



A Nanotecnologia no Ensino de Química: o uso de aplicativos digitais na Educação

Nanotechnology in Chemistry Education: The Use of Digital Applications in Teaching

Charleane Justino de Assunção¹ Maria de Fátima Cardoso Soares²

Submetido: 19/08/2025 Aprovado: 4/12/2025 Publicação: 10/01 /2025

RESUMO

A Nanotecnologia no Ensino de Química com o uso de ferramentas digitais, configura-se uma realidade próxima aos alunos, além de tratar-se de um tema multidisciplinar, faz-se necessário realizar uma conexão entre Tecnologia, Ciência e Sociedade, bem como, compreender a influência das ferramentas tecnológicas na aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, a proposta de pesquisa tem como objetivo investigar sobre a utilização da Nanotecnologia no Ensino de Química, visando incentivar o uso de ferramentas tecnológicas. Para tanto foi desenvolvida uma palestra sobre a Nanotecnologia, e aplicação de um Quiz como proposta didática. Para coleta de dados foi aplicado um questionário aos docentes da rede Pública de Ensino da cidade de Parnaíba-PI, com foco na percepção sobre a temática e o uso de tecnologias em sala de aula. Para o embasamento teórico desta pesquisa, foram citados: Castro et al (2019); Tomkelski (2019); Quirola et al (2018); Souza (2020). Os resultados indicam que os professores reconhecem o potencial da Nanotecnologia para tornar as aulas mais contextualizadas e atrativas, além de considerarem os recursos digitais úteis para aumentar o interesse e a participação dos estudantes. A experiência revelou-se positiva, apontando caminhos para a inovação no ensino de Química por meio da integração de temas atuais e metodologias ativas.

Palavras-chave: Nanotecnologia; Ensino de Química; Aplicativos Digitais.

ABSTRACT

Nanotechnology in Chemistry Teaching with the Use of Digital Tools is increasingly becoming a reality for students. In addition to being a multidisciplinary subject, it is necessary to establish a connection between Technology, Science, and Society, as well as to understand the influence of technological tools on students' learning. In this context, the research proposal aims to investigate the use of Nanotechnology in Chemistry teaching, seeking to encourage the use of technological tools. For this purpose, a lecture on Nanotechnology was developed, along with the application of a Quiz as a didactic proposal. Data collection was carried out through a questionnaire applied to teachers from the public school system in the city of Parnaíba, PI, focusing on their perceptions of the subject and the use of technology in the classroom. For the theoretical foundation of this research, the following authors were referenced: Castro et al (2019), Tomkelski (2019), Quirola et al (2018), and Souza (2020). The results indicate that teachers recognize the potential of Nanotechnology to make classes more contextualized and engaging, and consider digital resources useful for increasing students' interest and participation. The experience proved to be positive, pointing to pathways for innovation in Chemistry teaching through the integration of current topics and active methodologies.

Keywords: Nanotechnology; Chemistry Teaching; Digital Applications.

¹ Licenciada em Química pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Parnaíba. charlianejustino@gmail.com

² Doutora em Biotecnologia pela RENORBIO-IFPI. Docente do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Parnaíba-PI. fatima@ifpi.edu.br.

1. Introdução

A Nanotecnologia permite compreender e controlar a matéria em seu nível fundamental, ou seja, a partir de átomos e moléculas, que são a base de todos os organismos vivos e produtos feito pelo homem. Dentro do contexto escolar, essa Ciência está relacionada a diversas áreas do conhecimento: Química, Física, Biologia, Matemática, Computação, ou seja, ela é multidisciplinar, no entanto é considerado um tema relativamente novo e pouco tem se abordado nas salas de aula (Castro et al, 2019).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, PCNs (2000) a Nanotecnologia deve ser inserida de maneira contextualizada nas aulas de Química, pois as tecnologias e os conhecimentos científicos são cada vez mais importantes para os alunos se posicionarem frente as inovações que os rodeiam.

Nessa perspectiva, Stevens et al. (2009) afirmam que os estudantes precisam compreender conceitos essenciais da nanoscalas, das nanopartículas, seus efeitos e impactos na sociedade, e no meio ambiente, a fim de desenvolver uma opinião própria sobre essa Ciência. Ainda, os autores Stevens et al. (2009) sugerem integrar a Nanotecnologia no currículo escolar para construir uma relação entre Nano e os demais assuntos científicos já estudados em sala de aula.

No contexto educacional, a Nanotecnologia desempenha um papel importante ao introduzir conceitos científicos de forma inovadora e estimulante. A utilização dessa tecnologia no ensino permite que os alunos visualizem e compreendam fenômenos químicos e físicos em nível molecular, o que muitas vezes é difícil de ser observado a “olho nu” (Tomkelski, 2017).

O interesse em desenvolver este estudo surgiu a partir da reflexão sobre a inserção da Nanotecnologia no Ensino de Química, considerando que essa Ciência está cada vez mais presente no cotidiano dos estudantes. Além disso, buscou-se compreender como os recursos tecnológicos vêm sendo utilizados no contexto educacional. Nesse sentido, destaca-se a importância da integração de ferramentas digitais como estratégia para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem e ampliar o acesso ao conhecimento.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo geral: Investigar sobre a utilização da Nanotecnologia no Ensino de Química, visando incentivar o uso de ferramentas tecnológicas nas aulas de Química, por meio do desenvolvimento de um aplicativo digital.

2. Metodologia

A pesquisa foi conduzida sob uma abordagem qualitativa, de natureza descritiva, voltada à compreensão das práticas e percepções docentes em contexto educacional. Inicialmente, foi

realizada uma palestra com professores de Química da rede pública de ensino na cidade de Parnaíba-PI, abordando os conceitos fundamentais da Nanotecnologia e suas aplicações no cotidiano. Após essa contextualização teórica, foi apresentado e aplicado o NanoQuiz — uma ferramenta didática digital desenvolvida pela autora — com o objetivo de promover a interação dos docentes com o conteúdo por meio de recursos tecnológicos.

Em seguida, os participantes responderam a um questionário com perguntas subjetivas, elaborado para investigar suas percepções sobre a inserção da Nanotecnologia nas aulas de Química, bem como sobre o uso de tecnologias digitais no contexto educacional. O questionário buscou compreender as impressões dos docentes quanto à viabilidade, potencial pedagógico e possíveis limitações dessas metodologias.

Participaram da pesquisa seis professores de Química que atuavam no Ensino Médio durante o segundo semestre letivo de 2023, em escolas públicas da cidade de Parnaíba-PI. Para garantir o anonimato dos participantes, foram atribuídos pseudônimos inspirados em renomados estudiosos da área da Nanotecnologia: Taniguchi, Drexler, Feynman, Saudage, Stoddart e Feringa.

3. A Nanotecnologia e o Ensino de Química: Caracterizações Pedagógicas

Numa sociedade onde avanços científicos são cada vez mais proeminentes, a demanda por uma exploração mais profunda da Ciência, especialmente no nível subatômico de átomos e moléculas, tem crescido. O campo de pesquisa que se concentra nesse estudo é a Nanotecnologia, que tem ganhado destaque nos meios de comunicação devido às descobertas de nanomateriais em diversos setores, incluindo agricultura, medicina, energia, eletrônica e informática. A Nanotecnologia envolve a manipulação de materiais em escala atômica, representando uma área de pesquisa crucial à medida que a sociedade busca compreender e explorar as propriedades da matéria em seus níveis mais fundamentais (Tomkelski, 2019).

