reticulado de racionalidade de Laudan explica os componentes no desenvolvimento do conhecimento científico, sendo que os três pilares deste modelo: teorias, metodologias, metas e valores da Ciência, são interpretados como os métodos que justificam as teorias, estas limitam as metodologias e as metas

justificam qual metodologia mais adequada. A teoria por sua vez harmoniza os valores da Ciência (GURIDI *et al.*, 2003).

Para os autores Guridi *et al.* (2003), planejar e executar a educação científica deve ter dois pressupostos: 1) resgatar concepções dos alunos e procurar entender a racionalidade; e, 2) explicitar aos alunos quais os valores, metas e metodologia da Ciência. Portanto, discutir o processo de construção de conhecimento científico é importante para o entendimento dos conteúdos de Química. Para Laudan (2011) gerar modelos científicos para aplicar em situações problema, torna-se mais eficaz do que teorias, sendo este o objetivo das ciências.

Segundo os pressupostos de Laudan (1986), as teorias do naturalismo normativo são consideradas relevantes, e as diferenças entre Ciência e não Ciência perdem o sentido. Com estas teorias é possível auxiliar os alunos a ter uma visão melhor da Ciência, e propor que esta seja vista como uma atividade que solucione os problemas que irá resultar em uma teoria (LAUDAN, 1986; MEDEIROS *et al.*, 2020).

Neste sentido, Santos e Goi (2012), ressaltam a importância de que a teoria consiga proporcionar respostas aceitáveis e relevantes. E, com mérito da teoria e comparação das perguntas, é possível testar e comprovar a verdade desta teoria.

Quando Laudan propõe o modelo voltado para Resolução de Problema (empírico ou conceitual), observa-se que estes modelos são uma parte básica no progresso científico. Tendo a Ciência como objetivo de ampliar os pontos dos problemas empíricos resolvidos, e como contrapartida reduzir os problemas anômalos e conceituais. Então, a partir dessas teorias e modelos, denota-se que a Ciência é complexa e que se encontra submetida a eventuais mudanças e transformações com o passar do tempo (LAUDAN, 1986, MEDEIROS *et al.*, 2020).

Em vista disso, a Epistemologia proposta por Larry Laudan foi importante para constituir um referencial teórico para o ensino, trazendo uma visão para o trabalho científico, e com o enfoque na Filosofia e História da Ciência no aspecto social. Com a Epistemologia de Larry Laudan é possível fazer uma leitura atualizada sobre os conhecimentos científicos, que corroboram com os entendimentos das teorias específicas, que problematizam a visão predominante e positiva da Ciência no contexto escolar (MEDEIROS *et al.*, 2020).

## 6. A TRADIÇÃO DE PESQUISA E A EFICÁCIA NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Lakatos (1989), em seu programa de pesquisa, iniciou a Tradição de Pesquisa, mas sua metodologia chamada de "Lógica da descoberta" não conseguiu explicar descobertas científicas como a descoberta do Raio-X, Elétrons, Mésons, entre outros. Sua ideia era reconstruir a História da Ciência de modo lógico-metodológico, mas ficou apenas uma reconstrução filosófica e especulativa da história (TUCHANSKI, 2012). Neste contexto, entra em cena a Tradição de Pesquisa de Laudan, pois ele assevera que o modelo Lakatiano é empírico e não permite mudanças, propondo um modo de compreender a atividade científica e a avaliação de teorias, sendo que a primeira se pauta pela Resolução de Problemas, ou seja, a capacidade de resposta adequada a uma questão do que pela corroboração ou confirmação (DE MENDONÇA, 2008).

A atividade orientada pela Tradição de Pesquisa é a concepção de que a Ciência visa solucionar problemas. Embora a mesma não forneça resposta específica a um determinado problema, não está

fora do processo de solucionar problemas, pois a tradição oferece ferramentas para resolver problemas tanto empíricos como conceituais.

Laudan (2011, p. 117) cita que “a tradição de pesquisa bem-sucedida é aquela que leva, por meio das teorias que a compõem, a solução adequada de um número crescente de problemas empíricos e conceituais”.

