

TECNOLOGIAS E CAPACIDADES DO HIDROGÊNIO COMO FONTE DE ENERGIA: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA CONTEMPORÂNEA

TECHNOLOGIES AND CAPABILITIES OF HYDROGEN AS AN ENERGY SOURCE: A CONTEMPORARY DIDACTIC APPROACH

Renan Ramon Goulart (UNESP - renan.goulart@unesp.br)
Marcela Marques de Freitas Lima (UNESP - marcela-marques.lima@unesp.br)
Prescila Glaucia Christianini Buzolin (UNESP - prescila.buzolin@unesp.br)

Eixo temático: Educação, desenvolvimento e aprendizagem

Resumo:

Esta pesquisa busca difundir conhecimentos científicos numa perspectiva tecnológica contemporânea por meio da aplicação de sequências didáticas (SD) para o ensino de energia, com ênfase no hidrogênio. Baseada nos princípios CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), a pesquisa busca promover uma educação científica interdisciplinar e contextualizada, utilizando metodologias e referenciais didáticos como o Design Based Research (DBR) e o Princípio Baseado em Design (PBD) para desenvolver materiais didáticos interativos que integram conceitos das ciências física e química. Almeja-se que os estudantes desenvolvam habilidades essenciais como o pensamento crítico, estimulados pela criatividade e atividades que promovam a autonomia em seu aprendizado. Ao aprimorar sua compreensão científica e aumentar o engajamento com práticas sustentáveis, os alunos serão capacitados para enfrentar os desafios do setor energético e utilizar ferramentas de inovação tecnológica de forma eficaz. Inicialmente foi aplicado um questionário para compreender os interesses dos estudantes, o qual revelou um alto interesse em aprender sobre hidrogênio, valorizando especialmente a sustentabilidade ambiental e a inovação tecnológica, destacando a necessidade de programas educacionais eficazes. A SD desenvolvida será aplicada no contexto real de ensino em uma sala de aula do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do estado de São Paulo, assegurando sua eficácia e relevância pedagógica.

Palavras-chave: Sequência Didática. Hidrogênio. Energia. CTSA. Educação Científica.

Abstract:

This research seeks to disseminate scientific knowledge from a contemporary technological perspective through the application of didactic sequences (DS) for energy teaching, with an emphasis on hydrogen. Based on the principles of STSE (Science, Technology, Society, and Environment), the research seeks to promote an interdisciplinary and contextualized scientific education, utilizing methodologies and didactic frameworks such as Design-Based Research (DBR) and Principle-Based Design (PBD) to develop interactive educational materials that integrate concepts from physical and chemical sciences. It is intended that students develop essential skills such as critical thinking, stimulated by creativity and activities that promote autonomy in their learning. By enhancing their scientific understanding and increasing engagement with sustainable practices, students will be equipped to face the challenges of the energy sector and effectively use technological innovation tools. Initially, a questionnaire was applied to understand the interests of the students, which revealed a high interest in learning about hydrogen, especially valuing environmental sustainability and technological innovation, highlighting the need for effective educational programs. The developed DS will be applied in a real teaching context in a third-year high school classroom at a public school in the state of São Paulo, ensuring its pedagogical effectiveness and relevance.

Keywords: Didactic Sequence. Hydrogen. Energy. STSE. Scientific Education.

1. Introdução

O processo do aprendizado é imprescindível para o estudante desenvolver habilidades, aperfeiçoá-las e agregar novos conhecimentos, os quais são indispensáveis para a vida cotidiana, e ao encontrar desafios em sua trajetória é esperado que possua competência para solucioná-los, utilizando principalmente as múltiplas habilidades e conhecimentos assimilados durante sua jornada educacional, os quais resultam em uma melhor perspicácia do estudante, aprimorado por seu raciocínio na análise e interpretação de situações, enfrentando os desafios e desempenhando atividades em diferentes áreas da vida.