Nesse sentido, as categorias aqui formadas propiciam um novo pensar sobre a Nanotecnologia no âmbito escolar. Dessa maneira, estarão detalhadas nos subtópicos a seguir: O uso da Nanotecnologia no Ensino de Química; A contribuição da Nanotecnologia na formação científica dos estudantes; A relação pedagógica das novas tecnologias de Ensino e a Nanotecnologia e “NanoQuiz” nas aulas de Química.

3.1. O uso da Nanotecnologia no Ensino de Química

A discussão sobre o desenvolvimento da Nanotecnologia e sua relação intrínseca com a Química e o cotidiano deve ser incorporada ao contexto educacional, com ênfase especial na

ética social e científica. Nesse sentido, a discussão desse tema nas aulas de Química, torna-se um momento crucial para reflexões sobre a direção das novas tecnologias emergentes, diálogos acerca das repercussões socioculturais da Nanotecnologia, seus impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente, o excesso no consumo e produção, juntamente com os elementos éticos vinculados à produção dessa tecnologia (Jing, 2019).

Atualmente, tem-se a necessidade de incorporar, nas aulas de Química, tópicos que evidenciem as contribuições dessa tecnologia. Por meio da interação intrínseca possível na sala de aula, os alunos têm a chance de esclarecer dúvidas, discutir ideias e conectar os conhecimentos adquiridos na escola com as novas tecnologias que os cercam (Caminha, 2018).

No que se refere a relação da temática em sala de aula, os pesquisados responderam:

Sim, trabalho. É um tema que eu gosto muito de abordar quando eu estou iniciando as aulas no início do ano letivo, onde eu gosto de apresentar a disciplina de química, as contribuições da química na sociedade para o conhecimento, a educação científica [...]. Eu gosto de falar muito para eles que a química é uma ciência central, onde ela contribui com tantas outras áreas, e aí eu mostro para eles, através da nanotecnologia, essa contribuição da química, que a nanotecnologia a gente pode utilizar em várias áreas, na física, na biologia, na medicina, na geografia, em tudo (Taniguchi, 2023).

Eu procuro trabalhar a nanotecnologia de forma contextualizada, baseando-se em artigos, em leitura de livros, em vídeos, eu utilizo alguns recursos audiovisuais, como Datashow, e busco sempre trazer exemplos, que embora não seja muito comum no cotidiano dos alunos, mas exemplos comuns que vêm em livros (Drexler, 2023).

Eu trabalho a temática nanotecnologia mais vinculada e superficialmente quando eu falo sobre soluções, porque remete algumas grandezas, né, como 10 elevado a menos 9, que a gente começa a dar uma contextualizada, mas nada muito aprofundado (Stoddart, 2023).

Eu trabalho a Nanotecnologia indiretamente, por que quando a gente está trabalhando não tem como falar de nanotecnologia sem falar de nano [...]. Mas nós falamos muito da questão do modelo atômico quando estamos trabalhando a nano, da coisa pequena, aí eu faço um comparativo que a célula está no campo do micro, que o átomo está no campo muito menor que o nano, então querendo ou não vamos para essa bagagem indiretamente (Feringa, 2023).

À vista disso, percebe-se o interesse dos professores em trabalhar essa temática na sala de aula, destacando a Química como uma aliada no ensino da “Nano”. Sob esse ponto de vista, Fernandes (2016) diz que, a abordagem do ensino de Química precisa efetivamente cultivar competências e habilidades nos estudantes, uma vez que baseia-se na compreensão das mudanças físicas e químicas que se desenrolam no mundo ao seu redor. Assim, o Ensino de Química tem o potencial de fornecer instrumentos para despertar no aluno a consciência de que sua vida diária está intrinsecamente ligada à Nanotecnologia, em várias dimensões.

Desse modo, a educação desempenha um papel significativo na formação dos futuros pesquisadores e profissionais no campo da Nanotecnologia, abrangendo tanto os aspectos dos conhecimentos científicos quanto a ética relacionada a políticas orientadas para a preservação do meio ambiente.

Vale destacar que no contexto escolar, existem desafios a serem enfrentados em sala de aula, no que diz respeito, por exemplo, a efetividade da prática pedagógica em relacionar a Nanotecnologia ao cotidiano dos alunos.

Sobre isso, os sujeitos da pesquisa afirmaram:

As dificuldades encontradas em sua maioria Trata-se da falta de recursos providas do setor público para demonstrar de forma prática a nanotecnologia para os alunos. No entanto, isso também não se torna um fator que impossibilita. Os livros são munidos de informações, a internet nos consegue fornecer centenas de dados que trazem a nanotecnologia como alvo principal. E para me superar essa dificuldade eu busco utilizar outros recursos, por exemplo, os alunos gostam muito de filmes então eu recomendo filmes para eles onde envolvam a tecnologia, como por exemplo o Homem de Ferro os Vingadores, que tem a armadura do Homem de Ferro e ele utiliza a pura nanotecnologia então eu já tentei buscar utilizar a tendência de um aluno em gostar de filmes para jogar meu conteúdo no meio da conversa (Drexler, 2023).

A temática diretamente, sim, muito difícil. Principalmente, alguns livros não aborda, e outros é muito superficial, se a gente quiser fazer algum tipo de abordagem, a gente tem que trazer de fora [...] , por meio de slide ou algo assim, e é até algo não muito substancial para o aluno, porque ele não comprehende o que é isso. Bom, primeira coisa, a presença do conteúdo no livro didático, que é para usar como ferramenta para o aluno em casa. E, primeiro passo, logo em seguida um aperfeiçoamento nos nossos próprios professores, para poder ter essa abordagem com o maior domínio do conteúdo, que daí então a gente pode fundamentar e trazer para a sala de aula, para que o aluno também tenha conhecimento daquilo, não só esse conteúdo superficial que já ouviu falar. E, realmente, ele entende o que é e como é aplicado com contextualização (Stoddart, 2023).

[...]porque na realidade eu tenho muita dificuldade em trabalhar [...] Mas eu sempre busco um meio, uma alternativa para pelo menos tentar assegurar o maior número de alunos possíveis naquele conteúdo. Eu uso recursos, eu uso atividades lúdicas para trabalhar a questão mesmo de estímulo. O desafio é grande, Com certeza, eu iria estar trabalhando, pesquisando material [...] Eu, geralmente, quando eu quero alguma coisa que não está dentro da minha realidade, eu vou pesquisar para ver trabalhos de outras pessoas, né? Para buscar soluções de como abordar, ou através de jogos, através de imagens (Feringa, 2023).

Desse modo, nota-se que os entrevistados apresentam dificuldades em abordar a temática, devido à ausência do tema nos livros ou por outras motivações, no entanto os mesmos apresentam sugestões para superar estes desafios em sala de aula. Pesquisadores como, Belluco e Carvalho (2014) afirmam que integrar novas tecnologias, como a Nanotecnologia, ao contexto da educação científica representa um desafio significativo. Os mesmos afirmam que é essencial criar propostas que facilitem a incorporação da Nanotecnologia no currículo formal das escolas, visando aprimorar a qualidade do ensino e da compreensão de conceitos científico tecnológicos. No âmbito educacional atual, é importante estudar a Nanotecnologia no ensino fundamental e médio, uma vez que os jovens manifestam interesse e motivação para explorar novas tecnologias. Esse enfoque não apenas os capacita a se prepararem para ingressar em campos de pesquisa, mas também a se inserirem no mercado de trabalho.

