

Uma Sequência Didática nos conceitos correlatos ao estudo da vitamina C presente nas polpas de frutas

A Didactic Sequence in concepts related to the study of vitamin C present in fruit pulps

Una Secuencia Didáctica en conceptos relacionados con el estudio de la vitamina C presente em las pulpas de frutas

Joyce de Sousa Filgueiras (joycesousa2011@gmail.com) (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Aracati*)

Felipe Alves Silveira (felipesilveiraquimica@gmail.com) (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Fortaleza*)

Ana Karine Portela Vasconcelos (karine@ifce.edu.br) (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Paracuru*)

Resumo

O uso da experimentação justifica-se pelas contribuições na construção da teoria com a prática através da contextualização dos saberes científicos, haja vista que as atividades sejam baseadas em problemas reais que visem o estímulo e protagonismo do estudante. Diante disso, a presente investigação tem por objetivo propor uma Sequência Didática (SD) abordando a experimentação no âmbito do ensino de Química, a fim de facilitar a aquisição do saber científico, tendo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) como suporte teórico. A atividade proposta consiste em aulas teóricas e práticas mediante o uso de materiais de baixo custo que podem ser ministradas em turmas de Ensino Médio com foco no conteúdo solubilidade de compostos orgânicos através do tema vitamina C. Destarte, este trabalho pode colaborar na elaboração de aulas dos professores, pois foge ao modelo tradicional de ensino veementemente criticado. Os alunos estarão envolvidos num processo de construção e reconstrução da aprendizagem mediante a interação dos conceitos já existentes com os novos, cujo processo corrobora para a curiosidade e o pensamento crítico. Ademais, proporcionar entendimento dos conceitos de forma contextualizada através de materiais utilizados no nosso cotidiano buscando explorar os aspectos químicos existentes, tornando os estudantes autores na construção do conhecimento.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Experimentação; Química; Sequência Didática.

Abstract

The use of experimentation is justified by the contributions in the construction of theory with practice through the contextualization of scientific knowledge, given that the activities are based on real problems that aim at stimulating and protagonizing the student. In view of this, the present investigation aims to propose a Didactic Sequence (DS) addressing experimentation within the teaching of Chemistry, in order to facilitate the acquisition of scientific knowledge, with the Theory of Meaningful Learning (TAS) as theoretical support. The proposed activity consists of theoretical and practical classes through the use of low-cost materials that can be taught in high school classes with a

Recebido em: 26/06/2023

Aceito em: 16/02/2023

focus on the solubility content of organic compounds through the vitamin C theme. of teachers, as it deviates from the vehemently criticized traditional teaching model. Students will be involved in a process of construction and reconstruction of learning through the interaction of existing concepts with new ones, which process supports curiosity and critical thinking. In addition, providing understanding of concepts in a contextualized way through materials used in our daily life, seeking to explore existing chemical aspects, making students authors in the construction of knowledge.

Keywords: Meaningful Learning; Experimentation; Chemistry; Following teaching.

Resumen

El uso de la experimentación se justifica por los aportes de la teoría con la práctica a través de la contextualización del conocimiento científico, dado que las actividades se basan en problemas reales que buscan estimular y protagonizar al estudiante. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo proponer una Secuencia Didáctica (DS) que aborde la experimentación en la enseñanza de la Química, para facilitar el conocimiento científico, teniendo como soporte teórico la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS). La actividad propuesta consiste en clases teóricas y prácticas mediante el uso de materiales accesibles que se pueden enseñar en la escuela secundaria con un enfoque en el contenido de solubilidad de los compuestos orgánicos a través del tema de la vitamina C. modelo de enseñanza tradicional criticado con vehemencia. Los estudiantes se verán envueltos en un proceso de construcción y reconstrucción del aprendizaje a través de la interacción de los conceptos existentes con los nuevos, despertando la curiosidad y la criticidad. Además, propiciar la comprensión de conceptos de forma contextualizada a través de materiales de uso cotidiano buscando explorar aspectos químicos existentes, convirtiendo a los estudiantes en autores en la construcción del conocimiento.

Palabras-clave: Aprendizaje significativo; Experimentación; Química; Siguiendo la enseñanza.

INTRODUÇÃO

A área de ciências da Natureza, a qual engloba as disciplinas de Física, Química e Biologia, tem como intuito investigar a nível microscópico, macroscópico e simbólico, as características e transformações físicas, químicas e biológicas dos seres vivos e do meio ambiente. No contexto educativo, o nível microscópico deve ser explicado de forma prática e contextualizada, como por exemplo, através de experimentos, para melhor ser compreendido pelos discentes.

O estudo da Química, por exemplo, fornece explicações vultosas sobre diversos fenômenos da natureza e esse saber pode ser utilizado em benefício de todos os seres vivos. Dentre alguns aspectos profícuos desse estudo, pode-se citar o aumento da produção de alimentos, de descobertas de curas e tratamentos de doenças, como a vacina para combater o Coronavírus (COVID-19), de vestuário, de moradia, da criação

de fertilizantes e da utilização de energias renováveis em prol do meio ambiente (ATKINS; JONES, 2011). O seu saber, que deve ser voltado para o bem enquanto cidadão, pode conduzir a formação de pessoas críticas e reflexivas, que visam a dialogicidade em detrimento do bem-estar da sociedade e do meio ambiente.

Um dos ramos de estudo dessa ciência, por exemplo, é intitulado de Química Verde, que conforme Brown, Lemay e Bursten (2005, p. 671), “promove o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos compatíveis com a saúde humana e que preservam o meio ambiente”. De acordo com Birch (2018), os químicos estudam novos meios para fazer combustíveis que não bombeiem gás carbônico (CO₂) na atmosfera, como por exemplo, o uso do hidrogênio verde. Destarte, promove a redução da poluição na sociedade, de energia, de dejetos e de fontes não renováveis.

O estudo dessa área possibilita entender a linguagem e os conceitos químicos, que são universais, para descrever e melhorar o saber e facilitar o entendimento em prol do meio ambiente, de todos ao seu redor (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). Levando em consideração o processo de ensino e aprendizagem no que tange ao aspecto microscópico quanto o macroscópico, os mesmos devem ser abrangidos em sala a fim de facilitar a compreensão do saber científico. O uso de metodologias diferenciadas, no sentido que considerem os sujeitos protagonistas e não como depósito de saberes, devem ser utilizadas para que contemplem os aspectos mencionados (ASTOLFI; DEVELAY, 1995; JÚNIOR; PIRES, 2019; LEAL; 2009; LEITE; JÚNIOR; RODRIGUES, 2018).