Laudan (1984) aponta que em termos de Filosofia e História da Ciência, pouca atenção deu-se à importância científica de atividades entendidas como a Resolução de Problemas. O que geralmente precisa ser tratado é resolver os problemas empíricos peculiares à natureza. O problema é o ponto central do pensamento científico, a teoria é o resultado (NAIME; NASCIMENTO, 2015). Ele entende que o confronto dialético é essencial para o desenvolvimento e o progresso do conhecimento científico. Sua atenção não está voltada para a distinção entre Ciência e não Ciência. As teorias, sejam teorias científicas ou outras, devem seguir compromissos empíricos e conceituais (PIERINI *et al.*, 2015).

Laudan amplia os tipos de problemas existentes: empíricos e conceituais. O autor define problemas empíricos como “qualquer coisa acerca do mundo natural que nos surpreende como estranha ou que necessita de uma explicação; não necessitam descrever com precisão um estado de coisas real, o que se requer é que alguém pense que é um estado de coisas real” (LAUDAN, 1986, p. 43).

Para tanto, Laudan (1986) descreve três tipos de problemas empíricos: os não resolvidos que são aqueles que não foram devidamente resolvidos por nenhuma teoria (pode-se exemplificar como resultados experimentais que são difíceis de reproduzir ou instrumentos de medida que não são confiáveis); os resolvidos, que é o oposto do primeiro, aqueles resolvidos satisfatoriamente por alguma teoria (exemplifica-se como uma teoria que por algum tempo resolvia o problema), e, como último têm-se os problemas anômalos, que se resolvem parcialmente (como exemplo, relacionam-se ao grau de discrepância entre o resultado experimental observado e a previsão teórica ou à sua resistência em ser resolvida por uma dada teoria).

Para os problemas conceituais, que são de ordem superior, Laudan (1986) distancia-se dos filósofos empiristas e define dois tipos de problemas conceituais, ou seja, aqueles apresentados por uma teoria: os internos que demonstram uma teoria inconsistente e autocontraditória (ao qual exemplifica-se como uma ambiguidade no âmbito da teoria) e os externos da qual se apresenta inconsistente com outra teoria aceita e nesta o autor subdivide em três dificuldades: as intra científicas que é quando as teorias de diferentes domínios encontram-se em tensão, as normativas mostram que teorias podem conflitar com teorias mercadológicas da comunidade científica e as relativas à visão de mundo que entra em conflito com algum componente da visão do mundo dominante.

O modelo centrado em Resolução de Problemas, do ponto de vista de Laudan (1986), demonstra que nas Ciências deve-se ampliar ao máximo a esfera de problemas empíricos resolvidos, ao mesmo tempo, que se deve reduzir ao mínimo o âmbito de problemas anômalos e conceituais. A sugestão de Laudan (1986) é que a eliminação dos problemas conceituais constitui um progresso, portanto, desde que as dificuldades conceituais relacionadas sejam resolvidas teoricamente, é possível que pessoas com menos experiência substituam essas teorias por confirmações teóricas e estas não serão tão confirmadas (DOS SANTOS, 2011).

A teoria da Resolução de Problemas, proposta por Laudan, tenta solucionar os problemas da proximidade do aluno ao modelo do trabalho científico que tange às soluções dos problemas empíricos

e conceituais. Nesta proposta de pesquisa, a tradição tem como hipótese configurar a sala de aula como ferramenta para resolução dos problemas, e construir uma visão de que a Ciência é humana e sujeita ao erro, possibilitando que o aluno tenha uma visão crítica sobre os fatos científicos apresentados na realidade atual (DOS SANTOS BATISTA; PEDUZZI, 2019).

As tradições de pesquisa são metodologia e tecnologia, que podem resistir a mudanças teóricas e estabelecer o que existe na História da Ciência. Semelhante às teorias consideradas mais adequadas para resolver mais problemas, se um conjunto de teorias que o caracterizam em um determinado momento é mais adequado do que as teorias que constituem uma tradição de pesquisa competitiva, então uma tradição de pesquisa é mais apropriada do que outra (JÚLIO *et al.*, 2011).