Ainda nesse sentido o Ensino da Nanotecnologia nas aulas de Química tem apresentado esses desafios, por caracterizar-se uma ciência nova e pela falta de recursos educativos, no

entanto esses desafios podem ser transpostos, por meio da introdução de uma abordagem interdisciplinar nas disciplinas de Física, Química e Biologia, explorando os diversos conceitos e aplicações da Nanotecnologia por meio de tópicos introdutórios. Essa abordagem visa oferecer uma visão mais abrangente e integrada dessa tecnologia aos alunos. Além disso, busca estimular o interesse pela ciência, contribuindo para o aprimoramento da alfabetização científica dos estudantes (Quirola et al., 2018). Nesse sentido, a Nanotecnologia oferece uma abordagem dinâmica e envolvente para a formação científica dos estudantes, contribuindo para sua compreensão do mundo científico e preparando-os para desafios e oportunidades futuras.

3.2. A Contribuição da Nanotecnologia na Formação Científica dos estudantes

A formação científica desempenha um papel essencial na formação de cidadãos críticos, ativos e responsáveis, nesse contexto, capacita os alunos a assumirem papéis de protagonismo, a tomarem decisões com discernimento e iniciativa. Além disso, a educação científica fomenta o interesse pela pesquisa, promovendo a realização de experimentos e a resolução de problemas (Bizzo, 2012).

Além do mais, o ensino científico e tecnológico, quando abordado sob a perspectiva da Nanotecnologia, conforme Acevedo et al (2016) destaca, emerge como uma fonte de descobertas, aprendizados, e inovações, que, ao incorporar essa abordagem nas salas de aula, fomenta a formação de indivíduos que possuem uma mentalidade coletiva, que buscam compreender o mundo em que vivem por meio da Ciência e Tecnologia, capacitados para tomar decisões necessárias. Concordando com Izquierdo (2000), entende-se que uma autêntica educação científica deve cultivar o pensamento crítico, permitindo que os cidadãos, desde tenra idade, reconheçam a importância de sua intervenção na sociedade e compreendam que podem contribuir para uma mudança positiva coletiva.

Ainda sobre a importância dos estudantes compreenderem a Nanotecnologia, Fernandes (2016) destaca, à sua relevância na formação dos alunos, as tecnologias e os potenciais impactos associados devem ser compreendidos ao longo do desenvolvimento do conhecimento científico, como também a contribuição da Química é incontestável em esclarecer e cultivar um senso crítico nos estudantes.

Levando em consideração a importância da Nanotecnologia para o futuro da sociedade, foi indagado aos docentes pesquisados sobre a contribuição da Nanotecnologia na formação científica dos alunos. Eis algumas respostas:

Introduzir a nanotecnologia no conteúdo didático dos alunos é importante porque pode contribuir com a preparação de profissionais na área das ciências exatas, da natureza, para as futuras gerações, por exemplo na construção de equipamentos que ajudem o meio ambiente, que utilizem práticas sustentáveis. Então eu acredito que a nanotecnologia deve ser abordada cada vez mais desde as séries finais do ensino fundamental, o ensino médio, alguns cursos técnicos também, eu acredito que deve até existir em relação a isso [...] Então quanto mais esses alunos estiverem emergidos no assunto nanotecnologia, melhor. É melhor ele saber do que não saber. Porque querendo ou não, a nanotecnologia ainda é muito pouco trabalhada dentro de salas e aulas. É muito pouco trabalhada e até pelos professores é pouco conhecida. Não é muito professor que quer se aprofundar nela (Drexler, 2023).

A questão mais é a atualização, porque a ciência está evoluindo, está progredindo, estão sempre vindo novas informações, então se os alunos ficam na mesmice de pensar só no antigo, eles acabam não se adaptando ao novo mercado de trabalho, então se a gente não prepara os alunos para o mercado de trabalho, tem que preparar justamente para essas novas tecnologias que estão surgindo, então eles já têm que chegar no mercado de trabalho com essa consciência, então ela é muito importante para isso, para que eles cheguem nessa atualização do mercado de trabalho (Feynman, 2023).

A nanotecnologia está vinculada com a ciência do futuro [...] Novos desenvolvimentos, novas práticas, novas aplicações. E isso é de extrema relevância [...] Até vamos puxar aqui um pouco para a medicina [...] O que é a medicina? A medicina é um ramo que estuda patologias e como pode combater essas coisas. E a nanotecnologia está vinculada a isso. O aluno que já tem uma noção de nanotecnologia no ensino médio, por meio de Química, física ou algo assim, e no futuro começa a aplicar em um ramo que ele quer seguir mesmo, talvez ele tenha uma facilidade maior de compreensão desse conteúdo (Stoddart, 2023).

Olha, eu acredito que para a gente formar esses alunos bem aí, esse menino tinha que realmente querer ter conhecimento mesmo [...]. Eles precisariam realmente estar aptos para aprender, porque assim, no mundo da nanotecnologia a gente vê o quanto a dimensão do conhecimento cresceu. E mesmo assim, a gente que tem um pouco de conhecimento, sabe que é muito pequeno esse avanço. Apesar de que para a gente é muito grande o avanço, 30 mas em relação ao conhecimento ainda é pequeno. E aí, o que a gente vê é que o nosso aluno, alguns estão preparados para buscar, para aprender, para inovar. Mas outros não [...] O grande problema hoje da educação é que o indivíduo não quer aprender. (Feringa, 2023).

As respostas dos docentes sublinham a importância crucial da Nanotecnologia na formação científica dos alunos, trazendo à tona uma série de considerações relevantes. Um ponto ressaltado é a necessidade de atualização constante dos alunos diante do avanço rápido da ciência. A Nanotecnologia é identificada como uma tecnologia emergente que os alunos compreendem para se adaptarem ao mercado de trabalho moderno. Nesse sentido Agostini (2018) ressalta que essa conscientização desde cedo permitirá que os alunos enfrentem as demandas de um mercado que exige habilidades atualizadas e uma compreensão sólida de tecnologias inovadoras.

No entanto, os docentes também identificaram desafios, um deles é a motivação e a disposição dos alunos em aprender, especialmente em um campo tão avançado como a Nanotecnologia. Isso destaca a necessidade de abordagens pedagógicas diferenciadas que permita ao estudante um contato com essa tecnologia e os avanços científicos relevantes, assim como a análise do impacto positivo dessas tecnologias no avanço da sociedade e na promoção de uma melhor qualidade de vida (Acevedo, 2016).

Vale destacar, que as respostas dos docentes enfatizam a importância de integrar a

Nanotecnologia no processo educacional, não apenas para fornecer conhecimentos técnicos, mas também promover uma cultura de aprendizado contínuo e motivar os alunos a explorar inovações científicas e tecnológicas. Essa abordagem abrangente é crucial para preparar uma geração de profissionais científicos e inovadores capazes de enfrentar os desafios futuros da sociedade.

