

Smart Object como Ferramenta Pedagógica para Abordar Acidentes Químicos no Ensino Médio

Smart Object as a Pedagogical Tool for Addressing Chemical Accidents in High School

Gustavo G. Souza,^a Priscila Tamiasso-Martinhon,^{a,b} Célia Regina S. da Silva,^{a,b} Angela S. Rocha^{a,c,*}

^a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Instituto de Química, Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional (PROFQUI), CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

^b Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Instituto de Química, Departamento de Físico-Química, CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

^c Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Campus João Lyra, Instituto de Química, Departamento de Físico-Química, CEP 20550-900, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

*E-mail: angela.sanches.rocha@gmail.com

Submissão: 15 de Setembro de 2025 – Aceite: 17 de Março de 2026 – Publicado online: 31 de Março de 2026

Chemical accidents are present outside industrial and technological environments, making it important for students to be aware of the chemical risks that surround them. Thus, this work proposes the use of chemical accidents as a way of contextualizing chemistry teaching and promoting meaningful learning based on students' prior knowledge about situations that may occur in their daily lives. In addition, the use of technology as a supporter of science teaching is emphasized, enabling students to develop a broader view of the subject while fostering deeper understanding without disregarding their everyday reality. Therefore, the objective of this work was to propose and apply smart objects (SO) designed to address chemical accidents in Chemistry classes, to promote students' awareness of this problem while working with basic disciplinary content. A practical guide for the development of SO using QR codes was also prepared for teachers. Three SO were developed, while two were applied: radioactivity SO was applied to students at Colégio Pedro II, and the combustion SO to undergraduate students at UFRJ. The results indicated that both groups were motivated to use the SO, suggesting that these resources can support active learning and be adopted by teachers in their practice.

Keywords: Chemistry teaching; meaningful learning; wireless mobile technologies; QR code.

1. Introdução

As necessidades inerentes à vida moderna incentivam o desenvolvimento de vários setores industriais, entre os quais destacam-se as indústrias Químicas, Farmacêuticas, Cosméticas, Agrícolas, Alimentícias, Petroquímicas, entre outras. Nesse contexto, uma ampla gama de produtos e serviços estão cada vez mais presentes na vida de todos, desde o álcool em gel, tão necessário em tempos de pandemia, até os mais variados produtos de limpeza e higiene pessoal. A presença destes materiais cotidianos endossam a importância de se levar para a sala de aula discussões sobre as consequências e os diferentes tipos de acidentes que podem ser desencadeados e ampliados ao se ignorar a maneira mais indicada de se armazenar, manusear, empregar e descartar produtos químicos que se consome.¹⁻³

Notícias sobre acidentes envolvendo substâncias químicas e componentes eletrônicos são comuns hoje em dia, exatamente porque estes materiais estão presentes no cotidiano da

sociedade moderna,⁴⁻⁷ e talvez estejam atrelados - em algum nível e dimensão - ao aumento da oferta de produtos no mercado consumidor. Nesse contexto, os impactos sociais dos meios de produção⁸ associados à leitura de um pertencimento contemporâneo ressurgente⁹ denunciam que muitos acidentes químicos (AQ) são potencializados por um desmonte generalizado da educação pública,¹⁰ o que, em última análise, propicia a deficiência de conhecimento em diversas áreas, mesmo que se trate de noções extremamente básicas.¹¹

Alguns exemplos de AQ incluem sérias queimaduras devido ao uso de álcool como combustível, explosões decorrentes de vazamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), mortes relacionadas à manipulação de elementos radioativos e episódios de asfixia por exposição prolongada a determinadas substâncias químicas, como o monóxido de carbono.¹²⁻¹⁵ Tais acidentes são recorrentes em determinados ambientes de trabalho (formais ou não), envolvendo substâncias químicas que estão presentes, em maior ou menor grau, no cotidiano de muitos indivíduos.¹⁶

Como resposta a essa realidade, a Comunidade Europeia adotou medidas de prevenção e controle de acidentes industriais graves associados aos riscos em ambientes de trabalho, criando a Diretiva Seveso.¹⁷ Esta diretiva adverte que esses tipos de acidentes têm origem em situações que envolvem emissão, incêndio ou explosão de pelo menos uma substância química perigosa. Além disso, ressalta que a atividade industrial intensa provoca sérios perigos tanto para o homem quanto para o meio ambiente, os quais não se restringem ao ambiente industrial, podendo atingir a sociedade em geral.¹⁸

Além do ambiente de trabalho, AQ são muito frequentes em espaços residenciais e escolares.¹⁶ Entre as substâncias químicas associadas a acidentes domésticos, destacam-se aquelas presentes em produtos de limpeza, de higiene pessoal e medicamentos. Em suma, produtos que possuem em sua composição substâncias tóxicas e inflamáveis.¹⁹ Os fatos reportados sugerem que muitas pessoas não percebem os riscos existentes em seu entorno, pois a percepção do risco é individual. Crianças e idosos, por exemplo, podem ter maior dificuldade em compreender essas ameaças, e, assim, tornar-se vítimas de AQ escolares e/ou domésticos.^{20,21}

A literatura relata que muitos desconhecem os sérios danos causados por várias substâncias que constituem uma fonte primária de risco químico.²² Sendo assim, é importante ampliar a discussão e a conscientização sobre os perigos e implicações dos AQ, uma vez que esse conhecimento pode vir a salvar vidas. Nessa perspectiva, o ambiente escolar torna-se um local crucial para disseminar esses saberes,²³ sobretudo ao valorizar a formação de sujeitos capazes de lidar com estas substâncias de maneira adequada, protegendo a si e aos outros.

Com base nestas ideias e no diálogo entre as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA)²⁴ e os pressupostos freiriano²⁵⁻²⁷ e ausubeliano,^{28,29} a elaboração de materiais didáticos autorais configura-se como estratégia pedagógica para se trabalhar a temática AQ em sala de aula. Assim, o presente trabalho compartilha o relato discente~docente~aprendente sobre MAA experienciadas durante a elaboração, validação e aplicação de um produto educacional (PE), bem como fornece uma proposição de validação e um roteiro para que alunos e professores, de todos os níveis educacionais, possam desenvolver seus próprios *Smart Objects*.

2. Considerações Iniciais

Partindo não só da premissa de que toda educação “é um ato político”,²⁶ mas também de que “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”,²⁷ as considerações aqui levantadas contextualizam e fundamentam teoricamente o local de fala discente~docente~aprendente³⁰⁻³³ dos autores. Esse, na prática, valorizou as experiências individuais e coletivas dos sujeitos envolvidos e legitimou

a relevância dos disparadores afetivos que propiciaram diálogos únicos e questionamentos ansiosos por um olhar personalizado.³⁴

A dinâmica suleadora dessas vivências formativas (singulares e plurais) contemplou um diálogo reflexivo, embasado não só na análise de materiais pré-selecionados – reportagens e textos diversos^{4,5,12,14,15,16,19} – mas também nas emoções que emergiram a partir das discussões destes em reuniões presenciais.