Caso não seja levado em consideração os enfoques discutidos, culminará num modelo tradicional de ensino. Astolfi e Develay (1995) testificam que há críticas às práticas desse modelo, no qual o professor apenas leva os seus saberes para que os estudantes aprendam, não existindo uma construção conjunta do conhecimento. As respostas de determinados conceitos químicos são dadas de acordo com o conteúdo trabalhado, na qual a capacidade de discussão, argumentação, reflexão e contextualização do sujeito não é analisada.

As atividades de experimentação, que consideram os saberes prévios dos estudantes, corroboram para a inter-relação entre a teoria e a prática e isso foge das práticas tradicionais de ensino, veementemente criticadas, haja vista considerar os sujeitos ativos, protagonistas, que possuem capacidade para a construção de respostas através de questionamentos instigados pelo professor, visando o dinamismo e a

dialogicidade (BATISTA; GOMES, 2020; LEAL; 2009; MEDEIROS; RODRIGUEZ; SILVEIRA, 2016; MOREIRA, 2009; SILVA; FERRI, 2020).

O uso da experimentação auxilia na construção da teoria e a mesma determina os tipos de experimentos possíveis a serem realizados (HODSON, 1988). Da mesma forma que o saber científico, muitas vezes, é construído através da consolidação ou substituição de teorias, as atividades destinadas à produção de conhecimento devem acontecer através da compreensão, possibilitando que caso não haja ideias adequadas os estudantes devem ser encorajados e estimulados a produzir novos conceitos (HODSON, 1994). As ideias dos sujeitos sendo levadas em consideração, mesmo que errôneas, acarretará em dinamismo na aula, pois condicionará a discussões além das planejadas pelo professor e poderá sanar dúvidas existentes e suplantará possíveis erros de entendimento sobre o assunto.

É fundamental um novo olhar na forma como as metodologias propostas têm sido desenvolvidas no âmbito escolar, cujo propósito é formar estudantes participativos, reflexivos, críticos, que sejam protagonistas na resolução das tarefas propostas (GIORDAN, 1999; JÚNIOR; PIRES, 2019). Os estudantes devem fazer parte desde o começo na execução das atividades a serem desenvolvidas, assim não serão apenas coadjuvantes como comumente acontece. É importante serem desafiados e não apenas existir o fornecimento das respostas dos assuntos contemplados em sala.

O trabalho trata-se de uma proposta de atividades experimentais a serem realizadas no primeiro ano do Ensino Médio, haja vista a importância da aplicação dessa metodologia que visa a corroborar no processo de ensino e aprendizagem que será respaldada pela literatura. À face do exposto, apresentaremos uma Sequência Didática (SD), tendo em vista a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) como aporte teórico para alcançar indícios de uma Aprendizagem Significativa (AS) do conteúdo Vitamina C, voltado à área da Química Orgânica, podendo envolver outras áreas do conhecimento, que compreenda o contexto histórico e a importância nutricional dessa vitamina no organismo, no qual o professor poderá adotar como plano de ensino.

Nas seções subsequentes haverá uma explanação sobre a teoria norteadora da pesquisa, a TAS, assim como uma discussão da relação entre a teoria e a prática no ensino e, por fim, as compreensões sobre a SD. Posteriormente, apresentamos uma proposta de SD contemplando o tema da Vitamina C, no viés da Química Orgânica, utilizando materiais de fácil acesso e custo para que haja facilidade na preparação e execução. Ademais, o estudante fará parte das discussões e terá a capacidade de

fomentá-las em prol da aprendizagem do assunto com o auxílio e apoio, imprescindível, do professor.

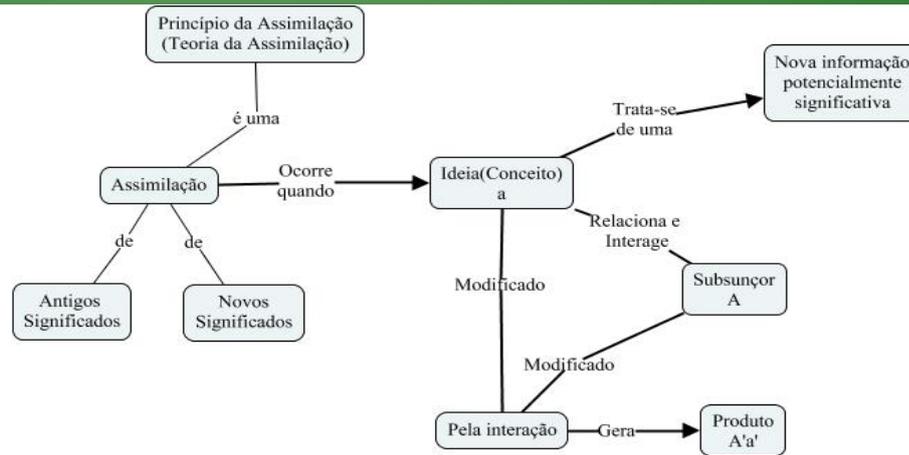
TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)

É primordial que os saberes prévios dos estudantes sejam considerados no âmbito escolar para que se sintam inseridos na sala de aula. Ao considerá-los para a apreensão dos novos, estará em conformidade com o que estabelece a TAS de David Paul Ausubel (2003). Essa destaca a importância do conhecimento prévio, denominado também de subsunçor, como fator isolado mais relevante na determinação do processo de ensino e aprendizagem (MOREIRA, 2011).

A TAS é compreendida como um processo que envolve a reflexão, a compreensão e a concessão de significados do sujeito em interação com o meio em que vive. Assim, a teoria se opõe a concepções inatistas de que o ser humano já nasce com características que são mantidas ao longo da sua trajetória de vida ou comportamentos que concebem as ações como forma de resposta aos estímulos externos (AUSUBEL, 2003; BACHELARD, 1996). Nesse sentido, esta teoria concebe que novos conhecimentos são assimilados pela estrutura cognitiva do sujeito, a partir de subsunçores.