3.3. A Relação Pedagógica das Novas Tecnologias de Ensino e a Nanotecnologia

A relação pedagógica entre as novas tecnologias de ensino e a Nanotecnologia é um campo dinâmico e relevante, que visa explorar como a integração de ferramentas tecnológicas potencializa o processo de aprendizagem, especificamente no contexto da Nanotecnologia, pois esta lida-se com estruturas e dispositivos em escala nanométrica, apresenta desafios e oportunidades únicas no campo educacional (Jing, 2019).

O advento das novas tecnologias, como dispositivos móveis, aplicativos educacionais, simulações e realidade virtual, oferece meios inovadores de abordar conceitos complexos da Nanotecnologia. Essas tecnologias proporcionam experiências práticas, visualizações tridimensionais e interações imersivas que aprimoram a compreensão dos alunos sobre fenômenos nanoscópicos, muitas vezes abstratos (Caminha, 2018).

A relação pedagógica entre as novas tecnologias e a Nanotecnologia não limita-se apenas à entrega de conteúdo. Ela também engloba adaptação de estratégias de ensino, a criação de ambientes de aprendizagem colaborativos e a promoção do pensamento crítico e da resolução de problemas. Além disso, a utilização dessas ferramentas contribui na formação de estudantes preparados para enfrentar os desafios tecnológicos e éticos na sociedade.

Foi perguntado aos sujeitos da pesquisa sobre a utilização de ferramentas tecnológicas em sala de aula, eles responderam:

Bom, o recurso tecnológico que eu utilizo, às vezes, é o celular mesmo, no WhatsApp, dando materiais, um data show, mas assim, um jogo tecnológico, não, ainda não. Mas eu trago data show e mostro imagens, eu peço para eles fazerem pesquisa, eu coloco um material no grupo do WhatsApp, eles podem estar acompanhando pelo WhatsApp, pelo celular, mas assim, um aplicativo, não [...] (Taniguchi, 2023).

Sim, utilizo os recursos tecnológicos como computadores, utilizo formulários eletrônicos, tem algumas plataformas online que eu passo para os alunos e solicito que eles façam alguns cursos online e dou um prazo x para eles me entregarem o certificado, então esses são os recursos tecnológicos que eu utilizo, baseado na realidade da escola. A minha experiência foi muito boa, eu tive um feed back positivo em relação aos alunos, por que é uma estratégia pouco abordada nas escolas, os professores de forma geral, mas não sendo específico, os professores tem uma tendência a não utilizar [...] (Drexler, 2023).

Pronto, a metodologia ativa é muito relevante no processo de ensino aprendizagem. De vez ou outra, não posso dizer sempre, porque infelizmente ainda é muito conteudista o assunto de química nas escolas [...]. Mas vez ou outra levo no laboratório, laboratório

tanto de ciências quanto de informática[...]. Quando não, na própria sala de aula a gente usa o recurso do slide, usa laboratórios virtuais, vinculando ao conteúdo desejado. Sempre que eu uso um recurso de metodologia ativa, alguma coisa assim, visual, os alunos tendem a ter uma interação maior [...] (Stoddart, 2023).

Uso muitas ferramentas tecnológicas, eu uso celular, eu uso projetor, computador, uso aplicativos. O problema é que na escola pública a gente não tem recursos. Eu tenho recursos próprios, material didático próprio, eu invisto 32 em mim. Eu uso os recursos que tenho, se eu tiver que fazer um experimento eu vou lá na farmácia e compro o material, e faço dentro do que dá para fazer. Na questão da tecnologia eu uso muito o meu projetor, o meu computador, mostrando para eles como eu posso estar usando a tecnologia para facilitar o aprendizado [...] (Feringa, 2023).

As narrativas dos entrevistados revelam uma variedade de abordagens no emprego de recursos tecnológicos no contexto educacional, destacando a diversidade de estratégias adotadas pelos professores para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Aureliano e Queiroz (2023) diz que, a integração de tecnologias e suas formas de expressão no dia a dia das aulas tem impactado o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Isso ocorre porque esses recursos, acessíveis tanto para professores quanto para alunos, proporcionam informações inéditas de diversas maneiras, seja por meio de uma exposição, um documento escrito, uma tarefa, uma representação visual ou um conteúdo em formato de vídeo. Essas transformações introduzidas pela tecnologia estão evidentes nas instituições educacionais, promovendo a autonomia do aluno e valorizando seus conhecimentos adquiridos de forma informal.

Alguns entrevistados destacaram a integração de tecnologias mais simples, como o uso do celular e do WhatsApp, para compartilhar materiais e promover a comunicação com os alunos. Essa abordagem, mencionada pelos entrevistados, aponta para a utilidade dessas ferramentas na facilitação da interação e na disseminação de informações. Desse modo, Furtado (2019) aponta, a tecnologia educativa é importante, oportuniza aos alunos aprender a conhecer e aprender a fazer na sua vida escolar, podendo assim levar esses conhecimentos para sua vida pessoal e profissional.

Em conjunto, essas experiências refletem a busca constante por métodos eficazes que incorporem a tecnologia para potencializar a aprendizagem. A diversidade de estratégias sugere que a inovação no ensino é um processo adaptativo, no qual os educadores exploram diversas ferramentas e métodos para atender às necessidades específicas de seus alunos e ao contexto em que estão inseridos. A resistência observada destaca a importância de oferecer suporte e capacitação adequados aos educadores, incentivando a adoção de práticas tecnológicas. Em conjunto, esses insights reforçam a ideia de que a integração efetiva da tecnologia na educação requer não apenas recursos materiais, mas também um ambiente propício e apoio institucional para garantir o sucesso das inovações educacionais.

Levando em consideração que no contexto educacional contemporâneo a utilização de recursos tecnológicos no ensino desempenha um papel significativo na formação dos estudantes,

foi perguntado aos entrevistados como a utilização de recursos tecnológicos estimula o interesse dos estudantes pela Química e Nanotecnologia. Os professores responderam:

Com certeza. Um aplicativo, um joguinho como aquele onde eles vão competir entre si para quem vai mais longe com certeza vai instigar eles em aprender para se sair bem naquele aplicativo, então é uma estratégia muito boa, muito interessante e que vai trazer resultados positivos, sim, eles vão gostar muito porque querendo ou não gerar essa competitividade dos alunos de forma positiva é muito saudável [...] (Taniguchi, 2023).

Eu acredito que possa influenciar o aluno a utilização do recurso para com outro tema paralelo, a menos que o aluno, por si só, já tenha uma tendência de gostar. Então o Quiz, ele foi uma ponte, mas não necessariamente ele é o suficiente para trazer mais o aluno para nanotecnologia. Ele pode trazer o aluno a gostar da ferramenta Quiz, propriamente dito, mas eu acredito que ele faz com que o aluno aumente a tendência para a nanotecnologia, acho que não [...] (Drexler, 2023).