Esses encontros – que ocorreram entre 2017 e 2019, no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI),³² do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – fizeram parte do projeto de pesquisa intitulado “Acidentes Químicos e *Smart Objects*: uma proposta para a promoção da aprendizagem significativa”,²⁰ e alicerçaram o desenho metodológico empregado na elaboração do PE, da dissertação supracitada, intitulado “Sequência Didática e Instruções para a Construção de um *Smart Object*”,³⁶ requisito necessário para a obtenção do título de mestre (ou doutor) em programas de pós-graduação profissional.^{37, 38, 39}

Feito este preâmbulo, cabe enfatizar a necessidade de que a sociedade se compreenda como elemento político essencial para a produção e manutenção da democracia.^{40,41,42} Reconhecer (para mudar) as desigualdades, pode ser o viés de uma formação como prática política, como ato de resistência e defesa da educação como prática de liberdade.

Um caminho, por exemplo, pautado na evidência (por parte da sociedade) de que algumas informações não estão (ou são) disponíveis a todos e que o conhecimento vem sendo apreendido (grifo dos autores) “como um produto material, de mercado”,⁴³ podendo conseqüentemente ser posto à venda e consumido à luz da “meritocracia”, afinal o tempo econômico vigente se conforma na dita “sociedade e economia do conhecimento” de uma Metrópole Ressurgente.

Neste sentido, é possível pensar na educação como promotora de uma autonomia cidadã discente~docente~aprendente, com vistas a um aprendizado pautado em ações multiplicadoras, capazes de transformar a realidade dos sujeitos implicados nesse processo.

Uma vez que nem todos os professores possuem o conhecimento específico para propiciar um enfoque técnico-pedagógico dessa temática, é essencial que os docentes com Licenciatura em Química assumam esta responsabilidade formativa, incluindo todo o corpo social da escola em debates sobre manipulação, armazenamento e descarte adequados de produtos químicos, para preservar a saúde humana e o meio ambiente.¹¹

As aulas de Ciências e Química podem auxiliar o processo formativo de indivíduos conscientes e proativos, que – para além de discentes – se compreendam como agentes de transformação social, e no concernente a AQ, não só busquem

a prevenção e/ou a redução de danos destes, mas também atuem como multiplicadores do que foi aprendido.

Neste contexto, as metodologias ativas de ensino e aprendizagem incluem estratégias capazes de desenvolver estas habilidades discentes, nos diferentes níveis escolares. Nas Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) o aluno tem um papel ativo, sendo, portanto, o protagonista deste processo.^{44,45} As propostas pedagógicas ativas não são novas e incluem atividades consagradas, como debates e leitura de textos, mas o avanço da tecnologia e o emprego das mídias digitais de modo mais abrangente, possibilita o desenvolvimento e uso de diferentes ferramentas, materiais e recursos didáticos.⁴⁵

Dentre os dispositivos digitais mais utilizados, aparecem as Tecnologias Móveis e Sem Fio (TMSF), em que os *smartphones* e *tablets* são aqueles mais utilizados pela população e que permitem diferentes aplicações pedagógicas devido à grande quantidade de aplicativos existentes. Uma atividade pedagógica utilizada no âmbito das MA é o *Smart Object*, ou objeto inteligente, capaz de sintetizar as informações em poucas laudas textuais (que podem ou não ser impressas), por intermédio de *links* direcionadores para informações selecionadas pelo professor. A grande vantagem deste tipo de texto é que ele pode conter informações que podem ou não estar contidas neste papel, como vídeos, filmes, *sites*, entre outros, tornando seu uso bastante dinâmico pelos alunos.^{46,47} Normalmente estes *links* aparecem como um *Quick Response Codes (QR codes)*, que são lidos por um *smartphone* e direcionam o leitor para um local na rede que contém a informação desejada. Ou seja, os *QR codes* são códigos bidimensionais capazes de direcionar o equipamento eletrônico leitor destes ao local na rede onde eles estão alojados, por meio da câmera do aparelho, não sendo necessário alta resolução da imagem. A leitura dos *QR codes* direciona a tela do dispositivo para uma página na rede contendo a informação desejada, assim a informação (caso haja rede) será acessada imediatamente pelo leitor, fornecendo subsídios para a compreensão da informação que está sendo abordada em sala de aula.⁴⁸

Já existem relatos do uso de *QR codes* e *Smart Objects* para promover o ensino de Química,^{46,49} mas experiências docentes pioneiras em sala de aula devem ser compartilhadas. É possível destacar um trabalho pioneiro sobre a tabela periódica em que as informações de cada elemento foi entregue por meio de *QR code*⁵⁰ e um catálogo de ganhadores do prêmio Nobel de Química entre 1901 e 2011,⁵¹ o que abre a possibilidade para a criação de diversos materiais pedagógicos.

3. Metodologia

Além de configurar um relato de experiência discente~docente~aprendente da práxis de um dos autores,

o presente trabalho pode ser classificado como qualitativo-descritivo, quanto a sua natureza epistemológica. O mesmo compartilha o passo a passo da elaboração de um PE confeccionado para mediar rodas de conversa sobre a temática AQ, durante o processo de aprendizagem de conteúdos programáticos de Química.¹⁸

Nesse contexto, três *Smart Objects* foram elaborados para a abordagem dos temas combustão (SO 1), radioatividade (SO 2) e óxidos (SO 3). Entre os *Smart Objects* elaborados, foram validados os que versam sobre combustão e radioatividade, sendo o SO 2 aplicado com alunos do Ensino Médio. Nesse artigo, além dos três *Smart Objects*, foi apresentada a sequência empregada para a validação do *Smart Object* sobre o tema combustão (SO 1), feita por licenciandos em Química e em Ciências Biológicas – na modalidade à distância (EaD) – da UFRJ, em parceria com a Fundação Centro de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CECIERJ). O *Smart Object* sobre a temática radioatividade (SO 2) foi validado durante sua aplicação em uma turma de alunos do 2º ano do nível médio do Colégio Pedro II, no ano de 2018. Além disso, foi elaborado um guia do professor estruturado em etapas, orientando a construção de um *Smart Object* com a inserção de *QR codes*.

3.1. Elaboração dos *Smart Objects*

Os materiais didáticos foram confeccionados para abordar os conteúdos de uma maneira mais leve e agradável ao público-alvo, valorizando a produção autoral docente. As tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) foram exploradas nessa etapa, em que se incluiu vídeos, imagens e reportagens disponibilizadas na internet, devidamente referenciadas. Os três *Smart Objects* foram elaborados usando o *software Word*, estruturados em duas páginas e incorporando *QR codes* para permitir o acesso às informações contidas na internet.