Com o propósito de salientar e tornar mais claro a ocorrência da ligação entre a nova informação e a estrutura cognitiva, Ausubel introduziu o princípio da assimilação ou teoria da assimilação, que na verdade é a TAS, que busca esclarecer como o conhecimento é organizado na estrutura cognitiva. Para o autor, o subsunçor não é somente um objeto em que a informação fica retida, possuindo uma função interativa, facilitando a passagem de informações relevantes através de barreiras perceptivas do indivíduo e fornecendo ligação entre a nova informação recém-percebida e o conhecimento adquirido anteriormente (NOVAK, 1981). É importante reiterar que os subsunçores funcionam como ideias-âncoras para novos conhecimentos, que podem vir a ser modificados ou potencializados, ficando cada vez mais ricos em significados e, conseqüentemente, facilitando a construção da aprendizagem.

Ademais, destaca-se que os estudos de Ausubel indicam que o centro da teoria expressa o processo dinâmico entre o novo conceito aprendido e os subsunçores já existentes (MOREIRA, 1999). A Figura 1(um) a seguir, representada através de um mapa elaborado por meio do *software* CmapCloud, aborda a teoria.



Fonte: Elaborado pelos autores através do *CmapCloud*, 2022.

Figura 1 - Representação Esquemática de acordo com Ausubel sobre a Teoria da Assimilação.

Conforme a Figura 1, o princípio da assimilação ou teoria da assimilação, trata-se de uma assimilação de antigos e novos significados que contribui para a aprendizagem. O processo ocorre entre uma nova ideia, conceito, fórmula ou proposição potencialmente significativa, denominado de *a*, que se relaciona e interage com outra ideia já estabelecida na estrutura cognitiva do sujeito (subsunçor), intitulada de *A*, no qual devido a essa interação ocasiona o produto interacional (subsunçor modificado) *A'a'*. Os mesmos podem adquirir significados adicionais ao longo do tempo. A dissociação entre *A'* e *a'* favorece a retenção de *a'* (MOREIRA; MASINI, 1981). De acordo com Moreira (2012),

a interage com *A* gerando um produto interacional *a'A'* que é dissociável em *a'+A'* durante a fase de retenção, mas que progressivamente perde dissociabilidade até que se reduza simplesmente a *A'*, o subsunçor modificado em decorrência da interação inicial. Houve, então, o esquecimento de *a'*, mas que, na verdade, está obliterado em *A'* (MOREIRA, 2012, p. 17).

Deste modo, o autor afirma que em um determinado tempo após a assimilação, os conceitos *A'* e *a'* são dissociáveis. Espontânea e progressivamente as novas ideias vão se tornando menos dissociáveis da estrutura cognitiva, aspecto esse conhecido como obliterador, até se obter o subsunçor modificado *A'*. Tal processo é chamado de subsunção subordinada ou aprendizagem. Retoma-se ao fato do conhecimento prévio ser essencial (MOREIRA, 2012).

Esta interação entre *a* e *A* não é fixa e muito menos limitada, haja vista que novas interações ocorrerão com *A*, a partir novos *a*. Com isso, evidencia-se as inúmeras possibilidades que os indivíduos tem de construir, desenvolverem e potencializarem os seus conhecimentos acerca dos fenômenos, conceitos e contextos que os cercam.

Ademais, salienta-se que o conhecimento prévio pode nem sempre ajudar, podendo funcionar como um obstáculo epistemológico, conforme Gaston Bachelard, já que nem sempre é uma variável facilitadora. Um exemplo é considerar o átomo como um sistema planetário em que isso dificulta o entendimento do estudante referente à estrutura do átomo na ótica da Mecânica Quântica (DUIT, 1999). Isso obstaculiza enormemente a AS do assunto. É necessário verificar esse obstáculo e superá-lo a fim de que o saber científico seja predominante no ensino (BACHELARD, 1996). Caberá ao professor intervir para que o saber prévio não se torne um entrave na aprendizagem.

No trabalho de Pena (2018) foram encontrados dois obstáculos epistemológicos na formação inicial dos professores de Química denominados de valorativo e experiencial, no qual dificultam uma boa profissionalização docente em Química e, conseqüentemente, interfere no processo de aprendizagem. Recomenda-se que o professor busque refletir sobre o seu fazer pedagógico antes, durante e depois da sua aula, sem usar como base apenas as aulas dos seus antigos professores, para que de fato constate se as ações desenvolvidas em sala fazem jus ao novo espírito científico e que não sejam em sua totalidade aulas tradicionais, que são veementemente criticadas (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014; SHÖN, 2000).

O ideal conforme o novo espírito científico é pensar, entender e refletir com a ação desenvolvida em sala de aula buscando a criticidade (FARIA; RECENA, 2020). Os estudantes já possuem conhecimentos empíricos prévios no qual a ruptura que ele propõe não deva ser interpretada como se o saber empírico fosse desconsiderado. É importante realçar que a AS se caracteriza por uma interação entre os aspectos relevantes da estrutura cognitiva do sujeito com as novas informações abordadas. Esse processo não ocorre por uma mera assimilação (AUSUBEL, 2003). Conforme Moreira (1999),

Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma espécie de hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a (e assimilados por) conceitos, a ideias, a proposições, mais gerais e inclusivos. Essa organização decorre, em parte, da interação que caracteriza a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999, p. 13).

Assim, para que o estudante possa ter uma AS, a investigação deve-se amparar na sua forma de agir. É ele que deve operar na tentativa de interligar esses novos conceitos propostos em sua estrutura cognitiva perante aquilo que já sabe (AUSUBEL, 2003). Contudo, tal processo não ocorre de forma deliberada, sendo de suma importância que o professor intervenha no ensino, ocasione a reflexão, os conhecimentos prévios, a

argumentação e a discussão, pois são estes fatores que movimentam o estudante a ancorar os novos conceitos.

Caso não haja conhecimentos prévios, ou os mesmos não sejam adequados a respeito de um determinado assunto, é sugerido como estratégia, como facilitação, a elaboração de organizadores prévios, um recurso instrucional a partir do qual serão elaborados para servirem de ancoradouros para os conhecimentos a serem adquiridos, no caso, poderão suprir a deficiência de subsunçores (AUSUBEL, 2003; NOVAK, 1981). Eles podem ser considerados segundo Moreira (2009),

[...] materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material. Não são, portanto, sumários, introduções ou "visões gerais do assunto", os quais são, geralmente, apresentados no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que os segue, simplesmente destacando certos aspectos (MOREIRA, 2009, p. 14).