Então, os recursos didáticos, eles ajudam, o Quiz ajuda bastante. A maior dificuldade que a gente pega é justamente a questão da internet, do celular, que muitos nem têm celular em sala de aula. E os que tem, às vezes não tem internet. [...] A escola também não fornece uma internet boa para que a gente possa fazer isso. Então, a gente acaba barrando nessas questões do uso da tecnologia nesse sentido. Mas a ideia é bastante interessante, de utilização de um quiz, etc. Mas a gente se barra mesmo na questão do utensílio, de como vai usar essa tecnologia (Feynman, 2023).

Com certeza. O uso de métodos que fogem do tradicional substancia o processo de ensino-aprendizagem, onde o aluno hoje é muito vinculado à tecnologia. E se a gente usa um incentivo diferente do que o tradicional, ele se sente mais imerso no conteúdo e fomenta o processo de aprendizagem mais fortemente (Stoddart, 2023).

Sim, eu tenho alunos que são mais curiosos, eles acabam me trazendo, me mostrando. Olha só, que esse joguinho aqui [...], olha isso aqui como é interessante. Então eles mesmo trocam conhecimento comigo. Às vezes, os que eu sei eu mostro, mas às vezes eles trazem algo que acabam me mostrando que eles vão buscar, entendeu? Aquele aluno que realmente quer, que é curioso, ele acha e traz e me mostra [...] (Feringa, 2023).

Os resultados das respostas dos entrevistados refletem diferentes perspectivas sobre o impacto da utilização de aplicativos digitais, especificamente quizzes e jogos, no interesse dos alunos por Nanotecnologia e Química.

Taniguchi (2023) destaca a eficácia de aplicativos que envolvem competições entre os alunos. A ideia de um "joguinho" competitivo é vista como uma estratégia eficiente para instigar o aprendizado, gerando uma competição saudável entre os estudantes. Esse método é percebido como capaz de motivar os alunos, pois desperta o desejo de destacar-se no aplicativo, gerando resultados positivos. Conforme assinalado por Souza (1996, p. 122) os jogos podem ser empregados na instituição educacional como ferramentas que facilitam a investigação do pensamento, de sua esfera afetiva e das oportunidades de estabelecer interações sociais. Os jogos desempenham uma função crucial no processo de evolução (tanto cognitiva quanto afetiva) do sujeito, haja vista as afirmações de Luna (2008, p. 57):

(...) quando o sujeito se sente desafiado pela perturbação (no jogo, por exemplo, quando se vê diante de uma situação-problema) e tem como valor superá-la, ele age com disciplina (atenção, concentração, persistência, respeito) com o intuito de vencer. Nesta perspectiva o sujeito reage à perturbação, com disciplina, visando a reequilíbrio do seu sistema (regulação).

Outro ponto ressaltado é a importância de métodos de ensino que vão além do tradicional, reconhecendo que os alunos no contexto atual estão fortemente vinculados à tecnologia. A abordagem não convencional é percebida como uma maneira de envolver os alunos no conteúdo, incentivando um processo de aprendizagem mais intenso. Dessa maneira, Furtado (2019) ressalta que a utilização de recursos tecnológicos representa uma fonte enriquecedora de novos conhecimentos e uma expansão nos métodos de ensino dentro da escola. Ela oferece diversas alternativas para os educadores criarem um ambiente educacional fundamentado em situações contemporâneas. Importante destacar que essas ferramentas são um meio e não um fim, sendo um recurso didático dentro da proposta curricular.

Ademais, os resultados da discussão apontam para a potencial eficácia de aplicativos digitais, como quizzes e jogos, como estímulos ao interesse dos alunos pela Nanotecnologia e Química. No entanto, desafios práticos, como acesso à tecnologia e suporte institucional, precisam ser abordados para maximizar o impacto dessas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem.

Ainda sobre a utilização de recursos tecnológicos em sala de aula, foi perguntado aos professores sobre a importância da criação de aplicativos educacionais no contexto escolar. Foram obtidas as seguintes respostas:

[...] Demanda um tempo. Então depende, se for algo muito grande. E também parece que aquele aplicativo já vem as perguntas, né, basta pesquisar assunto. Ou os alunos já sabem o conteúdo, então eles só teriam que escrever as perguntas, já é uma maneira de avaliar. Com certeza. Uma sugestão seria, por exemplo, você fez o seu, eu fiz o meu. Eu vou responder o seu e você responde o meu. Pronto. Para testar o conhecimento dos estudantes. É uma maneira de brincar com esse aplicativo, todas as formas [...]. Pode até fazer aqueles rankings para saber quem foi melhor, quem não foi muito bem [...]. O momento de construir, por exemplo, tem aquele ditado, né? Quando você ensina, você aprende mais. Então vale o mesmo. Você está construindo as perguntas, você está aprendendo mais ainda. Então é uma maneira deles de aprender mais ainda sobre o tema. Sim, é válido. E vai ter resultados positivos, sim (Taniguchi, 2023).

A importância é que o processo de ensino-aprendizagem tem que ser uma via de mão dupla. Então, a partir do momento em que o professor passa conteúdo, passa instruções para o aluno, o aluno também dá um retorno para o professor de forma aonde o professor percebe que ele está evoluindo, está crescendo. E isso é fazer com que o professor perceba que o papel dele está sendo bem feito. O papel do professor é formar cidadãos, pessoas, mentes pensantes. Então, essa didática, esse rearranjo, essa sintonia, são os pontos positivos do processo de ensino aprendizagem. Pelo menos tem que ser, a gente tem que buscar isso (Drexler, 2023).

Sim, é possível. Quando a gente traz essa criatividade dos alunos, eles são muito criativos. Quando a gente propõe alguma atividade para eles, eles conseguem trazer esse retorno para a gente. Então eles podem construir perguntas e acho muito interessante. Esse momento de construção, por exemplo, do Quis, é a questão de proatividade, de eles saírem daquela questão de só receber e serem atuantes da aprendizagem. Então eles são proativos do próprio ensino, da própria educação [...] Então é uma sugestão. Eu já atuei dessa forma, mas não com o aplicativo em si, escrito e dividido em grupos e cada um jogava uma pergunta para o outro, aí quando eles perceberam que eles ganhavam mais pontos se o outro errasse, eles começaram a dificultar as próprias perguntas que eles tinham feito. Isso é muito interessante que inclusive incentivava ele a prestar mais

atenção na aula para elaborar perguntas melhores, mais difíceis (Feynman, 2023). Geralmente quando eu uso algum aplicativo, algum recurso, eu uso vinculado a questionário, faço perguntas em grupo, que faz com que a interação seja maior, aplicando uma interdisciplinaridade também, onde eu vinculo a química com biologia e com a física, e o recurso do aplicativo com pergunta do jogo do milhão, o aluno se sente mais imerso e competitivamente influenciado, e ajudo a ter um ensino e aprendizagem melhor [...] (Stoddart, 2023).

[...] eu até proponho muito essas atividades com eles para estimular [...], uma maneira de trabalhar o conteúdo, mas de uma forma diferenciada, brincando [...], e aí é que a gente observa que dá certo, a maioria se interessa, agora é claro que dependendo do jogo [...] do grau do conhecimento, eles vão gostar ou não, entendeu? Porque tu sabe que tem aluno que gosta mais de coisas lógicas, tem aluno que gosta mais do visual. E assim vai levando, aí é muito relativo, mas o que é interessante é que seria uma proposta muito boa pra 36 ser trabalhada [...] na formação do aluno e do professor. Eu acho que é interessante porque, querendo pra mim, o Quiz é um jogo de perguntas e respostas, de acertos e erros. Então, assim, é estimulante e é atrativo, é uma forma diferenciada de se aprender também [...] (Feringa, 2023).