Na elaboração dos *Smart Objects*, optou-se por textos curtos ou médios, que também podem ser apresentados na forma de folder, utilizando software de edição de texto para inclusão de QR codes. Buscou-se acrescentar imagens, equações, reações, esquemas e outros recursos capazes de despertar o interesse do leitor e facilitar a aprendizagem. As figuras utilizadas nos *Smart Objects* apresentados neste documento, nas informações suplementares, foram geradas por Inteligência Artificial, conforme indicado no local adequado.

O docente deve construir o *Smart Object* de forma a estimular aos alunos o seu uso tanto dentro quanto fora da sala de aula. Considerando o tema AQ, os materiais foram elaborados para abordar os seguintes assuntos do currículo básico de Química: combustão, radioatividade e óxidos.

3.2. Validação do *Smart Object* sobre combustão

Para a validação do *Smart Object* sobre combustão foi elaborada uma sequência didática desenvolvida presencialmente no polo de Nova Iguaçu da Fundação CECIERJ, para os licenciandos em Química e em Ciências Biológicas (UFRJ). Esta sequência didática, que integra o *Smart Object*, constitui um Produto Educacional. O encontro se dividiu em 5 momentos, como ilustrado no Quadro 1.

A dinâmica contemplou uma apresentação inicial expositiva contextualizando os referenciais teóricos e fornecendo orientações básicas sobre a tecnologia adotada (momento 1); seguida por reflexões e análises individuais (momento 2) e coletivas (momento 3) do PE proposto; e finalizada com as avaliações e sugestões coletivas (momento 4) e individuais (momento 5) dos docentes em formação. Essa etapa configurou não só a validação, mas também do guia para montagem de um *Smart Object* com inclusão de *QR codes* e da sequência proposta para a validação.

Como todos os *Smart Objects* foram elaborados para uso no Ensino Médio, esta validação não foi considerada como aplicação, pois foi realizada com alunos do nível superior, apenas para validar o material didático elaborado, dando um *feedback* sobre o seu uso e possibilidades de contribuição para a aprendizagem.

3.3. Validação e aplicação do *Smart Object* sobre radioatividade

O *Smart Object* sobre o tema radioatividade foi validado e aplicado em uma turma do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Pedro II, unidade de Duque de Caxias. Para essa experiência, utilizou-se a metodologia ativa de aula invertida, na qual os alunos receberam o material com uma semana de antecedência, e foram orientados a explorá-lo antes do encontro presencial. No dia da intervenção pedagógica, destinada à abordagem do conteúdo, os alunos responderam

a um questionário que objetivava: (i) verificar se o aluno havia explorado o material, efetuando a leitura dos *QR Codes* e assistindo aos vídeos presentes no material, de modo que incluiu-se 3 perguntas simples sobre os vídeos apresentados; (ii) investigar se o material era uma novidade para o aluno ou se em algum momento de sua vida acadêmica ele já havia utilizado a tecnologia dos *QR Codes* como ferramenta de aprendizagem; e (iii) avaliar a aceitação do material por parte do aluno, analisando se ele considerou que este contribuiu para sua aprendizagem.

As três perguntas simples apresentadas para os alunos na etapa (i) foram: 1. Os *QR code* exibem reportagens sobre césio-137 e Chernobyl passadas no a) Globo Repórter; b) Fantástico; c) Jornal Nacional; d) Globo Rural; 2. Onde foi encontrado o material radioativo do césio-137? a) Goiânia; b) Minas Gerais; c) Rio de Janeiro; d) São Paulo; 3. O problema que ocorreu em Chernobyl (2º *QR code*) foi a) Descarte inadequado de material radioativo; b) Bomba nuclear lançada na Guerra; c) Explosão de reator em usina nuclear; d) Lixo hospitalar contaminado.

3.4. Guia de montagem do *Smart Object* para professores

Elaborou-se um guia prático contendo um passo a passo simples e direto para apoiar professores na criação de *Smart Objects* com a inclusão de *QR codes*, dependendo do assunto que deseje abordar com seus alunos. O texto do *Smart Object* deve ser elaborado usando o *software* que o professor tenha acesso e saiba utilizar, mas o ponto central deste guia está na inserção dos códigos bidimensionais de resposta rápida (*QR codes*).

A seguir apresenta-se o passo a passo para geração do *QR codes*:

- (i) Escolha a mídia que deseja inserir no material, pode ser um vídeo, uma reportagem, um conteúdo direto, a critério do professor. Esta mídia deve estar vinculada a alguma página da internet.

Quadro 1. Sequência didática empregada durante a validação do *Smart Object* sobre combustão

| Momento | Descrição |
|--|--|
| 1 Considerações iniciais | (i) apresentação expositiva contextualizando o emprego de TDIC no processo de aprendizagem de Química; (ii) orientações para confecção, emprego e leitura dos <i>QR codes</i> . |
| 2 Reflexões e análises individuais | (i) tempo para explorar individualmente o material. |
| 3 Reflexões e análises coletivas (Roda de conversa 1) | (i) sobre o material; (ii) sobre o conteúdo nele abordado; (iii) sobre a tecnologia empregada na confecção do <i>Smart Object</i> . |
| 4 Avaliação e sugestões coletivas (Roda de conversa 2) | (i) sobre os prós e contras pedagógicos, que podem ser potencializados ao se empregar o PE proposto; (ii) análise do roteiro para elaboração de <i>QR codes</i> . |
| 5 Avaliação e sugestões individuais | (i) elaboração textual individual de narrativas avaliativas sobre todas as etapas da sequência didática proposta e sobre o material elaborado. |

- (ii) Copie a URL (*Uniform Resource Locator*) da página desejada. URL é o endereço da rede, como mostra a Figura 1 que direciona para a página da pós-graduação da UFRJ.
- (iii) Entrar no site <<https://br.qr-code-generator.com/>> e

colar a URL desejada no campo de criação do *QR code*, como mostra a Figura 2, para o site da pós-graduação da UFRJ.

- (iv) Clicar no botão “CRIAR CÓDIGO QR”. O código ficará disponível em instantes, como mostra a Figura 3.