Ele pode ser um filme, uma situação-problema, uma leitura de capítulo ou qualquer outro meio, como a experimentação, assim como aulas que precedem outras. O ideal é que essas formas precedam a apresentação do material de aprendizagem e que sejam mais abrangentes, proporcionando um nível de abstração maior. O organizador prévio tem como função primordial servir como ponte entre o saber que o aprendiz já conhece e aquele que deve ser introduzido (NOVAK, 1981).

O estudo contemporâneo não tem mais relação com a memorização, mas, sim, a compreensão, a reflexão, aos diálogos, a construção do conhecimento científico.

Atividades que fogem ao modelo tradicional de ensino podem colaborar no âmbito escolar para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Esses materiais ajudam nesse processo em que visa ao protagonismo estudantil em busca de uma AS.

A IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA

O conhecimento da Química possibilita os indivíduos compreenderem o mundo em que vivem, as propriedades e as transformações da matéria. Além disso, a Química está presente em diversos setores da nossa vida, tais como: alimentício, vestuário, farmacêutico, petrolífero, de cosméticos, dentre outros. Apesar disso, no cenário educacional atual, são notórias as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes que, na maioria das vezes, não compreendem os conteúdos desta disciplina, pois não conseguem associar a teoria vista em sala de aula com a prática (BATISTA; GOMES, 2020; LEAL, 2009).

Recebido em: 26/06/2023

Aceito em: 16/02/2023

104

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), é necessário que os estudantes do Ensino Médio compreendam os fundamentos científicos e tecnológicos que os cercam, por meio da relação entre teoria e prática. Consoante Silva *et al.* (2020):

Um dos desafios da atualidade relacionado ao ensino de Química nas escolas de nível Médio, baseia-se na construção de uma ligação entre os conhecimentos estudados nas disciplinas e o dia-a-dia dos alunos. Não havendo uma articulação entre os dois tipos de atividade, isto é, a teoria e a prática, os conteúdos teóricos não se tornam tão atraentes e relevantes à formação do indivíduo (SILVA *et al.*, 2020, p. 2).

Nesse sentido, a experimentação pode ser vista como alternativa para essa problemática, tendo em conta que instigam os estudantes, tornando-os mais ativos, participativos e interativos (GIORDAN, 1999; JÚNIOR; PIRES; 2019; SOUSA; VALÉRIO, 2021). Além disso, essa estratégia de ensino pode contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo e para uma visão mais aperfeiçoada da ciência.

As aulas teóricas são imprescindíveis para o processo formativo dos sujeitos, porém, quando aliadas a experimentação, possibilitam uma maior interação entre professores e estudantes. A partir das observações feitas durante as aulas práticas, e posteriormente a elas, surgem questionamentos, os quais levam a discussões enriquecedoras que podem vir a facilitar a compreensão dos conceitos estudados (HODSON, 1988; SOUZA, 2017). Deste modo, compreende-se que o contato e a associação frequente entre a teoria e a prática no contexto educativo contribuem para a formação de indivíduos mais reflexivos e críticos, no qual se salienta a importância de considerar os saberes já existentes em sua estrutura cognitiva para fomentar as discussões existentes no processo de ensino e aprendizagem.

Adicionalmente, Guerra *et al.* (2018) asseveram que:

A situação de formular hipóteses, planejar e montar experimentos, coletar dados, analisar os resultados, favorecem fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir diversas atitudes, tais como a curiosidade, o ceticismo perante certas informações, o desejo em experimentar, confrontar resultados. Obtendo profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais (GUERRA *et al.*, 2018, p. 837).

Logo, é necessário que os professores repensem as suas práticas pedagógicas e busquem planejar e executar aulas mais dinâmicas, que despertem o interesse dos estudantes para a aprendizagem da disciplina. Aprender fórmulas, reações e conceitos são essenciais, porém, a importância e aplicabilidade dos conteúdos de Química, em geral, trabalhados em sala, devem ser constantemente frisadas, para que eles consigam compreender de forma mais ampla e contextualizada.

Além disso, é necessário que os professores também busquem compreender os conhecimentos prévios de seus estudantes, para posteriormente elaborarem suas aulas, haja vista que é necessário que eles, ao se depararem com um novo conteúdo, possuam uma base teórica que os permitam fazer nexos com os novos conhecimentos, buscando construir uma AS, ao invés de uma Aprendizagem Mecânica (ANDRADE; VIANA, 2017; MOREIRA, 2011).

Com relação à execução dessas atividades, Silva *et al.* (2020) apontam que a experimentação é pouco explorada nas escolas públicas por falta de uma estrutura adequada ou por falta de domínio dos professores, levando em consideração que, muitos profissionais que ministram essa disciplina não são licenciados em Química. Nesse contexto, Passos, Vasconcelos e Silveira (2022) destacam que é possível realizar aulas experimentais em sala de aula com materiais alternativos, para buscar incentivar os estudantes e despertar neles o interesse pela disciplina, além de possibilitar uma maior relação entre o cotidiano e o conteúdo ministrado.

Deste modo, evidencia-se a importância das escolas sempre buscarem relacionar a teoria com a prática, pois, a experimentação auxilia estudantes a visualizarem e compreenderem situações abordadas na teoria. Além disso, a promoção de discussões dos conteúdos abordados possibilita reflexões e troca de saberes, que contribuirão para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem (ANDRADE; VIANA, 2017; GUERRA *et al.*, 2018).

Dado o exposto, salienta-se que os conteúdos de Química, por exemplo, podem ser frequentemente ministrados em sala de aula a partir de uma abordagem mista, a qual relacione a teoria, que é a apresentação de conceitos, com a prática, no que diz respeito à realização de experimentos com materiais de fácil acesso e baixo custo. A diversificação da práxis pedagógica e a contextualização dos conteúdos são alguns exemplos de atitudes essenciais e potencializadoras do processo de ensino e aprendizagem, principalmente de disciplinas consideradas abstratas pelos estudantes, como a Química.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA ABORDANDO A EXPERIMENTAÇÃO

A SD é uma ferramenta promissora para aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem intrínsecos ao ensino de Química atual, no qual Zabala (1998) pondera que visa ultrapassar o instrucionismo e favorecer a autonomia dos estudantes.

Consoante Araújo (2013), ela corrobora na construção da atividade proposta, haja vista uma boa organização dos conteúdos a serem abordados.