Os trechos discutem a utilização de aplicativos e recursos interativos, no processo de ensino-aprendizagem, além de destacar a importância de envolver os alunos de maneira ativa, permitindo que eles construam perguntas e participem de jogos que estimulem a interação e a competição saudável, onde a ideia é que essas atividades promovam a aprendizagem de forma dinâmica e engajadora. Nesse sentido, autores como Brito e Purificação (2012) ressaltam que o ensino por meio da utilização de recursos tecnológicos promove uma constante melhoria no processo de ensino-aprendizagem, cultivando as habilidades cognitivas individuais e, assim, impulsionando o avanço social por meio de abordagens pedagógicas.

Além disso a discussão ressalta a importância do feedback entre professores e alunos no processo educacional, assim como a interação constante e a participação ativa dos estudantes são consideradas elementos essenciais para o sucesso do ensino. Conforme apontado por Roesler (2008), esse processo de intercâmbio de ideias e compartilhamento beneficia não apenas a produção do conhecimento, mas também a reestruturação deste, resultando na integração dos saberes assimilados pelos alunos.

Desse modo, quando bem planejadas e alinhadas aos interesses e estilos de aprendizagem dos alunos, atividades com o uso da tecnologia proporcionam um ambiente educacional dinâmico e engajador, contribuindo para a formação científica e pedagógica dos estudantes.

3.4. “NANOQUIZ” nas aulas de Química

O papel da tecnologia na educação está em constante crescimento, pois contribui para que os alunos possam aprender de maneira mais eficaz, eficiente e significativa. A incorporação da tecnologia no contexto educacional amplia o potencial de transformação do processo de aprendizagem, tornando-o mais acessível, envolvente e adaptado às necessidades individuais dos

alunos (Souza, 2020).

Nessa perspectiva, foi desenvolvido o Quiz tecnológico, um jogo interativo de perguntas e respostas destinado ao uso individual ou coletivo. Na dinâmica de grupo, o vencedor é aquele que alcançar a maior pontuação, incentivando a competição saudável. É relevante observar que esse jogo pode ser adaptado para diversas temáticas, e o Quiz apresentado aos professores concentrou-se na área da Nanotecnologia, recebendo o nome de NanoQuiz para refletir essa relação entre Nanotecnologia e o Quiz.

O recurso foi desenvolvido na plataforma gratuita Kahoot, que oferece uma variedade de quizzes previamente elaborados, além de permitir a criação personalizada de novos jogos. Vale ressaltar que a plataforma também disponibiliza diferentes layouts para as partidas, proporcionando flexibilidade visual. O processo de criação do jogo é bastante intuitivo, com a própria plataforma fornecendo um guia de uso que facilita o desenvolvimento desse recurso tecnológico.

As perguntas (ver tabela abaixo) contidas no NanoQuiz foram diretamente vinculadas à palestra anteriormente apresentada, abordando questões relacionadas à aplicação da Nanotecnologia no ensino e a aplicação da Nanotecnologia em diversas áreas da Ciência e da indústria. Essa abordagem busca consolidar o conhecimento transmitido durante a palestra por meio de uma atividade lúdica e interativa, promovendo a compreensão dos conceitos relacionados à Nanotecnologia no contexto educacional. A seguir, serão evidenciadas as perguntas contidas no Quiz.

Tabela 1- Questões do NanoQuiz

Figura	Questão
Questão norteadora 01	<p>Como essa cor azul brilhante é gerada nas borboletas?</p> <p>20</p> <p>Em muitas borboletas a cor das asas pode ser atribuída a presença de melanina, o mesmo pigmento responsável pelo bronzeamento da pele em humanos. Mas as borboletas do gênero Morpho são conhecidas por exibirem uma cor azul brilhante em suas asas devido a fenômenos ópticos que envolvem nanoestruturas em suas asas.</p> <p>Como essa cor azul brilhante é gerada nas borboletas?</p> <p>A) Através da interação com a luz solar. B) Por meio de um processo químico interno. C) Devido a presença de melanina nas asas. D) Graças à absorção de luz pelas asas.</p>
Questão norteadora 02	<p>Com base nisso, qual é a principal força que permite às lagartixas do tipo Gecko escalar diferentes tipos de superfícies?</p> <p>28</p> <p>Ao visualizar em microscópio as patas das lagartixas do tipo Gecko, percebeu-se que há milhões de pelos nanométricos que saem das microprojeções (cerdas) localizadas nas extremidades das patas. Com isso, ela consegue criar uma força adesiva muito forte a diferentes tipos de superfície. Com base nisso, qual é a principal força que permite às lagartixas do tipo Gecko escalar diferentes tipos de superfícies?</p> <p>A) Forças magnéticas. B) Forças atrativas de Van der Waals. C) Forças elétricas. D) Forças de repulsão.</p>

<p>Questão norteadora 03</p> 	<p>A aplicação de nanopartículas na produção de protetores solares representa um avanço significativo na proteção contra a radiação ultravioleta (UV). Qual é uma das principais vantagens dos protetores solares a base de nanopartículas em comparação com os convencionais?</p> <p>A) Capacidade de bloquear 100% da radiação infravermelha. B) Capacidade de bloquear 100% da radiação ultravioleta. C) Capacidade de absorver e refletir os raios X. D) Capacidade de aumentar a produção de melanina na pele.</p>
<p>Questão norteadora 04</p> 	<p>A nanotecnologia está revolucionando a agricultura ao proporcionar avanços significativos em diversas frentes, desde a produção de fertilizantes mais eficazes até a criação de plantas biônicas com eficiência fotossintética aprimorada. Além disso, sensores inovadores contribuem para o monitoramento da saúde do solo, evitando o uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes. Como os novos fertilizantes desenvolvidos com nanotecnologia beneficiam a agricultura?</p> <p>A) Possuem maior durabilidade no solo, liberando lentamente os nutrientes. B) Aumentam a quantidade de microrganismos no solo. C) Favorecem a aplicação de agrotóxicos e pesticidas. D) Reduzem a qualidade da saúde dos agroprodutos.</p>
<p>Questão norteadora 05</p> 	<p>A nanotecnologia desempenha um papel crucial na busca por soluções inovadoras para enfrentar a crescente escassez de água limpa em todo o mundo. Qual é o grande avanço apresentado pela nanotecnologia no campo da purificação e despoluição de água?</p> <p>A) A criação de nanofiltros que aumentam a concentração de poluentes. B) Utilização de diferentes tipos de nanopartículas para a purificação de água. C) A capacidade de sintetizar novos contaminantes para tratamento de água. D) A capacidade de tratar apenas águas de origem natural.</p>
<p>Questão norteadora 06</p> 	<p>Com os avanços significativos na miniaturização dos componentes eletrônicos devido ao progresso da nanotecnologia, permitiu o uso de nanotubos de carbono e grafeno na produção de chips mais eficientes e avançados. O que torna o grafeno um material promissor na eletrônica em comparação com o silício?</p> <p>A) Sua alta densidade. B) Sua espessura atômica extremamente fina e mobilidade eletrônica elevada. C) Sua baixa flexibilidade. D) Sua baixa capacidade de condução de eletricidade.</p>

Fonte: Autoria própria (2024)

Os progressos tecnológicos contribuem para o surgimento de novos métodos de comunicação e interação entre as pessoas. A crescente criação de aplicativos educativos tem viabilizado a aprendizagem, que engloba o uso de dispositivos móveis em conjunto com outras Tecnologias Digitais para impulsionar o processo de aprendizado (Gewehr, 2016). Os aplicativos educativos têm o potencial de aprimorar e auxiliar no ensino-aprendizagem dos estudantes.