Nesta presente pesquisa, o processo se dará por intermédio de aprendizados fundamentados em sequências didáticas (SD) as quais abordam o tema de energia, especificamente sobre o hidrogênio e a compreensão de tecnologias associadas, principalmente quanto a produção, armazenamento e aplicações.

Os contextos históricos e o ensino de ciências desempenham um papel fundamental na formação dos estudantes, fornecendo conhecimentos e habilidades necessárias para compreender os princípios científicos e aplicá-los em sua vida cotidiana. No contexto do ensino sobre energia, as abordagens pedagógicas utilizadas são desenvolvidas a fim de inovar a forma a qual o conteúdo é comumente ensinado, estruturando-se nos conceitos CTSA, interligando principalmente conceitos da ciência física e química, de forma a garantir a compreensão aprofundada desse tema multifacetado, com outro aspecto relevante de que o aprendizado permita que os estudantes tenham acesso a oportunidades de trabalho e de desenvolvimento pessoal, instruindo-os para diversas atuações profissionais da área da tecnologia e energia, bem como para a vida em uma sociedade mais sustentável ambientalmente.

Ao aprofundar nesta pesquisa, há a elaboração de experimentos de eletrólise da água, incluindo materiais como componentes de células eletrolíticas e eletrônicos para interação nos experimentos, proporcionando aos estudantes uma experiência direta com os fundamentos e a compreensão prática do processo de produção de hidrogênio, integrando conhecimentos de tecnologia eletrônica e ciências, tornando-os participantes ativos no papel de cientistas, viabilizando a exploração do processo de produção de hidrogênio a partir da eletricidade, constituindo uma experiência tangível destinada a ampliar os horizontes da aprendizagem.

A proposta centrada no estudante o prepara para enfrentar um cenário profissional onde a adaptabilidade é uma competência crucial, cultivando uma mentalidade flexível e proativa, transcendendo as limitações dos métodos tradicionais, capacitando os estudantes a lidarem com os desafios dinâmicos do ambiente profissional moderno e destacando-se pela inovação e adaptação, essenciais para formar profissionais preparados e engajados com os desafios contemporâneos.

Com base nesse contexto, planeja-se investigar como o hidrogênio pode ser efetivamente utilizado e compreendido como fonte de energia sustentável, por intermédio de sequências didáticas. O estudo se propõe a explorar e desenvolver métodos pedagógicos que integrem conceitos CTSA, aliados a ferramentas tecnológicas contemporâneas, como Arduino e algoritmos de aprendizado de máquina. Dessa forma, pretende-se responder à seguinte pergunta de pesquisa: "De que maneira a implementação de sequências didáticas fundamentadas em CTSA podem aprimorar a compreensão e aplicação de teorias e tecnologias contemporâneas associadas a energia e hidrogênio no contexto educacional?" Assim, busca-se oferecer uma abordagem didática que promova a educação sobre energias renováveis de forma prática e contextualizada.

2. Objetivos

A partir das sequências didáticas, pretende-se proporcionar aos alunos uma compreensão abrangente e aprofundada dos processos de transformação de energia, contemplando uma ampla gama de conceitos interligados, principalmente de Física e Química. A interdisciplinaridade desempenha um papel crucial nessa proposta, permitindo que os estudantes explorem as conexões entre as diferentes áreas do conhecimento que ligam os conceitos e as tecnologias relacionadas ao hidrogênio, enriquecendo sua compreensão dos fenômenos energéticos e capacitando a aplicar esse conhecimento em contextos do mundo real ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades transversais, como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

O enfoque na perspectiva CTSA permitirá que os alunos compreendam como a ciência e a tecnologia interagem com a sociedade e o meio ambiente. A análise das implicações sociais e éticas do uso do hidrogênio como fonte energética será integrada à sequência didática, proporcionando aos alunos uma visão mais abrangente das complexidades envolvidas nas decisões tecnológicas. Eles serão incentivados a explorar questões como sustentabilidade, segurança energética, impacto ambiental e equidade, contribuindo para sua formação como cidadãos conscientes e engajados.