Figura 1. Exemplo de URL para a página da pós-graduação da UFRJ, acessado em 3 de agosto de 2019

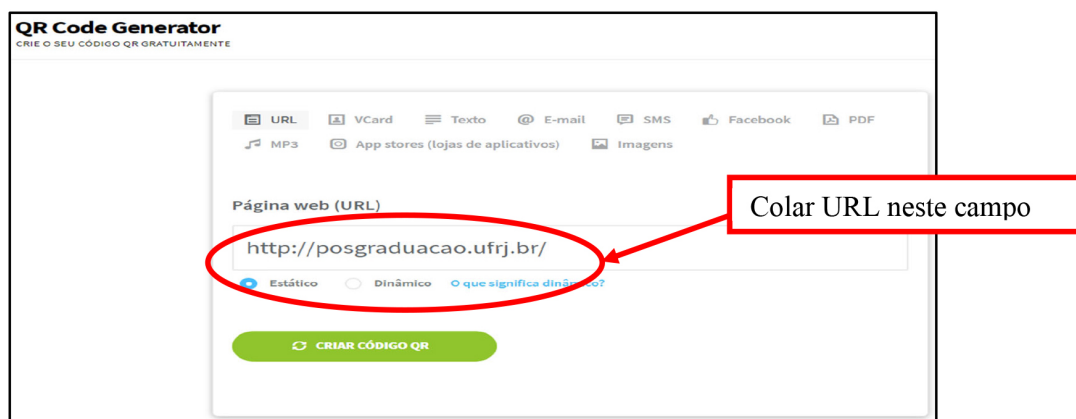


Figura 2. Site QR code generator para gerar o QR code para o exemplo dado



Figura 3. QR code criado para o exemplo, disponível em: <<https://br.qr-code-generator.com/>>

Após seguir as quatro etapas descritas, os códigos QR estarão disponíveis para serem integrados ao material e torná-los *Smart Objects* inserindo a figura do *QR code* gerado no arquivo texto.

4. Resultados e Discussão

A abordagem utilizada neste trabalho sobre uso do tema AQ para trabalhar conteúdos do Ensino Médio não é corriqueira na literatura, mas verificou-se alguns trabalhos interrelacionando a temática radioatividade a ações pedagógicas com ênfase no ensino de Química,⁵² quer contemplando a produção de mangás,⁵³ propondo um jogo de tabuleiro,⁵⁴ uma sequência de ensino como contraponto,⁵⁵ quer problematizando matérias jornalísticas envolvendo o acidente de Fukushima; o desastre de Chernobyl,⁵⁶ o maior acidente radiológico do mundo com célio-137,⁵⁷ ou mesmo aspectos históricos dos acidentes nucleares supracitados,⁵⁸ entre outras estratégias.

Muitas abordagens estão alicerçadas, de forma declarada ou não, em uma perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), sejam inspiradas em acidentes domésticos,⁵⁹⁻⁶¹ seja promovendo prevenção de acidentes,^{62,63} compartilhando ações que fomentam uma reflexão propositiva sobre crimes ambientais, como o de Mariana – MG,^{64,65} ou denunciando acidentes como o de Bhopal, na Índia.⁶⁶ Algumas ações trabalham a formação docente, adotando literatura para abordar a temática segurança.^{67,68}

Nesse contexto, trabalhos pautados na Química Verde enfatizam que essa abordagem é intrinsecamente mais segura quanto à prevenção de acidentes, pois privilegia práticas que resultam na geração de menos subprodutos e na utilização de substâncias menos tóxicas, reduzindo os riscos associados às atividades Químicas.^{66,69,70}

Sedo assim, com a elaboração dos materiais didáticos escolhidos, esperou-se que o leitor, fosse ele aluno ou não, integrasse mobilidade e o tema AQ, em um processo de aprendizagem, alcançando uma aprendizagem significativa. Foi possível quebrar barreiras temporais e físicas, já que o usuário pode acessar o material em qualquer momento e lugar, dedicando o tempo que julgar necessário para a sua compreensão.

Pensando no ciclo investigação-ação da educação, a segunda parte deste ciclo foi contemplada, uma vez que se desenvolveu uma ação para implantar a melhoria desejada, ou seja, o material elaborado foi aplicado para ser analisado e modificado.²³ Os resultados foram subdivididos em tópicos, para facilitar a apresentação e discussão, sem perder a coesão de ideias.

4.1. Considerações sobre a elaboração dos *Smart Objects*

Foram construídos três *Smart Objects*, descritos de forma sucinta neste trabalho, mas que estão apresentados na íntegra nas Informações Suplementares, possibilitando sua utilização por interessados.

O primeiro SO abordou o tema combustão. Inicialmente, apresentou-se a definição do conceito, seguida pela descrição de processos comuns, como a respiração celular. Em seguida, destacou-se a importância da compreensão de processos de combustão completos e incompletos, introduzindo alguns assuntos para a abordagem do tema principal, os AQ. Neste caso, selecionou-se apenas acidentes relacionados a reações de combustão.

Este material reuniu conteúdo escrito, reações químicas, figuras, dois vídeos e uma reportagem completa, tudo condensado em apenas duas páginas, o que torna este recurso extremamente produtivo, ao oferecer diversidade de informações em um formato compacto e acessível.

O segundo *Smart Object* tratou-se do tema radioatividade, começando pela definição do conceito, passando por explicações sobre partículas radioativas e processos importantes, como a obtenção de energia em usinas nucleares através de reações em cadeia. A sequência culminou com o tema AQ, restringindo-se, evidentemente, a acidentes de natureza radioativa.

Este material incluiu conteúdo escrito, reações, diversas figuras e dois vídeos, um sobre o acidente de Chernobyl e o outro sobre o célio-137 ocorrido em Goiânia. Assim como o anterior, apresenta apenas duas páginas, mostrando a versatilidade desse tipo de material didático.

O terceiro *Smart Object* produzido explorou o conteúdo sobre óxidos, começando com uma introdução sobre o conceito de óxidos, as classificações e utilidades dos óxidos. O material estabeleceu conexões com a saúde humana e o meio ambiente, tratando de situações problemáticas ambientais provocadas por alguns óxidos presentes na atmosfera. Estão incluídos o conteúdo escrito, reações químicas, figuras, três vídeos e uma reportagem, também em duas páginas. Este *Smart Object* foi apenas elaborado e está apresentado nas Informações Suplementares, compondo o conjunto de materiais que podem ser utilizados por professores do Ensino Médio para abordar os AQ, portanto, não foi nem aplicado nem validado.

Em suma, os materiais didáticos foram todos elaborados de modo a não ficarem muito extensos, para não desestimular o leitor jovem, que em geral não se sente motivado a ler textos longos, e foram incluídas muitas figuras disponíveis na internet, de modo a tornar os *Smart Objects* mais atraentes esteticamente e chamar a atenção do leitor.