O papel que justifica a Tradição de Pesquisa é a de racionalizar ou justificar teorias. Assim estas identificam suposições: problemáticas (são justificadas pela Tradição de Pesquisa), proibidas (aquelas não aceitas pela Tradição de Pesquisa) e para aquelas que necessitam de fundamentação na teoria, a Tradição de Pesquisa não oferece comprovação para estas.

Com isso, é possível compreender que a evolução cognitiva e científica se desenvolve através da Resolução de Problemas, seja empírico ou conceitual. Mas esta expectativa apenas poderá ser efetivada à medida que se aprende a resolver problemas. Neste campo, um trabalho proveitoso, que é pedagogicamente orientado, estabelece situações-problema que podem promover o empreendimento do conhecimento científico somado ao desenvolvimento de atitudes para resolução dos problemas estabelecidos (LAUDAN, 2011; MEDEIROS *et al.*, 2020).

## **7. A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DA QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

No universo da Educação Básica, mais especificamente do Ensino Médio, há uma diversidade de disciplinas com suas transformações e transições: o aluno encontra dificuldades muitas das vezes no componente de Química. Para agregar a construção deste novo conhecimento nesta área específica, o professor precisa adotar diferentes ferramentas para os conteúdos de Química que se quer abordar em sala de aula.

Com este referencial, deve-se objetivar a busca constante da formação de docentes para poderem melhorar a proposta de ensinar e saber identificar os problemas de interações dos alunos à disciplina, com aproximação da realidade cotidiana em sua atuação docente, problematizando-a e fundamentando ações e estratégias de intervenção pedagógica para que nossos alunos não sejam apenas sujeitos de aprendizagem, mas compartilhar a comunicação e socialização de conhecimentos.

O ingresso daqueles alunos que conseguem vincular-se ao Ensino Médio constitui-se em uma busca de seu papel na sociedade, gerando muitas expectativas para a formação de um cidadão que possa ter sustentabilidade no meio em que irá atuar. O triângulo: interação entre os alunos, conteúdos de aprendizagem e o professor fornece como resultado o conhecimento. Para ocorrer a construção, o aluno deve ter a relação do conteúdo novo com aquele já conhecido, ou seja, conhecimento anterior auxilia os novos conceitos.

Trazendo a abordagem em "O progresso e seus Problemas", há que se demonstrar a existência de outras teorias, e como a Ciência se desenvolve, desconstruindo a ideia para com os alunos de que a Química é estática.

Em uma investigação acerca de concepções de Laudan nos conteúdos de Física no universo do Ensino Médio, De Souza e de Andrade Neto (2020), conduziram o uso combinado do Progresso da Ciência e Resolução de Problemas com situações atuais de Física, através de problemas abertos e fechados, e perceberam a evolução da natureza da Ciência dos alunos em uma competição de teorias em desenvolvimento, ou seja, houve a compreensão da Ciência através de várias teorias para explicar alguns fenômenos demonstrado neste estudo.

Dos Santos (2006), relata que em "O Progresso e seus problemas", Laudan não demarca a Ciência com outros campos intelectuais, mas destaca que disciplinas científicas são mais progressivas na Resolução de Problemas devido a aspectos metodológicos e ontológicos.

Assim, evidencia-se que para o âmbito escolar, aplicar as teorias Laudasianas produz teorias eficazes na solução de problemas, mesmo tendo outras formas de se resolver problemas, mas o uso de modelos científicos pode auxiliar na resolução de problemas científicos.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visão cientificista de Laudan contribui em diferentes áreas do conhecimento, consistindo em classificar problemas científicos que estimulem a Ciência e a análise de teorias que advém deste estímulo, levando à compreensão do progresso científico. Este progresso baseia-se em teorias que conseguem resolver problemas, restringindo metodologias e harmonizando os objetivos.

Ao situar regras importantes para uma metodologia segura, Laudan salienta que a importância da pesquisa está nos resultados, articulando provas e validação metodológica para utilizá-la em sala de aula nos conteúdos do Ensino de Química. Sendo assim, propostas de uma abordagem epistemológica em sala de aula são viáveis de serem compreendidas pelos professores e podem potencializar as concepções sobre os conteúdos de Química com o objetivo de uma melhor compreensão dos conteúdos tratados na Educação Básica.