A participação dos sujeitos deve ser instigada para que desenvolvam sua autonomia, sejam participativos e seguros de si. No planejamento de uma SD, pode ser intercalado diversas estratégias e recursos didáticos em que os conteúdos devem ser coerentemente articulados. Almouloud e Coutinho (2008) afirmam que essa ferramenta é válida para coleta de dados em investigações educacionais visando à aprendizagem.

Há três dimensões no âmbito dos conteúdos de aprendizagem colocados por Zabala (1998), que são: conceitual (o que se deve saber?), procedimental (o que se deve saber fazer?) e atitudinal (como deve ser?). Por fim, Méhuet (2005) assevera que a SD é um conjunto de atividades interligadas que buscam possibilitar a aprendizagem do conhecimento científico escolar pelos estudantes.

Há quatro componentes que esse autor destaca: professor, estudantes, mundo real e conhecimento científico. A associação deles privilegia duas dimensões – a epistêmica que abarca a relação entre o mundo material e o saber científico, e a dimensão pedagógica, mediando o papel do professor, do estudante e suas interações.

No tocante à Educação Química, Souza (2017) ressalta que a SD evidenciou uma compreensão de maneira contextualizada sobre os conteúdos abordados cuja temática estava voltada para a Química Forense, indo de encontro a TAS, na qual foi levada em consideração na execução das atividades. Além disso, a participação, interesse e interação foram presentes nesse processo.

O trabalho de Silva (2019) também usa uma SD bem estruturada, voltada ao assunto de taxa de desenvolvimento de uma reação e esse método ajudou na construção e organização do plano de aula. Isso auxiliou na prática docente e contribuiu positivamente na construção do saber científico dos estudantes. Passos, Vasconcelos e Silveira (2022) também utilizam materiais de baixo custo cuja temática é Chuva Ácida para estudantes do Ensino Médio, usando a TAS como teoria norteadora.

Consoante Mazarin (2021), as vivências dos aprendentes do dia a dia são de suma importância para o professor-pesquisador, pois embasará uma SD levando em consideração a mudança do saber cotidiano em conhecimento científico, além disso, as dúvidas surgentes poderão corroborar nesse processo perante a troca de informações pertinentes em conformidade com a literatura.

Nesse contexto, a partir de investigações contidas na literatura, nota-se que a SD deve ser elaborada tendo como apoio diferentes recursos estratégicos, tal como a experimentação aliada à teoria, visando a aproximação dos estudantes com o conteúdo e o resgate de conhecimentos prévios, de modo a favorecer a construção da aprendizagem significativa. Assim, através da realização de aulas com abordagem mista é possível estimular o desenvolvimento cognitivo, a cooperação em equipe, a curiosidade, a criticidade e a consciência reflexiva dos educandos.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA ABORDANDO A EXPERIMENTAÇÃO COM MATERIAIS ACESSÍVEIS

No ano de 2022, o Novo Ensino Médio (NEM) começou a ser implementado nas turmas de primeira série. Em 2023, iniciou na segunda série e em 2024 iniciará na terceira série. Deste modo, espera-se que até 2024 este novo modelo de ensino esteja em vigor em todas as turmas de Ensino Médio do país. Como material didático, a Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC) propôs dois livros por ano, para serem utilizados no NEM, onde cada material será utilizado em dois bimestres.

No segundo livro da primeira série, proposto em 2022, intitulado Moderna Plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de Amabis *et al.* (2020), que tem como tema água e vida, apresenta-se o conteúdo intitulado solubilidade de compostos orgânicos, no terceiro tópico do capítulo 10 (Solubilidade e precipitação). O mesmo pode ser utilizado para a execução da atividade e, caso não esteja disponível na escola, é possível utilizar outros livros que contemplem o assunto em questão. Dentro deste conteúdo é abordada a temática vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis, a qual se enquadra na SD proposta.

Segundo Araújo (2013, p. 323), a SD “é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais”, ou seja, planejar estratégias para ensinar conteúdos por etapas, visando auxiliar os estudantes nas dificuldades apresentadas anteriormente. Em uma de suas pesquisas, Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018, p. 861) evidenciam que “uma Sequência Didática deve ser constituída por atividades que enfatizem a integração entre o currículo, o desenvolvimento de habilidades e a construção de conhecimentos dos alunos, de modo a aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem”.

A elaboração da pesquisa partiu do pressuposto de que é necessário sondar saberes prévios dos estudantes sobre a temática supracitada e com isso serão capazes de fazer nexos com os novos conhecimentos a serem abordados durante a realização das aulas, objetivando proporcionar a construção de uma AS conforme o que preconiza a TAS. Consoante Yoneda e Huguenin (2018), isso é fundamental para ajudar na elaboração e execução das aulas e fará jus à TAS.

Deste modo, a metodologia proposta consiste na realização de aulas teóricas e práticas, as quais serão desenvolvidas em quatro etapas. Na primeira etapa (Quadro I), os estudantes serão instigados a responder um questionário investigativo (Pré-laboratório) sobre a presença de vitamina C em frutas e em polpas de frutas comerciais, os benefícios da vitamina C para a nossa saúde e possíveis técnicas de identificação e quantificação dos teores de vitamina C. Tais questionamentos darão suporte à temática proposta.

Quadro 1 - Questionário Investigativo da concepção dos estudantes

1. Como você entende a vitamina C?
2. Quais alimentos ricos em vitamina C você conhece?
3. Na sua opinião, a vitamina C está presente em maior quantidade nas frutas ou em suas respectivas polpas comerciais? Justifique.
4. Você conhece algum método de determinação de vitamina C em frutas ou em polpa de frutas. Se sim, qual (is)?
5. Na sua opinião, o excesso de vitamina C no nosso corpo pode desencadear algum problema de saúde? Explique.
6. Na sua opinião, a falta de vitamina C no nosso corpo pode desencadear algum problema de saúde? Explique.
7. Qual a diferença entre substâncias hidrossolúveis e lipossolúveis?
8. Apresente argumentos que evidenciem a importância de estudar tal temática no ensino de Química Orgânica.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Na segunda etapa, propõe-se três aulas teóricas expositivas e dialogadas sobre o tema vitamina C e a técnica de calibração da solução de iodo, no caso, serão necessárias 3 horas/aulas, que corresponde a cerca de 150 minutos. Caso haja necessidade de uma maior carga horária, a modificação fica a critério do professor, para atingir seu objetivo.