A elaboração da Sequência Didática deverá possibilitar a execução de experimentos práticos para eletrólise do hidrogênio pelos estudantes, incorporado à contextos modernos e interdisciplinares, alinhados com as demandas atuais da educação, como a iteração entre componentes de células eletrolíticas e componentes elétricos e eletrônicos, integrando de forma efetiva, a tecnologia eletrônica à conceitos científicos. A iniciativa busca transformar a abordagem educacional, oferecendo um objeto de estudo contemporâneo.

Planeja-se incentivar a criatividade dos estudantes por meio da promoção de projetos inovadores e proposições de empreendimentos no campo de energia renovável, com ênfase especial na utilização do hidrogênio, buscando, assim, fomentar o desenvolvimento científico brasileiro.

A pesquisa avaliará o impacto da sequência didática elaborada e implementada em um contexto real e prático de ensino na formação dos estudantes, abrangendo aspectos relacionados ao conhecimento científico, habilidades de pensamento crítico, atitudes em relação à ciência e percepção das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Para alcançar tal objetivo de avaliação, serão utilizados métodos mistos de coleta e análise de dados, englobando avaliações quantitativas e qualitativas, observações em sala de aula e análise dos trabalhos dos alunos. A intenção primordial consiste em obter uma compreensão abrangente e holística dos efeitos resultantes da aplicação da sequência didática, bem como identificar possíveis áreas para um aprimoramento didático, auxiliado pela metodologia do Princípio Baseado em Design (PBD), o qual auxiliará na melhoria contínua da sequência didática, redesenhando-a de acordo com os resultados e necessidades do estudo.

Dessa forma, a pesquisa visa contribuir para o avanço da educação científica, buscando o seu aprimoramento, fornecendo fundamentos para a capacitação de estudantes no âmbito da energia, com enfoque no hidrogênio. Almeja-se também impulsionar a inovação e o desenvolvimento de práticas educacionais mais eficazes, que estimulem a curiosidade, o pensamento crítico e a consciência ambiental dos alunos. Ao conectar a ciência com as questões socioambientais, pretende-se formar cidadãos comprometidos com o desenvolvimento sustentável e preparados para enfrentar os desafios contemporâneos, tornando-se agentes de mudança em prol de um futuro mais próspero, sustentável e tecnologicamente desenvolvido.

3. Metodologia

A pesquisa desenvolve-se em dois principais eixos estruturais: os contextos teóricos dos conteúdos das disciplinas e as práticas pedagógicas para sua implementação. Esses segmentos são empregados para identificar as teorias, conceitos e abordagens associados ao ensino de ciências, além de explorar seu desenvolvimento histórico e impacto na sociedade. Isso é essencial para fornecer a base teórica necessária ao planejamento e fundamentação da pesquisa.

Para inovar no ensino, um dos objetos desta pesquisa, foi necessário utilizar uma ferramenta que apoiasse o processo reflexivo de definição dos princípios de design, fundamentando as bases teóricas do planejamento didático. Por isso, foi adotado o referencial didático conhecido como Prática Baseada no Design (PBD), o qual, segundo Pessanha, argumenta que:

No modelo PBD, os princípios de design são os pilares das atividades e dos recursos de ensino e avaliação, justificando-os e orientando-os, além de nortear a própria organização e sequenciamento das etapas do ensino. Trata-se de um modelo em que a mobilização de diferentes saberes é inerente ao planejamento e serve de motor para as reflexões. (Pessanha, 2023, p.30).

O desenho pedagógico desta pesquisa será estruturado em Sequência Didática (SD), a qual é orientada para conteúdos bem definidos e objetivos específicos. Segundo Zabala (1998, p.18), a "Sequência Didática" é um conjunto de atividades organizadas, estruturadas e interligadas com a finalidade de atingir determinados objetivos educacionais, que são claramente conhecidos pelo professor e pelos alunos desde o início até o final do processo.