Portanto, verifica-se que as tradições de pesquisa apresentam formas de investigação, experimentação e domínio dos conteúdos. E sendo a Química, uma Ciência que surgiu na sociedade mais contemporânea, esta permaneceu fundamentada em entendimentos racionalistas, para isso, deve-se tratar o assunto não de uma forma de tradição mecanicista, mas de uma forma que a Química possa estabelecer soluções relevantes aos problemas empíricos e conceituais, pela busca contínua do progresso científico podendo se consolidar no cenário atual da sociedade.

## 9. REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 35. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARRETO, Uarison Rodrigues; BEJARANO, N. R. R. Modelos de ligação química: uma discussão filosófica. **Anais...** Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis/SC. v. 18, 2016. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1421-1.pdf>. Acesso em 24 de set. 2022.

BATISTA, Laura Spohr; WENZEL, Judite Scherer. O que dizem as pesquisas acerca da motivação para o ensino de química? **Vivências**, v. 17, n. 32, p. 57-67, 2021.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: **Questões e Desafios para a Educação**. 3ªed. Ijuí: UNIJUÍ, p.440, 2003.

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 18 nov. 2022.

DAL MAGRO, Tamires. Critério de decisão entre hipóteses científicas Rivals: Kuhn, Lakatos e Laudan. **Cognitio-Estudos**, 10, n 2, p.174-190, 2013.

DE MENDONÇA, Josailton Fernandes. Modelos de explicação da ciência e suas limitações. **Trilhas Filosóficas**, v. 1, n. 2, p. 51-69, 2008.

DE SOUZA, Maira Giovana; DE ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. investigação acerca das concepções sobre a natureza da ciência de alunos do Ensino Médio após ensino combinado da epistemologia de Laudan e de problemas em aberto de Física Contemporânea dentro da UEPS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, 2020.

DO NASCIMENTO SERBIM, Flávia Braga; DOS SANTOS, Adriana Cavalcanti. Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 20, n 1, p.49-72, 2021.

DOS SANTOS, Carlos Alberto Gomes. **A falência dos modelos normativos de filosofia da ciência—a astrologia como um estudo de caso**. 2006. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

DOS SANTOS BATISTA, Carlos Alexandre; PEDUZZI, Luiz OQ. Concepções epistemológicas de Larry Laudan: uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do ensino de ciências e ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, 24, n 2, 38-55,2019.

DOS SANTOS Wildson Luis Pereira. A química e a formação para a cidadania. México: **Educación química**, v.22, n.4 2011.

FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes; MARCELINO, JÚNIOR. Concepções alternativas dos estudantes sobre ligação química. **Experiências em Ensino de Ciências**, 5(3), p. 19-27,2010.

GARCÍA FRANCO, Alejandra; GARRITZ RUIZ, Andoni. Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 111-124, 2006.

GATTI, Bernardete A. Educação, escola e formação de professores: políticas e impasses. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 50, p. 51-67, 2013.

GILLESPIE, Ronald J.; ROBINSON, Edward A. Gilbert N. Lewis and the Chemical Bond: The Electron Pair and the Octet Rule from 1916 to the Present Day. **Journal of Computational Chemistry**. v. 28, n. 1, p. 87-97, 2007.

GOI, Mara Elisângela Jappe.; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos Santos. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 203-209, 2009.

GONÇALVES, Alécia Maria; DOS SANTOS SILVA, Camilla Carla; GOMES, Fabiana. A compreensão de conceitos e modelos de ligações químicas no curso de licenciatura em química–IFG-Campus Uruaçu. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, 2021.

GURIDI, Verónica; SALINAS, Julia; VILLANI, Alberto. Contribuições da Epistemologia de Laudan para a compreensão das concepções Epistemológicas de Estudantes secundários de Física. **Anais... IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 2003. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL055.pdf>. Acesso em 24 de set. 2022.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V.N. Laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v.88, n.1, p. 28-54, 2004.