4.2. Dialogando com docentes em formação

A dinâmica contou com a participação de dezoito alunos, sendo cinco oriundos do curso de Licenciatura em Química e treze do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Após a leitura e análise do material sobre combustão pelos futuros docentes, promoveu-se um debate marcado por ampla participação. Como o tema envolvia questões de saúde, todos ficaram muito interessados e puderam colaborar com o debate, trazendo diversas considerações sobre a importância de se trabalhar o assunto em sala de aula. Nesse debate, o foco foi a forma como podemos contribuir para a formação do aluno para que este consiga prevenir um acidente químico ou saiba como agir caso este ocorra. Muitos alunos trouxeram experiências pessoais de acidentes vividos por eles ou pessoas próximas em ambientes de trabalho ou mesmo residencial, como explosão de panelas de pressão ou incêndios pequenos. Um dos participantes trouxe um fato muito relevante, ao lembrar-se de um acidente ocorrido com um amigo onde este tentou apagar um incêndio provocado pela queima de óleo de cozinha jogando água sobre o fogo, o que fez o óleo espirrar sobre ele e o deixou com graves queimaduras. É exatamente este tipo de situação que busca-se prevenir por meio da conscientização dos alunos, ao abordar e discutir os fundamentos químicos envolvidos.

Posteriormente, os participantes puderam avaliar o material por meio de narrativas livres. Os resultados qualitativos obtidos pelas narrativas descritas pelos participantes da dinâmica foram agrupados por semelhança de informações e por aspectos positivos e negativos indicados sobre o material. Por exemplo, pôde-se observar uma forte tendência, entre os futuros docentes, de destacar a contribuição do material ao aproximar a Química do cotidiano do aluno, o que aumenta o interesse pelo tema abordado. Catorze participantes (77,7%) citaram esse aspecto do material. Uma das alunas, estudante do curso de Licenciatura em Química, escreveu “Achei muito interessante a proposta em relação a mostrar para os alunos situações cotidianas, em que a Química se aplica, principalmente em situações de risco. Acredito que mostrar em sala de aula práticas e soluções de problemas cotidianos nos levam ao interesse maior”.²⁴

Outro aspecto muito presente nas narrativas indica que, para os alunos, o material didático tem um importante papel na sociedade, ensinando de forma prática como o conhecimento químico pode ser importante e decisivo na prevenção de acidentes, sendo esse ponto mencionado por oito participantes (44,4%). Um dos alunos, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, escreveu “Ótima apresentação, abordando conteúdos bem relevantes, evidenciando os riscos da falta de conhecimento químico no dia a dia das pessoas e, como futuros professores, o que

podemos fazer para mudar esse problemático cenário, visto que é bem pertinente em nossa atual sociedade”.

Seis participantes (33,3%) citaram os benefícios da utilização da tecnologia em aula como um facilitador. Uma das alunas, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, escreveu “O material permitiu também que avaliássemos a probabilidade de aproveitar a tecnologia do celular a favor dos professores e não como um competidor por atenção”. Além disso, também foi lembrado por alguns dos participantes a importância do uso da tecnologia para a redução do material em papel, o que tem um aspecto positivo em relação ao meio ambiente.

Outro ponto positivo na dinâmica, constatado nas narrativas dos envolvidos, foi o aspecto motivador do material, não só para os alunos do Ensino Médio, mas também para os professores (em formação inicial, contínua e/ou continuada) que, por verificarem a integração entre a Química e o cotidiano dos alunos, aumentam seu próprio interesse em ministrar a aula. Uma das alunas, estudante do curso de Licenciatura em Química, escreveu: “O tema é abordado em qualquer situação, pois o aprendizado adquirido pode salvar vidas. Já despertou a vontade de dar aula!”.

É importante destacar que, dentre todas as narrativas avaliadas, foi constatado apenas um comentário negativo a respeito do material. Uma das alunas, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas escreveu “Não gostei muito dessa tecnologia com *QR codes* pois muitos alunos não têm condições financeiras para obter um celular”.

Sendo assim, por meio desta dinâmica, uma resposta muito positiva foi obtida, com ampla aceitação do material por parte dos futuros docentes, que demonstraram muito interesse em aprofundar seus conhecimentos e ter acesso a outros conteúdos utilizando esta ferramenta.

4.3. Dialogando com alunos do Ensino Médio

O material sobre radioatividade foi aplicado na turma do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Pedro II, composta por trinta alunos, sendo que apenas dezenove responderam ao questionário, indicando uma adesão de 63%. Este comportamento não foi surpreendente, visto que a atividade foi facultativa e não foi atribuída nota, e sabe-se que os alunos costumam só participar das atividades avaliativas – ou “valendo nota”.

As questões referentes aos vídeos não apresentaram alta complexidade e permitiram avaliar apenas se os alunos haviam assistido ao conteúdo, possibilitando, assim, a validação de suas respostas acerca do material.

As três perguntas foram:

1. Os *QR codes* exibem reportagens sobre césio-137 e Chernobyl transmitidas em: a) Globo Repórter; b) Fantástico; c) Jornal Nacional; d) Globo Rural.

2. Onde foi encontrado o material radioativo do céσιο-137?
A) Goiânia; b) Minas Gerais; c) Rio de Janeiro; d) São Paulo.
3. O problema que ocorreu em Chernobyl (2ª QR code) foi:
a) Descarte inadequado de material radioativo; b) Bomba nuclear lançada na Guerra; c) Explosão de reator em usina nuclear; d) Lixo hospitalar contaminado.

Após a análise dos resultados, verificou-se que dezoito alunos obtiveram aproveitamento de 100%, enquanto um aluno errou uma das questões, indicando que, de fato, a maioria dos alunos assistiu ao conteúdo fornecido pelos links. Esse resultado aponta para o indício de que os alunos participantes se interessaram pelo material didático. Uma motivação pode ter sido a atuação direta da aprendizagem com mobilidade (*mobile learning*), mostrando o aspecto da mobilidade conceitual, que estimula o indivíduo a aprender mais devido à facilidade encontrada no acesso à informação.²⁵

A pergunta seguinte foi de cunho investigativo: Algum dos seus professores já usou QR code como recurso para o ensino? Desejava-se saber se a atividade com *Smart Object* constituía uma novidade para os discentes. Igualmente, dezoito alunos responderam de forma afirmativa, enquanto apenas um relatou que outro professor já havia usado este recurso. Este resultado indicou que, para este grupo de alunos, este tipo de material foi muito pouco explorado pelos professores, apesar de sua versatilidade para fins didáticos.

Por último, foram analisadas as respostas dos alunos a uma questão única, que visou entender a aceitação (ou não) do referido material por parte dos estudantes, considerando a forma como a aprendizagem com mobilidade pode atuar em seu processo de aprendizagem. A pergunta dava liberdade ao aluno para expor sua opinião e os resultados foram analisados qualitativamente. A pergunta foi: O que você achou do uso desse recurso (QR code) para ensino de radioatividade? Dê sua opinião.

Os alunos foram bem sucintos, sendo que dezoito respostas podem ser consideradas positivas e apenas uma negativa, a última, como segue:

“Eu gostei. Foi uma outra forma de aprender por uma outra visão.”

“Muito bacana, pois mistura a tecnologia e a química.”