No âmbito da educação em ciências (EC), ainda que especificamente no tema de energia e hidrogênio, há uma ampla gama de conhecimentos a serem explorados, e diante disso, torna-se necessário estabelecer prioridades e delimitar as áreas de enfoque que serão abordadas, nesse sentido, o movimento da Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) busca promover uma abordagem integrada, considerando as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade, bem como é relevante destacar a relação entre a Educação CTS e a Educação Ambiental (EA), visto que comumente estão interligadas, inclusive concebendo um movimento educacional denominado CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente).

Ambos os movimentos educacionais citados possuem o intuito de capacitar os estudantes acerca de problemáticas científicas, tecnológicas e sociais contemporâneas, sendo utilizado nesta pesquisa como uma metodologia de apoio ao desenvolvimento da SD proposta. Para enfatizar a importância da Educação em Ciências e da Educação Ambiental, os autores Luz, Queiroz e Prudêncio argumentam que:

A necessidade de aproximações entre o campo da Educação em Ciências (EC) e da Educação Ambiental (EA) é enfatizada por autores (VASCONCELOS, 2003; MARTINS et al., 2008; LOUREIRO; LIMA, 2009; COSENZA; MARTINS, 2011) que investigam possibilidades integradoras capazes de enriquecer a práxis educativa e contribuir para o processo de ressignificação do ensino de Ciências [...] os dois campos se complementam na construção de práticas político pedagógicas que possibilitam um olhar crítico para as questões socioambientais. Esse debate vem sendo intensificado nos últimos anos, especificamente nas revistas de ensino de Ciências, devido à circulação de pesquisas sobre EA nessa área (MARTINS et al., 2008). (LUZ; QUEIROZ; PRUDÊNCIO, 2019).

Conforme evidenciado, a proposta educacional desta pesquisa converge para o movimento CTSA, que visa integrar os princípios da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Embora ainda em desenvolvimento, esse movimento educacional demonstra grande relevância ao proporcionar aos estudantes uma compreensão holística e contextualizada do tema de energia.

A pesquisa enfocará o Ambiente como elemento impactado, associando problemas ambientais a soluções científicas. Utilizando ferramentas modernas e tecnológicas para intervenções, busca-se solucionar ou mitigar os problemas identificados, desenvolvendo e aprimorando as habilidades individuais e acadêmicas dos estudantes.

Laburu, Arruda e Nardi (2003) defendem o uso de estratégias plurimetodológicas no ensino de ciências como uma abordagem apropriada para promover aprendizagens significativas em diferentes tipos de alunos, considerando-os incomensuráveis entre si. Além disso, é de suma importância abordar o tema da educação ambiental de forma harmônica ao conteúdo da pesquisa e Reigota (1994, p. 25) afirma que “a escola é um local privilegiado para a realização da educação ambiental, desde que se dê oportunidade à criatividade”.

A metodologia desta pesquisa inspira-se em Design Based Research (DBR), incorporando nuances específicas e o professor-pesquisador desempenha um papel central no desenvolvimento, aplicação e validação da pesquisa, participando ativamente das Sequências Didáticas elaboradas, com a vantagem de estreitar a relação entre o conhecimento gerado e a prática profissional cotidiana, facilitando sua aplicação em contextos reais de sala de aula. Tal metodologia permite um ciclo iterativo de aprimoramento contínuo, mediante a revisão reflexiva dos resultados e subsequente redesenho da pesquisa.

A abordagem baseada em design tem se mostrado uma ferramenta de grande relevância para a pesquisa, oferecendo um potencial significativo para os processos de ensino-aprendizagem. Para uma definição mais precisa da DBR, Kneubil e Pietrocola citam DBR-Collective¹:

Define-se a PBD como uma pesquisa que combina empiricamente a pesquisa educacional teórica com ambientes de aprendizagem, sendo uma metodologia importante para a compreensão de como, quando e por que inovações educacionais funcionam (ou não) na prática. (DBR-COLLECTIVE, 2003 apud KNEUBIL e PIETROCOLA, 2017).