IUPAC. **Compendium of Chemical Terminology**, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). Online version (2019) created by S. J. Chalk. ISBN 0-9678550-9-8. <https://doi.org/10.1351/goldbook>.

JANERINE, Aline de Souza; QUADROS, Ana Luiza de A reflexão coletiva na formação de professores: uma experiência no curso de licenciatura em química da UFVJM. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 23, 2021.

JULIO, Josimeire; VAZ, Arnaldo; FAGUNDES, Alexandre. A. Atenção: alunos engajados – análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 63-81, 2011.

LAUDAN, Larry. **El progreso y sus problemas**. Madrid: Encuentro,1986.

LAUDAN, Larry. *et al.* Mudança científica: modelos filosóficos e pesquisa histórica. **Estudos Avançados**, v. 7, n. 19, p. 7-89, 1993.

LAUDAN, Larry. **O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico**. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo, SP: Unesp,2011.

LAUDAN, Larry. **Sciences and Values**, Berkeley: Univ. Of California Press,1984.

LEWIS, Gilbert N. Valence and Tautomerism. **Journal of the American Chemical Society**, v. 35, n. 10, p. 1448-1455, 1913.

MATTA, Cherif; GILLESPIE, Ronald. Compreensão e interpretação das distribuições de densidade eletrônica molecular. **Journal of Chemical Education**, v. 79, n.9, p.1141, 2002.

MEDEIROS, Denise Rosa; *et al.* Uma análise a partir da epistemologia de Larry Laudan dos modelos atômicos. **Cadernos CIMEAC**, 10, n 2. p.209-226, 2020.

MEDEIROS, Denise Rosa. **Resolução de problemas como proposta metodológica para o ensino de química**. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pampa, MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2019.

MOREIRA, Joana Adelaide Cabra. **Saber docente, oralidade e cultura letrada no contexto da educação infantil análise da prática docente à luz dos autores da Escola de Vygotsky**. 235f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

NAIME, Roberto; DO NASCIMENTO, Carlos Augusto. **Monitoramento de pH, temperatura, OD, DBO e condições microbiológicas das águas do arroio pampa em Novo Hamburgo-RS**. Londrina: Uniciências, 2015.

NICOLL, Gayle A report of undergraduates' bonding misconceptions. **International Journal of Science Education**, 23(7), p.707-730, 2001.

OSTERMANN, Fernanda *et al.* Tradição de pesquisa quântica: uma interpretação na perspectiva da epistemologia de Larry Laudan. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 7(2), p.367-386, 2008.

PARALOVO, José Luiz. **Um novo olhar sobre as ligações químicas**. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional). 174f. Instituto de ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2020.

PAULING, Linus. **The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals: An Introduction to Modern Structural Chemistry**. 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1960.

PIERINI, Max F.; *et al.* Aprendizagem baseada em casos investigativos e a formação de professores: o potencial de uma aula prática de volumetria para promover o ensino interdisciplinar. São Paulo: **Química Nova na Escola**, n.2 v.37, p. 112-119, 2015.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos.; GOI, Mara Elisângela Jappe Goi. Resolução de Problemas no Ensino de Química, fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. **Anais...** XVI Encontro Nacional de Ensino de Química/X Encontro de Educação Química da Bahia. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, p. 1-11, 2012. Disponível em:<https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7605>. Acesso 2m 21 de nov.2022.

SANTOS, Josiane. Mágio dos. **Uma revisão sistemática: ligação química no ensino médio sob a óptica da história da ciência**. Araraquara,103 f.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, 2021.

SUKYS, Vito Algirdas. Larry Laudan: Progress and Its Problems: Toward a Theory of Scientific **Growth. Ciência e filosofia**, n. 3, p. 235-241, 1986.

TUCHANSKI, Barbara. Thomas Kuhn e seus modificadores intercontinentais. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 505-533, jan. 2012. Disponível em: [[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662012000300005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662012000300005)]. Acesso em: 18 nov. 2022.

WEISBERG, Michael. Challenges to the Structural Conception of Bonding. **Philosophy of Science**, v.75, p. 932-946, 2008.

**Submissão: 18/04/2023**

**Aceito: 17/07/2023**