“Eu gostei, pode ser uma maneira de facilitar o acesso a vídeos ou coisas do tipo, mesmo a matéria não sendo tão fácil assim, com vídeos foi bem mais fácil o entendimento, é uma maneira rápida e simples de acessar um conteúdo.”

“Bom, prático e acessível.”

“Ótimo.”

“Interessante, um método mais fácil de explicar determinadas matérias.”

“Achei legal, pois é um meio prático para o aluno

estudar, mas tem desvantagem, que é quando o aluno não tem um dispositivo móvel para ter acesso ao conteúdo”

“Achei bem interessante e muito mais prático, nunca tinha usado para método de ensino.”

“Ofereceu mais facilidade na hora de pesquisar o material de estudo, é mais fácil usar o QR code do que ter que digitar todo o link para poder assistir o vídeo. Muito prático.”

“Inovador. Pode ser ruim pois alguns alunos não tem facilidade de acesso.”

“Bem inovador e interessante, outros professores deveriam aderir o QR code para complementar suas aulas.”

“Achei um bom recurso, consegui ver os vídeos e entender sobre a radioatividade.”

“Achei bom, mas alguns alunos têm dificuldade ao acesso.”

“Achei legal, mas alguns alunos têm dificuldade com o uso.”

“Muito brabo, usando a tecnologia ao nosso favor.”

“Um método inteligente.”

“Achei ótimo, bem eficiente. Mas alguns alunos acabam tendo dificuldade na hora de acessar.”

“Achei interessante, porém alguns alunos tem dificuldade de acesso a esse artifício.”

“Não gosto muito dele, porém para pegar um conteúdo digital a partir de uma folha ele é muito útil.”

É importante ressaltar que, mesmo nos comentários positivos, observou-se algumas críticas, todas elas baseadas na dificuldade de acesso por parte de alguns alunos. Verificou-se também, na única resposta negativa, um elogio ao material, o que demonstrou uma grande aceitação por parte dos alunos.

Com os resultados obtidos, foi feita uma análise mais qualitativa quanto às respostas dos alunos, buscando relacionar os objetivos do trabalho com o que foi observado posteriormente à aplicação do material.

A geração atualmente atendida pelo ensino apresenta forte ligação ao uso de TDIC, o que favorece a motivação dos alunos para a utilização de material que demande o apoio dessas tecnologias. Camacho (2017)⁷¹ afirma que “os alunos gostam mais das aulas e ficam mais motivados quando estas são mais práticas e experimentais, com o recurso às TDIC, conteúdos interessantes e o apoio do professor; e mais desmotivados com os conteúdos teóricos e difíceis”. Assim, é perceptível que o uso da tecnologia aumenta o interesse dos alunos, o que os motiva com o aprendizado e os faz correlacionar o conteúdo aprendido às práticas vividas em sociedade. Dessa forma, o estudante pode estimular um subunçor ligado ao conteúdo, fazendo com que o mesmo acrescente, ou mesmo reforce, um significado para ele

próprio ao interagir com este conhecimento, promovendo uma aprendizagem significativa. Além disso, foi possível observar alguns pontos em comum nos relatos de cada aluno. O mais presente foi a facilidade de acesso ao material trazida pelo uso dos *QR codes*. Notou-se como os alunos se envolveram e como a aprendizagem com mobilidade atuou neste caso, manifestada em diferentes dimensões: mobilidade física, mobilidade temporal e mobilidade conceitual.²⁵ Esse ponto ficou evidente em comentários que expressavam o desejo de ter mais materiais desse tipo, já que a busca por conhecimento se torna quase irresistível visto a facilidade de aquisição oferecida.

4.4. Considerações sobre o guia confeccionado para a montagem do *Smart Object*

Para a montagem de um *Smart Object* o docente deve refletir sobre o assunto e o tipo de abordagem que utilizará no material didático a ser utilizado pelos alunos. A ideia central foi que o texto apresentasse fluidez, caráter motivador e riqueza de informações, de modo a possibilitar o aluno/leitor o aprofundamento no tema, de acordo com seu interesse. A inclusão de vídeos, reportagens, textos adicionais foi feita por meio de *QR codes*. Esta estratégia tornou o material compacto, pois um texto longo pode desmotivar os alunos a explorá-lo.

Uma das dificuldades enfrentadas pelos professores do Ensino Básico, cuja carga horária de trabalho costuma ser elevada, é aprender novas estratégias, como gerar e utilizar um *QR code*. Sendo assim, o ponto central deste passo a passo elaborado foi justamente como realizar a inserção dos *QR codes*, servindo como facilitador na montagem de um *Smart Object*. Assim, a metodologia apresentou um guia rápido, acompanhado de um exemplo prático, para apoiar o docente nesse processo. Acredita-se que este guia possa de fato contribuir para que docentes possam gerar materiais didáticos autorais, e assim tornarem suas práticas docentes mais direcionadas aos seus alunos.

5. Considerações Finais

Apesar da resistência ainda presente entre muitos professores, é quase uma unanimidade que os adolescentes estão se tornando extremamente tecnológicos e a educação deve acompanhar a evolução destes alunos e utilizar esta tecnologia para acrescentar novos métodos de ensino em suas aulas.

O uso da tecnologia em sala de aula está se tornando cada vez mais acessível, com muitas escolas estruturando seus ambientes escolares com diversos recursos tecnológicos. Porém, os desafios que o professor da Educação Básica enfrenta, dentre os quais destacam-se: (i) salas extremamente

cheias, (ii) pressão de diretores e responsáveis, (iii) salários baixos, (iv) currículo extenso, (v) necessidade de deslocamento, pois trabalham em diversas escolas, entre outros, dificultam, inviabilizam e até impossibilitam a implementação de práticas diferenciadas em suas aulas. Mesmo assim, é de extrema importância que a iniciativa venha por parte dos docentes quanto ao emprego deste tipo de estratégia. Isso pode contribuir para aumentar o estímulo e o interesse dos alunos, além de ser um facilitador no processo de ensino e aprendizagem.

Porém, outro aspecto que foi visto como central neste trabalho é a formação de um cidadão autônomo, capaz de tomar suas próprias decisões em situações problemáticas. Este aspecto por si só, já torna a aula mais interessante e dinâmica, afastando o aluno da repetição de conteúdos abstratos e descontextualizados, que não possuem o menor significado em sua vida.

A ferramenta utilizada para implementar este tema transversal, extremamente importante no ensino médio, utiliza um recurso que vem sendo bastante empregado no ensino, mas que ainda não é dominado por todos os docentes. Assim, este trabalho também pretendeu estimular a criação e uso de *QR codes* para o ensino de Química, uma vez que seu passo a passo facilita sua confecção por parte dos professores.