Neste momento, indica-se uma discussão acerca do ácido ascórbico, usualmente chamado de vitamina C, que é um poderoso antioxidante solúvel em água e de grande importância para os seres humanos, que está presente em vários alimentos, tais como frutas e legumes. A falta dessa substância no organismo pode desencadear o escorbuto, uma doença rara que se manifesta através de sintomas como sangramento gengival, irritação na pele, fadiga, dentre outros. Isto ocorre devido ao fato da vitamina C, que não é produzida e nem armazenada pelo nosso corpo, ser uma substância importante

para a formação de proteínas como colágeno, dentes, ossos, pele e capilares (KAEWCHUAY *et al.*, 2021).

Atualmente, existem diversos métodos que determinam a quantidade de vitamina C presente nos alimentos, incluindo espectrofotometria, cromatografia, eletroanálise e iodometria. Este último, a iodometria, é um dos métodos mais simples e é bastante utilizado no meio acadêmico. Nesta técnica, o iodo é reduzido a iodeto devido o poder de redução do ácido ascórbico, que é oxidado a ácido desidroascórbico. Esta propriedade antioxidante do ácido ascórbico nos permite mensurar a sua quantidade presente em uma solução (GIRÃO; COSTA; PESSOA, 2019).

Ao adicionar iodo em uma solução de amido, a mistura apresenta uma coloração azul/preto, característica da oxidação de ácido ascórbico. Além disso, para determinar a quantidade de vitamina C presente em uma substância, é necessário saber quanto de solução de iodo reage com uma determinada quantidade desta vitamina. Este processo é conhecido por calibração, onde dissolve-se uma quantidade conhecida de ácido ascórbico (comprimido solúvel) em uma determinada quantidade de água (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). Assim, a quantidade de vitamina C em uma solução pode ser determinada pela quantidade de gotas de tintura de iodo necessárias para reagir com o ácido ascórbico presente em uma solução.

Neste contexto, sugere-se que o professor realize a presente SD em uma turma de primeira série do Ensino Médio, durante a abordagem do conteúdo intitulado “Solubilidade de compostos Orgânicos”, que se encontra dentro do programa da disciplina de Química Orgânica. Porém, caso o(a) docente considere pertinente, esta SD também poderá ser executada nos três anos do Ensino Médio, tanto na disciplina de Química, bem como em articulação com outras áreas do conhecimento, tais como: história, arte, filosofia, sociologia, dentre outras.

Além disso, salienta-se a necessidade de realizar-se uma breve introdução acerca dos compostos orgânicos e das vitaminas, assim como também de apresentar os grupos hidrófobos e hidrófilos, e a sua relação com a solubilidade; demonstrar as principais diferenças entre vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis; e apresentar os benefícios e malefícios decorrentes do consumo excessivo e insuficiente de vitamina C, para que os estudantes consigam fazer uma relação entre teoria e prática, ao executarem a etapa seguinte.

No livro intitulado “Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”, os autores Le Couteur e Burreson (2006) retratam o processo histórico de

dezessete moléculas, dentre elas: a do ácido ascórbico (Vitamina C). Ao longo do capítulo dois são abordadas as doenças desencadeadas pela falta de vitamina C, alguns alimentos ricos nesta vitamina, propriedades físicas e químicas da molécula, dentre outras informações de suma importância. Deste modo, o professor poderá utilizá-lo como um recurso pedagógico, para complementar a sua aula, como feito por Saldanha (2020), ao longo de sua pesquisa com vinte e um graduando do curso de licenciatura em Química do IFCE - *Campus Maracanaú*.

Ademais, frisa-se que a explicação do conteúdo estará interligada com os dados obtidos pelo questionário aplicado cujo propósito foi identificar os saberes prévios dos estudantes. A interação do subsunçor proporciona que o novo conhecimento adquira significado para o sujeito a partir do qual aqueles já existentes serão modificados. À medida que o saber prévio serve de base para a nova informação, modifica-se. Por conseguinte, a aquisição de novos conhecimentos não se dá pela quantidade de informações recebidas, mas, sim, pela interação, pela relação que será proporcionada (MOREIRA, 2011).

Destaca-se os trabalhos de Santos, Ribeiro e Souza (2018) e Mazarin (2021) na área de Ensino de Química, cujas estratégias utilizadas foram auspiciosas para que os conhecimentos prévios, identificados na pesquisa, tornassem mais elaborados e, dessa forma, foi possível aos estudantes compreenderem informações novas e aprender significativamente através da experimentação e das leituras propostas em sala.

Na terceira etapa, sugere-se a experimentação, com duração aproximada de 100 minutos. Indica-se que esta aula seja executada preferencialmente em laboratório, porém, também é possível realiza-la em sala de aula. Os estudantes podem ser divididos em equipes e cada uma ficará responsável por analisar um sabor específico da polpa de fruta para que ao final do processo possam comparar os resultados obtidos.

O roteiro proposto, que foi adaptado, está disponível no quadro 2 abaixo e foi elaborado a partir do experimento *Measuring Vitamin C in food* (Medição de vitamina C em alimentos), disponibilizado no site da *Global Experimente Instructions*.¹

¹ *Global Experiment: measuring vitamin C in food. Royal society of chemistry*, Disponível em: <https://edu.rsc.org/resources/measuring-vitamin-c-in-food/1280.article>. Acesso em: 27 dez. 2022.



Quadro 2 - Roteiro para a experimentação.



1. MATERIAIS E REAGENTES

- 1 polpa de fruta comercial de 100g (goiaba, acerola ou tangerina);
- 1 comprimido de vitamina C;
- 1 balança analítica ou de cozinha;
- 1 faca;
- 2 colheres;
- 1 jarra com medição;
- 2 seringas de 5 mL;
- Copos descartáveis transparentes (ou copos de vidro);
- Amido de milho;
- Água quente;
- Tintura de iodo (2% p/v);
- 1 conta gotas ou pipeta.

2. MÉTODOS**2.1 PARTE A: Mistura de iodo e amido de milho**

I- Adicione uma colher de sopa de amido de milho em um copo de 200 mL

II- Em seguida, adicione um quarto de água quente (150mL) no copo com amido de milho. Agite por um minuto com auxílio de uma colher.