[...] os estudantes utilizam as tecnologias móveis para completar tarefas passivas ou de memória, como ouvir uma aula expositiva ou decorar informações, eles têm mais tempo para discutir ideias, compartilhar interpretações alternativas, trabalhar em grupo e participar de atividades de laboratório, na escola ou em outros centros de aprendizagem. Ao contrário do que se pensa, a aprendizagem utilizando a tecnologia não aumenta o isolamento, mas sim oferece às pessoas mais oportunidades para cultivar habilidades complexas exigidas para se trabalhar de forma produtiva com terceiros (UNESCO, 2013, p. 16).

Nesse sentido, a incorporação das novas tecnologias digitais como recursos didáticos-pedagógicos emerge como uma oportunidade para impulsionar o ensino de Química e da Nanotecnologia de maneira condizente com as demandas dos alunos do século XXI. De acordo com Knittel (2014), os aplicativos móveis oferecem possibilidades notáveis como instrumentos de aprendizagem em diversas áreas do conhecimento. A autora destaca que essas ferramentas têm o potencial de transformar a dinâmica da atividade educacional, atuando como mediadoras entre o conhecimento e a experiência do aluno com a tecnologia, o que, por sua vez, facilita a compreensão dos temas abordados. No entanto, ela ressalta a importância de integrar o uso desses aplicativos a uma metodologia, uma vez que em cada contexto educacional, seu emprego demandará uma abordagem específica.

Partindo do pressuposto que a utilização de aplicativos tecnológicos são importantes ferramentas para o processo de ensino-aprendizagem, foi perguntado aos entrevistados o que acharam do “NanoQuiz” como proposta pedagógica, tendo as seguintes respostas:

Gostei, e muito bom. Vai instigar bem o aluno a querer responder corretamente para ele poder subir de nível, estar lá em cima no ranking. Então, é válido sim. [...] Ele vai tentar aprender, ler mais daquele conteúdo para ele conseguir os melhores resultados nesse aplicativo, nesse jogo [...]. Sim é possível ensinar a Nano utilizando o Quiz, com certeza. Após uma exposição, fazer umas perguntas [...]. Inclusive, poderia já comentar com eles que vai fazer. Eles vão prestar atenção e aí eles vão ficar, vão anotar, vão fazer mais perguntas durante a aula pra aprender tudo direitinho as informações pra conseguir [...] Sim, eu utilizaria nas minhas aulas o Quiz, porque foi bem interessante lá quando você apresentou, eu utilizaria sim, com certeza (Taniguchi, 2023).

Eu achei o Quiz uma ferramenta promissora para ser utilizada durante aulas de química e não somente de química, mas como outras aulas. A própria plataforma que você nos orientou, foi possível perceber que há outras ferramentas também[...]. No entanto, isso depende muito da realidade escolar. Por exemplo, aqui no Raquel Magalhães temos esses computadores, isso é muito bom, mas outra escola pode não ter e já impossibilita a utilização do Quiz. No entanto pode ser feito um formato tradicional né papelzinho não impossibilitando a utilização do Quiz mas apenas aperfeiçoando. O recurso, ele auxilia no processo de ensino e aprendizagem, mas não acredito que ele seja um fator predominante, ele é um auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, para que ele tenha mais eficácia, é necessário que ele seja utilizado mais vezes[...] Sim, porque como eu sou muito inclinado a utilizar esses recursos virtuais, porque dá mais produtividade, rendimento na sala de aula, então eu utilizaria o Quiz como método de avaliação de eficácia ou material auxiliar durante as aulas de química (Drexler, 2023).

O quiz é bastante interessante para que haja justamente essa interação do conteúdo [...], muito bom para ser aplicado. Facilita a aprendizagem porque é uma forma deles estar vendo aquele conteúdo de uma outra forma, não só uma avaliação no final do mês, mas brincando, porque o lúdico acaba trazendo dessa forma para que ele aprenda mais, para que ele associe aquele conteúdo e não esqueça[...] Completamente, dá para a gente

ensinar Nano nas aulas de Química utilizando o Quiz sim, já que a nanotecnologia não está como conteúdo programático, mas dá para a gente trazer dessa forma multidisciplinar para que o aluno consiga pegar esse conteúdo [...]. Utilizaria nas aulas tranquilamente, mas a questão única é o acesso à internet, né? Porque se tivesse uma internet boa na escola, daria pra gente usar tranquilamente. Então a gente só fica nesse impasse da internet. Mas acho que até com os dados móveis, [...] Se a gente rotear os dados móveis, dá pra gente trabalhar com isso (Feynman, 2023).

[...] Então eu acho excelente a proposta. Sim, nossa senhora, eu falei isso. No passo que incentiva a competição, sempre um vai querer uma competição saudável, né? Melhor do que outro, então vai reter maior conhecimento que vai poder aplicar na vida dele daqui para frente. [...] eu acredito que seria até um bom recurso, já que poucos livros didáticos tem, então se a gente trazer um aplicativo para o aluno que permite uma imersão maior, vinculando a um conteúdo que ele não tem acesso diário aquilo ali vai virar uma chave pra ele até deixar mais fixado, né? Ele sempre vai remeter, ah, eu vi esse assunto aqui, na brincadeira, com o quiz tal. Muito legal (Stoddart, 2023).

[...] Sim. Dentro do contexto que eu trabalho, eu colocaria o quiz voltado para o conhecimento que eu estaria abordando [...] Acho que sim. Tudo na realidade, o que eu acho, eu acho que o que eu puder estar passando para o meu aluno de forma que ele aprenda é viável, entendeu? [...] Então eu acho que como é uma brincadeira alguns alunos vão gostar, vão se sentir estimulados, vão querer, e talvez até alguns outros, porque quando um gosta acaba estimulando o outro a participar também (Feringa, 2023).

A incorporação do Quiz nas aulas foi bem recebida, evidenciando seu potencial em motivar os alunos, bem como aumentar a competição gerada pelo ranking estimulando o desejo de alcançar melhores posições, incentivando o estudo e a leitura do conteúdo para progredir. Além disso, a proposta de realizar perguntas após uma exposição ou criar uma dinâmica de perguntas e respostas entre os alunos também é viável, promovendo a interação e a retenção do conhecimento. Nessa perspectiva Gomes (2017) aponta que a utilização de aplicativos educacionais como ferramenta pedagógica, no contexto do novo paradigma educacional, representa uma excelente contribuição para promover uma aprendizagem de alta qualidade. Esses aplicativos não se limitam a proporcionar entretenimento; pelo contrário, desempenham um papel crucial ao auxiliar e facilitar o desenvolvimento cognitivo e social dos alunos.