Como pôde ser visto pelos resultados apresentados, o material foi muito bem recebido em todos os níveis, durante o processo de ensino e aprendizagem de Química. Desde alunos do ensino médio, a alunos licenciandos (futuros docentes).

Portanto, mesmo com tantas barreiras presentes na vida do professor da educação básica, esse trabalho buscou aumentar o portfólio de materiais e recursos didáticos dos docentes, para que estes tenham sempre sua prática melhorada e consigam, assim, formar seus alunos da melhor maneira possível. Não é tão fácil derrubar todas as barreiras existentes, mas é possível gradualmente buscar sua superação.

Informações Suplementares

Os três *Smart Objects* elaborados estão disponíveis gratuitamente em <https://rvq.s bq.org.br/pdf/PROFQUI2026-5080-MS>, na íntegra, na forma de Informações Suplementares, são eles o SO 1 aplicado e validado sobre Combustão, o SO 2 aplicado e validado sobre Radioatividade e o SO 3 elaborado sobre óxidos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

1. Marcheti, M. A.; Luizari, M. R. F.; Marques, F. R. B.; Cañedo, M. C.; Menezes, L. F.; Volpe, I. G.; Acidentes na infância em tempo de pandemia pela COVID-19. *Revista da Sociedade Brasileira de Enfermeiros Pediatras* **2020**, *20*, 16. [Crossref]
2. Lima, M. L. S.; Almeida, R. S.; Fonseca, F. S. A.; Gonçalves, C. C. S.; A Química dos Saneantes em Tempos de Covid-19: você sabe como isso funciona? *Química Nova* **2020**, *43*, 668. [Crossref]
3. Macedo, R. F.; Lobão, R. A.; Capitani, E. M.; Zanello, M. E. P.; Caruso, P. C.; Leme, M. S. T.; Cerqueira, E. M. F. P.; Zambon, L.; Hemorragia alveolar após injeção parenteral de silicone industrial. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* **2013**, *39*, 387. [Crossref] [PubMed]
4. Site G1. Maior acidente radiológico do mundo, césio-137 completa 26 anos. Disponível em <<http://g1.globo.com/goias/noticia/2013/09/maior-acidente-radiologico-do-mundo-cesio-137-completa-26-anos.html>>. Acesso em 23 março 2026.
5. Site G1. Casal encontrado em carro em São Gonçalo morreu asfixiado, diz IML. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/01/casal-encontrado-em-carro-em-sao-goncalo-morreu-asfixiado-diz-impl.html>>. Acesso em 23 março 2026.
6. Site G1. Mai Morte de 4 jovens por asfixia dentro de BMW em Balneário Camboriú completa 1 ano: o que sabe até agora. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2024/12/31/morte-jovens-asfixia-bmw-balneario-camboriu-1-ano.ghtml>>. Acesso em 23 março 2026.
7. Site G1. Celular que pegou fogo em bolso: entenda causas e como evitar. Disponível em: <<http://g1.globo.com/goias/noticia/2013/09/maior-acidente-radiologico-do-mundo-cesio-137-completa-26-anos.html>>. Acesso em 23 março 2026.
8. Cavalcante, J. Q. P.; A Sociedade, a Tecnologia e seus Impactos nos Meios de Produção: uma discussão sobre o desemprego tecnológico. *Revista Eletrônica [do] Tribunal Regional do Trabalho da 9ª Região* **2020**, *9*, 35. [Link]
9. Scott, A. J.; Metrópole Ressurgente: economia, sociedade e urbanização em um mundo interconectado. *Revista GEOgraphia* **2014**, *16*, 8. [Crossref]
10. Saviani, D.; Crise Estrutural, Conjuntura Nacional, Coronavirus e Educação – O Desmonte da Educação Nacional. *Revista Exitus* **2020**, *10*, e020063. [Link]
11. Giglio, G. M.; *Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. [Link]
12. Rodrigues, M. F.; Nascimento, E. C.; Junior, R. A. S.; Teles, H. C. C.; Cintra, B. B.; Relação do preço do gás de cozinha e queimaduras por líquido inflamável. *Revista Brasileira de Queimaduras* **2019**, *18*, 162. [Link]
13. Marques, G. Q.; Cunha, M. B.; Resolução de Problemas: Uma Análise Realizada com Estudantes do Ensino Médio de uma Escola Urbana e de uma Escola do Campo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **2018**, *18*, 669. [Crossref]
14. Klanovicz, J.; Fonseca, M. K.; Tempo presente e História ambiental: a contemporaneidade do desastre do Césio-137 (Goiânia, mais que 1987). *Tempo e Argumento* **2019**, *11*, 201. [Crossref]
15. Atiyeh, B.; Desastre na boate Kiss, Brasil. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica* **2012**, *27*, 502. [Crossref]
16. Freitas, C. M.; Porto, M. F. S.; Gomez, C. M.; Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. *Revista de Saúde Pública* **1995**, *29*, 503. [Crossref]
17. European Communities. Council Directive of 24 June 1982 on the major accident hazards of certain industrial activities (82/501/EEC). *Official Journal of the European Communities* **1982**, L 230, 5. [Link]
18. Mota, A.; Oliveira, A.; Neves, J.; Félix, S.; Oliveira, A. P.; Oliveira, C. G.; *Resumos do VIII Congresso Vertentes e Desafios da Segurança*, Leiria, 2018. [Link]
19. Souza, L. J. E. X.; Barroso, M. G. T.; Acidente doméstico em crianças: abordagem conceitual. *Acta Paulista de Enfermagem* **1999**, *12*, 70. [Link]
20. Souza, G. B.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. [Link]
21. Rembischevski, P.; Caldas, E. D.; Teorias e abordagens da percepção de risco: o contexto da saúde humana. *Boletim do Instituto de Saúde* **2020**, *21*, 47. [Link]
22. Pinheiro, G. A.; Macedo, I.; Silva, J. A.; Jannini, M. J. D. M.; Conscientização Sobre o Uso Correto De Saneantes Domissanitários Visando a Prevenção de Acidentes, Intoxicações e Contaminação Ambiental. *Revista Dialogos* **2014**, *19*, 8 [Link]
23. Souza, G. V.; Belaguarda, C. N.; Ramos, T. C.; Questões Sociocientíficas no Ensino de Química: Os 30 Anos do Acidente com O Césio-137. *Ciclo Revista: Vivências em Ensino e Formação* **2018**, *3*, 1. [Link]
24. Júnior, J. L.; Mill, D.; Reflexões sobre as Metodologias Ativas como Abordagem Pedagógica no Contexto Brasileiro. *Conjectura: Filosofia e Educação* **2020**, *25*, e020035. [Crossref]
25. Freire, P.; *Pedagogia da Indignação: Cartas Pedagógicas e Outros Escritos*, 5a. ed., Edunesp: São Paulo, 2014.
26. Freire, P.; A educação é um ato político. *Cadernos de Ciências* **1991**, *24*, 21. [Link]
27. Freire, P.; *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*, 60a. ed., Paz e Terra: Rio de Janeiro, 2019.
28. Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H.; *Psicologia Educacional*. Interamericana: Rio de Janeiro, 1980.
29. Ausubel, D.; *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*, 1a. ed., Plátano Edições Técnicas: Lisboa, 2003
30. Barros, S. C. R.; Sousa da Silva, C. R.; Simões, G.; Tamiasso-Martinhon, P.; Inter-relações multi~pluri~inter~trans~indisciplinar(es)idade na perspectiva discente~docente~aprendente. *Revista Scientiarum Historia* **2026**, *1*, e510. [Crossref]
31. Maia, A. E.; Rocha, A. S.; Tamiasso-Martinhon, P.; Sousa, C.; Jogo didático sobre energias renováveis como legado discente~docente~aprendente. *Revista Scientiarum História* **2019**, *2*, e097. [Crossref]