2.2 PARTE B: Calibração da solução de iodo

I- Em uma jarra dissolva um comprimido de vitamina C (1000mg) (A) em 1 litro de água (B);

II- Em um copo de plástico limpo coloque 100mL de água e em seguida, com o auxílio da seringa, adicione 10mL (D) da solução de calibração (Vitamina C em água);

III- Adicione 5 mL de solução de amido no copo e mexa;

IV- Com cuidado, adicione tintura de iodo gota a gota ao copo e conte o número de gotas. Agite a solução suavemente após cada gota. Pare de adicionar gotas quando a solução apresentar uma coloração azul/preta escura. Agite a solução por 30 segundos para garantir que a mudança de cor permaneça. Anote o número total de gotas (F);

V- Calcule a massa de vitamina C que reage com uma gota de iodo (G₁)

VI- Repita as etapas II-V mais duas vezes e registre seus dados (G₂ e G₃)

VII- Calcule a média dos dados obtidos nas etapas (H) e em seguida calcule a média da massa da vitamina C que reage com uma gota de iodo (I)

2.3 PARTE C: Extração de vitamina C das polpas de frutas

I- Coloque 100 mL da polpa comercial em um copo

II- Considere que 100 ml de polpa comercial possui 10g de fruta (J)

III- Adicione 5 mL de solução de amido e mexa suavemente a mistura, por cerca de um minuto

IV- Com cuidado, adicione tintura de iodo à mistura, gota a gota. Conte o número de gotas conforme você as adiciona e mexa a solução suavemente após cada gota. Pare quando a solução ficar com uma cor azul/preta escura. Mexa a solução por mais 30 segundos para garantir que a mudança de cor seja permanente (adicione mais iodo se necessário). Anote o número total de gotas adicionadas (K₁). Dependendo da força de sua tintura de solução de iodo, deve levar cerca de 3-80 gotas para chegar ao ponto final.

V- Repita as etapas I até IV mais duas vezes e registre os dados (J₂ e J₃; K₂ e K₃)

VI- Faça a média de seus dados como você fez para a calibração (some todas as tentativas e divida pelo número de tentativas). Anote os dados obtidos (M; N)

VII- Calcule a massa de vitamina C em miligramas por grama de alimento usando seu padras de calibração (N x I = O).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Os símbolos destacados em negrito, ao longo do roteiro, consistem em orientações auxiliares para a realização dos cálculos. Na parte A do roteiro, buscando-se descobrir a massa de vitamina C por cm^3 de solução de calibração (**C**), divide-se a massa de vitamina C por comprimido em mg (**A**) pelo volume de água adicionado na etapa I em cm^3 (**B**): $\mathbf{C = A \div B}$. Segundamente, calcula-se a massa de vitamina C em pequena medida (**E**) e multiplica-se **C** pelo volume utilizado na etapa II (**D**): $\mathbf{E = C \times D}$.

Em seguida, calcula-se a massa de vitamina C por gota de iodo adicionadas (**G**) da seguinte forma: $\mathbf{G = E \div F}$, onde F representa o número total de gotas de tintura de iodo. Recomenda-se realizar essas etapas em triplicatas e, ao final, calcula-se a média da

massa de vitamina C por gota de iodo (**I**) da seguinte forma: $I = H \div 3$, onde $H = G_1 + G_2 + G_3$. Este dado configura-se como essencial para a medição da quantidade de vitamina C presente nas polpas de frutas comerciais a serem testadas.

Na parte C, a qual refere-se à extração de vitaminas C das polpas de frutas, primeiramente calcula-se, para cada polpa, o número de gotas de iodo adicionadas por grama de fruta (**L**), pela seguinte equação: $L = K \div J$, onde **K** consiste no número de gotas de iodo adicionadas e **J** refere-se a massa da fruta utilizada. Em seguida, realiza-se a média (**N**) dos valores de **L** obtidos. Posteriormente, calcula-se a massa de vitamina C em miligramas por grama de frutas contidas nas polpas comerciais (**O**) multiplicando **N** por **I**, como segue: $O = N \times I$.

Na última etapa, conforme o Quadro 3, sugere-se a aplicação de um segundo questionário (pós-laboratório), com o intuito de investigar as observações e conclusões dos estudantes durante a aula prática. Além disso, indica-se que as equipes elaborem um roteiro para facilitar as discussões, contendo todos os resultados obtidos no experimento realizado, juntamente com as condições de realização e todas as observações pertinentes. O questionário final servirá como base para verificar o avanço conceitual dos estudantes em prol dos novos saberes adquiridos em comparação com o questionário inicial aplicado nessa SD.

Quadro 3 - Questionário investigativo II.

1. A quantidade de vitamina C obtida para a polpa de fruta comercial condiz com a quantidade descrita no rótulo? Explique.
2. Ao comparar os resultados obtidos pelo seu grupo com os dos outros, qual polpa de fruta comercial possui maior quantidade de vitamina C? Justifique.
3. Perante os estudos em sala de aula, de maneira geral, constata-se maior presença de vitamina C nas frutas ou em polpas comerciais?

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

É importante destacar que as atividades teóricas, quando aliadas a experimentação, podem ser potencialmente favoráveis ao processo de ensino e aprendizagem, por isso, devem ser planejadas frequentemente, de acordo com a infraestrutura e recursos disponibilizados nas escolas ou com materiais de fácil acesso e baixo custo. Percebe-se que a execução da experimentação contribui para a construção de uma AS ao invés de uma aprendizagem meramente memorística, pois possibilita os estudantes participarem e pesquisarem sobre diferentes questões como sujeitos ativos, no qual haverá uma associação com aquilo que já sabem com os novos saberes

adquiridos na proposta da SD (GIORDAN; 1999; HODSON; 1994; JÚNIOR; PIRES, 2019; LEAL; 2009; LEITE; JÚNIOR, RODRIGUES, 2018; MAZARIN; 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o exposto, salienta-se que o ensino de Química necessita ser encarado e abordado de forma mais dinâmica, diversificada e contextualizada, com o intuito de possibilitar aos estudantes a compreensão das transformações que ocorrem ao seu redor e, conseqüentemente, a construção de uma AS.

Nesse sentido, é necessário que os professores, profissionais fundamentais para a formação dos indivíduos, sejam mediadores do processo educativo e coloquem os estudantes como sujeitos centrais, para que eles consigam desenvolver competências e habilidades inerentes a formação pessoal e profissional, tais como: análise, compreensão e explicação de fenômenos e processos presentes no nosso cotidiano, liderança, criatividade, desenvolvimento da comunicação oral e escrita, resolução de problemas, dentre outras.

Neste viés, a presente SD proposta neste trabalho se mostra como um recurso pedagógico contributivo para a prática docente, de modo a incentivar e encorajar os professores a diversificarem as suas metodologias de ensino, como forma de promover uma AS perante a TAS proposta por David Ausubel.