Também foi destacado que a utilidade do Quiz não se limita à disciplina de Química, podendo ser estendida a outras áreas. Contudo, a eficácia do método pode depender da infraestrutura tecnológica disponível, como o acesso à internet. Alguns educadores expressaram a necessidade de adaptar o uso do Quiz conforme a realidade escolar, podendo até substituir o formato digital por atividades impressas.

Vale destacar que o elemento lúdico do Quiz foi destacado como uma vantagem, proporcionando uma abordagem diferenciada para os alunos, no qual a competição saudável, associada ao aprendizado, sugere que o Quiz favorece o processo de construção do conhecimento dos alunos. A proposta também foi vista como uma maneira de introduzir temas não abordados nos livros didáticos, ampliando o repertório conceitual dos estudantes. Segundo Gomes (2017) os jogos digitais, como os aplicativos, desempenham um papel crucial no processo de aprendizagem, pois não apenas aprimoram a atenção, a concentração, o raciocínio lógico e a

socialização entre os colegas, mas também estimulam, desenvolvem e aperfeiçoam as habilidades de leitura e escrita. Envolvendo uma movimentação mental, o ato de jogar requer que o estudante aplique os conhecimentos adquiridos para progredir nas fases do jogo.

Desse modo, esta tecnologia pedagógica tem o potencial de ser uma facilitadora, promovendo um ensino envolvente, motivador e apto a formar os estudantes como cidadãos capazes de analisar as novas tecnologias com perspectivas promissoras (Nichele, 2014). A receptividade ao Quiz como ferramenta educacional foi positiva, com destaque para sua capacidade de motivar os alunos, promover a competição saudável e diversificar a abordagem pedagógica.

4. Considerações finais

Diante das reflexões apresentadas, a Nanotecnologia, por sua relação intrínseca com a Química e seu impacto cotidiano nos estudantes, destaca-se como um tema relevante no contexto educacional. A discussão sobre esse tema vai além do campo científico, abrangendo aspectos éticos, sociais e ambientais, o que reforça a necessidade de sua inclusão nos currículos escolares. Os resultados mostram que há uma carência dessa abordagem nas aulas de Química, indicando a urgência de uma revisão curricular que conte com a Nanotecnologia. A introdução desse tema nas escolas fomenta debates sobre questões éticas e socioculturais, além de conscientizar os alunos sobre a influência dessa tecnologia em suas vidas.

Os professores demonstraram interesse em trabalhar a Nanotecnologia, apontando a Química como uma ferramenta essencial nesse processo. No entanto, desafios como a ausência do tema nos materiais didáticos e a falta de recursos educativos precisam ser superados. A integração de dispositivos móveis, aplicativos e simulações também foi identificada como uma forma eficaz de abordar conceitos complexos e promover o pensamento crítico. O uso de recursos interativos, como quizzes, demonstrou ser uma estratégia eficiente para aumentar o interesse dos alunos, embora questões práticas, como o acesso à tecnologia, ainda exijam atenção.

Em síntese, a incorporação correta da Nanotecnologia no contexto educacional enriquece o aprendizado e prepara os estudantes para enfrentar desafios futuros. A interdisciplinaridade e o uso de novas tecnologias são essenciais para formar profissionais críticos e inovadores, capacitados para lidar com as demandas da sociedade contemporânea.

Referências

- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO, P.; PAIXÃO, M. F.; MANASSERO, M. A. *Naturaleza de la Ciencia y Educación Científica para la participación Ciudadana. Una revisión crítica*. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Cádiz, v. 2, n. 2, p.121-140, 2016. Disponível em:. Acesso em: 07 dez. 2023.
- AURELIANO, F. E. B. S., & QUEIROZ, D. E. D. As tecnologias digitais como recursos pedagógicos no ensino remoto: implicações na formação continuada e nas práticas docentes. *Educação em Revista*, 39, e39080, 2023.
- AGOSTINI, N. Conscientização e Educação: ação e reflexão que transformam o mundo. *Pro-Posições*, v. 29, p. 187-206, 2018.
- BELLUCCO, A. e CARVALHO, A. M. P. de. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, p. 30-59, 2014.
- BIZZO, N. Pensamento científico: a natureza da ciência no ensino fundamental. São Paulo: Melhoramentos, 2012.
- BRITO, G. da S.; PURIFICAÇÃO, I. da. Educação e novas tecnologias: um repensar. São Paulo: Pearson, 2012.
- CAMINHA, T. V. O. S et al. Nanotecnologia e nanociência: propostas didáticas para o ensino de nanotecnologia em sala de aula. 2018.
- CASTRO, D. L.; CAVALCANTE, M. P.; PEDROSA, M. C. G. Nanotecnologia e polímeros: revisão dos temas visando a abordagem em aulas de Química. *Revista Thema*, v. 16, n. 2, p. 313-330, 2019.
- FERNANDES, A. C. A inserção do tema nanotecnologia a partir de atividades investigativas no ensino de Química. Diss. Dissertação (Mestrado em Ensino), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2016.
- FURTADO, J. A. et al. O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica no processo ensino aprendizagem. 2019.
- GOMES, J. A. Utilização de aplicativos educacionais como recurso didático pedagógico durante os processos de alfabetização e letramento. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Especialização em Linguagens e Tecnologias em Educação do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo, na cidade de Passo Fundo, 2017.
- IZQUIERDO, M. Fundamentos epistemológicos. In: PERALES, F. J. P.; LEÓN, P. C. (Coord.) *Didactica de las ciencias experimentales: teoria y practica d ela enseñanza de las ciencias*. Madrid: Marfil, Alcoy, 2000, p. 35-64.
- JING, Lee et al. Nanotecnologia na escola: possibilidades e desafios. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 119-131, 2019.
- KNITTEL, T. F. A utilização de dispositivos móveis como ferramenta de ensinoaprendizagem

em sala de aula. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e do Design Digital) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://sapiencia.pucsp.br/handle/handle/18164>. Acesso em: 9 dez. 2023.

LUNA, F. G. de. A (in) disciplina em oficinas de jogos. Dissertação de Mestrado em Psicologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

QUIROLA, N.; MARQUEZ, V.; TECPAN, S.; BALTAZAR, S. E. Didactic Proposal to include Nanoscience and Nanotechnology at high School curriculum linking Physics, Chemistry and Biology. *Journal of Physics Conference Series*. Vol. 1043(1), 2018.

SOUZA, M.T.C.C. de. Intervenção Psicopedagógica: como e o que planejar? In: SISTO, F.F.; OLIVEIRA, G. de C.; FINI, L. D. T.; SOUZA, M.T.C.C. de; BRENELLI, R.P. (orgs.). *Atuação Psicopedagógica e Aprendizagem escolar*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

STEVENS, S.; SURTHERLAND, L.; KRAJCIK, J. *The 'big ideas' of nanoscale science and engineering: a guidebook for secondary teachers*. Arlington, VA: National Science Teachers Association press, 2009.

TOMKELSKI. O ensino de tópicos de nanociência e de nanotecnologia na educação básica e superior: uma análise a partir das compreensões de professores. 2017. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria, 2017.

TOMKELSKI, M. L; SCREMIN, G; FAGAN, S. B. Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 25, p. 665-683, 2019.