Almeja-se que a implementação da SD seja realizada mais de uma vez e que os insights obtidos das análises sejam incorporados à própria metodologia, visando aprimorá-la de forma contínua, utilizando a DBR. A coleta de dados durante a implementação, é de extrema importância para a validação, permitindo uma compreensão profunda e detalhada dos fenômenos educacionais, fornecendo informações valiosas sobre as experiências dos participantes e as complexidades do ambiente educacional. Quanto às formas de aquisição desses dados, será utilizado principalmente a observação descritiva e reflexiva e questionários, por meio de registros (diário, notas de campo, filmagem e gravações de áudio) fornecendo dados e informações concretas para o pesquisador.

Os dados coletados serão submetidos a uma análise de natureza tanto qualitativa quanto quantitativa, com o escopo da análise visando identificar o impacto da sequência didática sobre o conhecimento conceitual dos alunos, o desenvolvimento de habilidades e a percepção das interações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente. Com base nos resultados da análise realizada, será procedido a avaliação da sequência didática com relação à sua eficácia e pertinência pedagógica, sendo propostos possíveis ajustes e aprimoramentos, a fim de assegurar que o produto final alcance plenamente os objetivos estabelecidos e atenda às necessidades educacionais identificadas.

4. Resultados

Com o objetivo inicial de avaliar os interesses e percepções, bem como identificar as motivações, expectativas e possíveis dificuldades enfrentadas pelos participantes ao se envolverem em projetos relacionados ao hidrogênio e energia, foi elaborado um questionário composto por cinco perguntas, cada uma delas abordando diferentes aspectos do tema. A análise dos resultados foi realizada com base nas respostas de 15 participantes, e os dados coletados foram representados através de gráficos detalhados, destacando a distribuição percentual das respostas.

A primeira pergunta do questionário abordou o nível de interesse dos participantes em aprender sobre a geração, transformação e armazenamento de hidrogênio. As respostas foram organizadas da seguinte maneira:

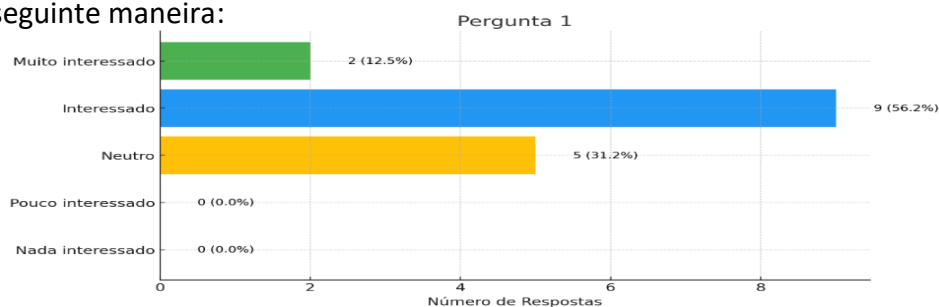


Figura 1. Gráfico da primeira pergunta do questionário.

Fonte: Autoria própria.

A segunda pergunta buscou identificar quais aspectos do hidrogênio como fonte de energia os participantes consideram mais interessantes. Os participantes puderam escolher mais de uma opção, resultando na seguinte distribuição:

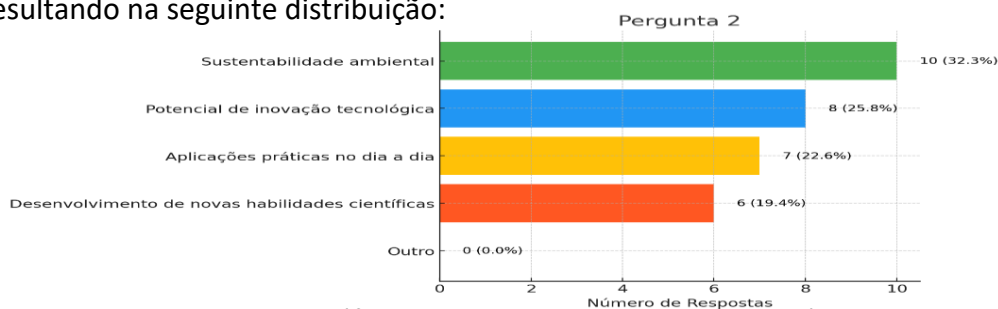


Figura 2. Gráfico da segunda pergunta do questionário.