Os estudantes devem ser ativos dentro do âmbito escolar, e considerar aquilo que eles já sabem é primordial para o planejamento, para as discussões e reflexões propostas perante as atividades a serem desenvolvidas, como no caso das experimentações. Tal fato contribui para o fortalecimento da relação entre o professor e estudante, facilitando o processo de aquisição de saberes. Dessa forma, eles ampliam sua compreensão e isso fortalece a formação de uma Aprendizagem Significativa.

Esse estudo pode contribuir substancialmente para a compreensão dos conceitos correlatos de solubilidade de Compostos Orgânicos através do estudo da Vitamina C presente em frutas e em suas respectivas polpas comerciais. Além disso, espera-se contribuir com futuros trabalhos que tratem da importância da articulação entre teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem na área da Química.

REFERÊNCIAS

Recebido em: 26/06/2023

Aceito em: 16/02/2023

- ALMOULOUD, S. A.; COUTINHO, C. D. Q. E. S. Engenharia Didática: Características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008.
- AMABIS, J. M. *et al.* **Moderna plus: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor**. 1° ed. São Paulo: Moderna, 2020.
- ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.
- ARAÚJO, D. L. O que é (e como faz) Sequência Didática? **Entrepalavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Campinas: Papirus, 1995.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios da Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Editora Português. 5° ed., 2011.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 1996.
- BATISTA, J. S.; GOMES, M das. G. Contextualização, Experimentação e Aprendizagem Significativa na melhoria do Ensino de Cinética Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática – REEnCiMa**, v. 11, n. 4, p. 74-94, 2020.
- BIRCH, H. **50 ideias de química que você precisa conhecer**. Tradução de Helena Londres. São Paulo: Planeta do Brasil, 2018.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.
- BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. **Química: a ciência central**. São Paulo: Prentice-Hall, 2005.
- CAVALCATI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma Sequência Didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 4, p. 859-874, 2018.
- DUIT, R. On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.
- FARIA, A. G. V; RECENA, M. C. P. **Superação de um obstáculo epistemológico**. 1° ed. Curitiba: Appris, 2020.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GIRÃO, I. S.; COSTA, S. C.; PESSOA, P. P. ANÁLISE QUALITATIVA DE VITAMINA C EM BEBIDAS INDUSTRIALIZADAS. **Conexão Unifametro 2019** - Fortaleza- CE, 2019.

GUERRA, M. H. F. S. *et al.* Uma abordagem das atividades experimentais no Ensino de Química: uso da flor *Ixora Chinensi* como indicador ácido-base. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 834–847, 2018.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994

JÚNIOR, W. A. S.; PIRES, D. A. T. A química dos refrigerantes em uma abordagem experimental e contextualizada para o ensino médio. **Revista Scientia Plena**, v. 15, n. 3, p. 1-13, 2019.

KAEWCHUAY, N. *et al.* On-site microfluidic paper- based titration device for rapid semi-quantitative vitamin C content in beverages. **Microchemical Journal**, v. 164, 2021.

LE COUTEUR, P. L.; BURRESON, J. **Os Botões de Napoleão: As 17 moléculas que mudaram a história.** Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

LEAL, M. C. **Didática da Química: Fundamentos e práticas para o ensino médio.** Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

LEITE, J. C.; JÚNIOR, C. A. O. M.; RODRIGUES; M. A. Argumentações de um grupo de professores acerca do uso de atividades investigativas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2018.

MAZARIN, S. M. **Polarímetro de baixo custo: uma proposta para o ensino significativo de atividade óptica e isomeria óptica no ensino médio.** 2021. Dissertação (Mestrado profissional em Química) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande – MS, 2021.

MEDEIROS, C. E.; RODRIGUEZ, R. C. M. C.; SILVEIRA, D. N. **Ensino de Química: superando obstáculos epistemológicos.** Curitiba: Appris, 2016.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In K. Boersma, M. Goedhart, O. De Jong, & H. Eijkelhof (Eds.), **Research and the quality of Science Education**. p. 195-207, 2005.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem significativa?** Currículum, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências**: A teoria da aprendizagem significativa. 1º ed. Porto Alegre: não informado, 2009.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa** – a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes Ltda, 1981.

NOVAK, J. D. **Uma teoria da educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

PASSOS, B. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; SILVEIRA, F. A. Ensino de Química e Aprendizagem Significativa: uma proposta de Sequência Didática utilizando materiais alternativos em atividades experimentais. **Revista Insignare Scientia - RIS**. v. 5, n. 1, p. 610-630, 2022.

PENA, G. B. O. **O conhecimento pedagógico de conteúdo de Química**: caracterização de obstáculos epistemológicos na concepção de licenciandos em Química. 2018. Tese (Doutorado em Química) – Curso de Pós-graduação da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior**. São Paulo: Cortez, 2014.

SALDANHA, G. C. B. **O livro “Os Botões de Napoleão – As 17 moléculas que mudaram a História” no contexto da Aprendizagem Significativa na Formação Inicial de Professores de Química**. 2020. 172 f. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Fortaleza, 2021.

SANTOS, G. G dos; RIBEIRO, T. N; SOUZA, D do. N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir da experimentação e problematização. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, p. 141–158, 2018.

SHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SILVA, C.; FERRI, K. C. F. Uma Sequência Didática para o ensino de eletroquímica em cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFG. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 27641-27655, 2020.

SILVA, R. S. **Caminhos de reação**: uma sequência didática para o processo de ensino e aprendizagem de taxa de desenvolvimento da reação. 2019. Dissertação (Mestrado profissional em Química). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2019.

SILVA, W. A. *et al.* A utilização do indicador natural para a aplicação de uma atividade experimental no ensino de química / The use of the natural indicator for the application of an experimental activity in chemistry teaching. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 16859–16871, 2020.

SOUSA, L. G.; VALÉRIO, R. B. R. Química experimental no ensino remoto em tempos de Covid-19. **Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 4, p. 1–10, 2021.

SOUZA, A. K. R. **Uso da química forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa**. 2017. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de Ciências e Matemática). Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará, 2017.

YONEDA, J. D.; HUGUENIN, J. A. O. Proposta de sequência didática para disciplina de Química Geral explorando o uso de tecnologias digitais. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 8, n. 2, p. 60–77, 2018.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