Fonte: Autoria própria.

A terceira pergunta procurou saber se os participantes já tinham alguma experiência prática ou teórica com projetos relacionados ao hidrogênio. As respostas foram distribuídas da seguinte forma:

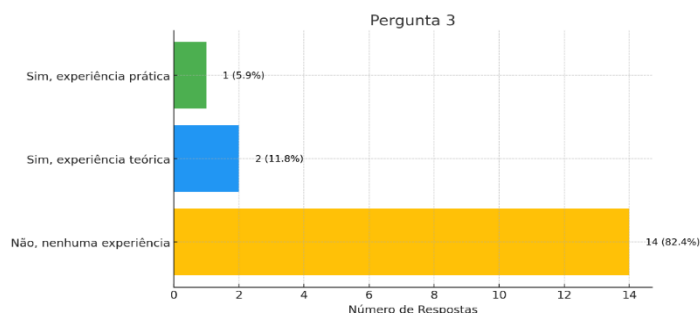


Figura 3. Gráfico da terceira pergunta do questionário.

Fonte: Autoria própria.

A quarta pergunta explorou as expectativas dos participantes ao se envolverem em projetos que envolvem a geração, transformação e armazenamento de hidrogênio. As respostas foram:

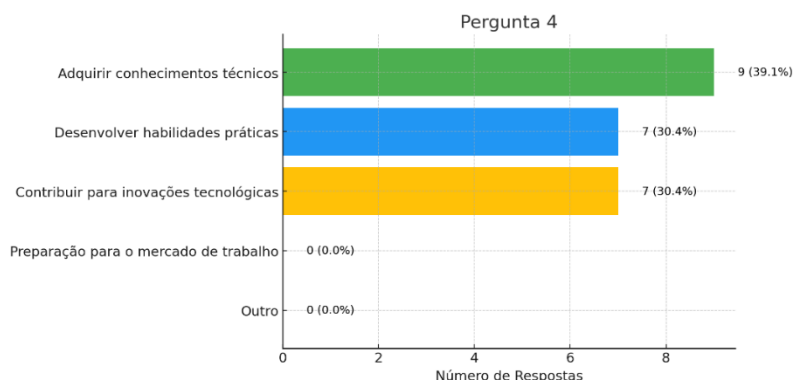


Figura 4. Gráfico da quarta pergunta do questionário.
Fonte: Autoria própria.

A última pergunta investigou quais dificuldades os participantes imaginam que podem encontrar ao trabalhar em projetos sobre hidrogênio. As respostas foram distribuídas da seguinte maneira:

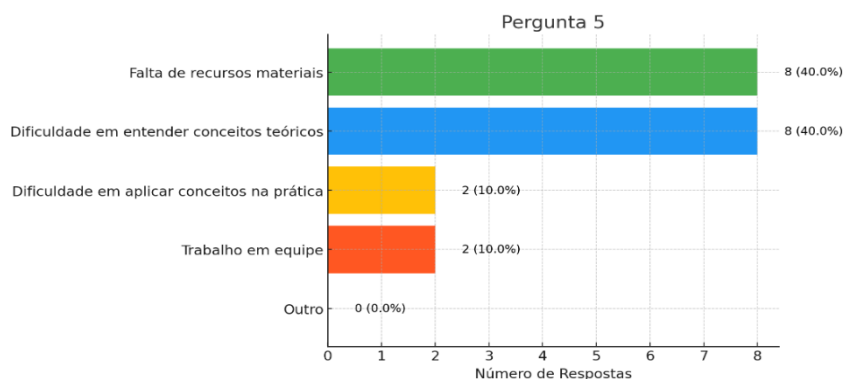


Figura 5. Gráfico da quinta pergunta do questionário.
Fonte: Autoria própria.

5. Conclusão

Os resultados da pesquisa revelam um interesse significativo entre os participantes em aprender sobre o hidrogênio como fonte de energia. A maioria dos participantes (60%) se declarou "Interessada" e 13.3% "Muito interessada", o que sugere uma receptividade positiva para projetos educacionais e de pesquisa nesta área. Nenhum participante se mostrou "Pouco interessado" ou "Nada interessado", indicando uma tendência positiva em relação ao tema.

A sustentabilidade ambiental foi o aspecto mais valorizado pelos participantes, com 26.3% das respostas, refletindo uma preocupação crescente com as questões ambientais e a busca por soluções energéticas mais sustentáveis. O potencial de inovação tecnológica (21.1%) e as aplicações práticas no dia a dia (18.4%) também foram aspectos importantes, indicando que os participantes veem o hidrogênio como uma área promissora para desenvolvimento tecnológico e inovação. O desenvolvimento de novas habilidades científicas foi mencionado por 15.8% dos participantes, destacando a importância da educação científica contínua.

A falta de experiência prévia com hidrogênio entre a maioria dos participantes (93.3%) destaca a necessidade de programas educacionais e de treinamento para introduzir e capacitar mais pessoas nesta área. As expectativas dos participantes em adquirir conhecimentos técnicos (34.6%) e desenvolver habilidades práticas (26.9%) reforçam a importância de projetos educacionais que ofereçam oportunidades de aprendizado teórico e prático. Além disso, 26.9% dos participantes esperam contribuir para inovações tecnológicas, evidenciando o potencial do hidrogênio como um campo de vanguarda.

As dificuldades imaginadas pelos participantes, como a falta de recursos materiais e a dificuldade em entender conceitos teóricos (ambas com 32% das respostas), sugerem a necessidade de investimentos em infraestrutura e recursos educacionais adequados. Estas dificuldades indicam a importância de desenvolver materiais didáticos que tornem os conceitos teóricos mais acessíveis e compreensíveis. A dificuldade em aplicar conceitos na prática e o trabalho em equipe foram menos mencionados, com 8% das respostas cada, mas ainda são fatores a serem considerados para o sucesso dos projetos educacionais.

Com essas informações, os dados analisados servirão como base para o desenvolvimento da sequência didática que atenda às expectativas dos participantes e promovam sua capacitação, sendo cuidadosamente elaborada para incorporar os interesses identificados e sanar as possíveis dificuldades a serem encontradas.

6. Referências

DBR-COLLECTIVE. (2003). **Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry**. Educational Researcher, 32(1), 5–8. DOI:10.3102/0013189X032001005.

LABURU, C.; ARRUDA, S.; NARDI, R. **Pluralismo metodológico no ensino de ciências**. Ciência & Educação, Bauru, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003. Disponível em: <[http:// dx.doi.org/10.1590/S1516-73132003000200007](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132003000200007)>. Acesso em: 02 jul. 2023.

LUZ, R.; QUEIROZ, M.; PRUDÊNCIO, C. **CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente?**. Alexandria, Florianópolis, v. 12, n.1 (31-54), maio, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2019v12n1p31>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

PESSANHA, M. **Prática baseada no design: o planejamento didático como orientador da ação docente reflexiva no ensino de ciências**. São Paulo: EditSBQ, 2023. ISBN: 978-85-64099-39-5. Disponível em: < https://edit.sbq.org.br/pagina/livro_pratica-baseada-design.php>. Acesso em: 10 jun. 2024.

REIGOTA, M. **Meio Ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 1994.