32. Vieira, H. V.; Tamiasso-Martinhon, P.; Simões, A. L.; Rocha, A. S.; Sousa, C.; O Uso de Aplicativos de Celular como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Química. *Revista Debates em Ensino de Química* **2019**, *5*, 125. [[Link](#)]
33. Barboza, R. S.; Tamiasso-Martinhon, P.; Silva, C. R. S. S.; A importância do trabalho colaborativo e transdisciplinar na educação a distância. *Brazilian Journal of Development* **2020**, *6*, 14034. [[Crossref](#)]
34. Junior, C. A. M.; Lima, V. V.; Padilha, R. Q.; Integrando emoções e racionalidades para o desenvolvimento de competência nas metodologias ativas de aprendizagem. *Interface: Comunicação Saúde Educação* **2018**, *22*, 577. [[Crossref](#)]
35. Gonzaga, G. R.; Paiva, D. C.; Eichler, M. L.; Desafios e Perspectivas Atuais na Formação do Professor de Química: expectativas sobre o Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI). *Química Nova* **2020**, *43*, 493. [[Crossref](#)]
36. Souza, G. B.; *Produto Educacional (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional-PROFQUI)*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. [[Link](#)]
37. Zaidan, S.; Reis, D. A. F. R.; Kawasaki, T. F.; Produto Educacional: desafio do mestrado profissional em educação. *Revista Brasileira de Pós-Graduação* **2020**, *16*, 1. [[Link](#)]
38. Silva, R. O.; Nascimento-e-Silva, D.; Ferreira, J. A. O. A.; Souza, S. S.; Aspectos Relevantes na Construção de Produtos Educacionais no Contexto da Educação Profissional e Tecnológica. *Revistas de Produtos Educacionais e Pesquisa em Ensino* **2019**, *3*, 105. [[Link](#)]
39. Batalha, E. R. C.; *Produto Educacional de Mestrado*, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Pelotas, 2019. [[Link](#)]
40. Moretto, C. M.; Fioreze, C.; Responsabilidade Social e Perspectiva Democrática: refletindo a partir do enquadramento teórico do desenvolvimento humano. *Avaliação* **2019**, *23*, 108. [[Crossref](#)]
41. Tamiasso-Martinhon, P.; Coelho, F. J. F.; Rocha, A. S.; Sousa, C.; DESEJA: educadores sociais e agentes multiplicadores. *Revista de Pedagogia Social* **2017**, *4*, 1. [[Link](#)]
42. Rodrigues, J. G.; Castro, E. A. S.; Bessa, S.; Aplicação da metodologia da problematização na disciplina de diversidade, cidadania e direitos. *Brazilian Journal of Development* **2019**, *5*, 14528. [[Crossref](#)]
43. Teixeira, A. C.; Brandão, E. J. R.; Internet e Democratização do Conhecimento: repensando o processo de exclusão social. *Novas Tecnologias na Educação* **2003**, *1*, 1. [[Link](#)]
44. de Oliveira, R. S.; *Metodologias Ativas. 35 Estratégias para inovar suas aulas de forma simples e criativa*, 1a. ed., Petrolina, 2020.
45. Ribeiro, E. A.; Miranda, G. J.; Casa Nova, S. P. C.; *Revolucionando a sala de aula. Como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem*, 1a. ed., Editora Atlas Ltda: São Paulo, 2019.
46. Ferreira, T. V.; Cleophas, M. G.; O Potencial do aplicativo QR CODE no ensino de química. *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis* **2018**, *1*. [[Link](#)]
47. Law, C.; So, S.; QR codes in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange* **2010**, *3*, 85. [[Crossref](#)]
48. Saccol, A.; Schlemmer, E.; Barbosa, J.; *M-Learning e U-Learning: Novas Perspectivas das Aprendizagens Móvel e Ubíqua*. Pearson Prentice Hall: São Paulo, 2011.
49. Ferreira, T. V.; Ribeiro, J. De S.; Cleophas, M. das G.; A ciência pelas lentes dos smartphones: o potencial do aplicativo QR CODE no ensino de Química. *Revista Thema* **2018**, *15*, 1217. [[CrossRef](#)]
50. Bonifácio, V. D. B.; QR-Coded Audio Periodic Table of the Elements: A Mobile-Learning Tool. *Journal of Chemical Education* **2012**, *89*, 552. [[Crossref](#)]
51. Bonifácio, V. D. B.; Offering QR-Code Access to Information on Nobel Prizes in Chemistry, 1901–2011. *Journal of Chemical Education* **2013**, *90*, 1401. [[Crossref](#)]
52. Nunes, L. D.; Mesquita, N.A. da S.; O tema radioatividade nas Revistas da SBQ e as possíveis contribuições para o Ensino de Radioatividade na Educação Básica. *Química Nova na Escola* **2022**, *44*, 401. [[Crossref](#)]
53. Lopes, F. H. B.; Souza, A. C. S. L. M. de; Cunha, E. M. F.; Macedo, J. N. A.; O uso de mangás como recurso didático para o ensino de Química. *Química Nova na Escola* **2023**, *45*, 51. [[Crossref](#)]
54. Silva, C. N. da; Melo, M. I. G.; Maia, P. I. da S.; Garcês, B. P.; Costa, C. R.; Desenvolvimento e validação de um jogo de tabuleiro sobre radioatividade para o Ensino Médio. *Química Nova na Escola* **2024**, *46*, 618. [[Crossref](#)]
55. Oliveira, F. S. de; Cruz, M. C. P.; Silva, A. da C. T.; Argumentação sociocientífica em torno da implantação de uma usina termoeletrica em Sergipe. *Química Nova na Escola*, **2021**, *43*, 105. [[Crossref](#)]
56. Lopes, R. B.; Coutinho, H. N.; Rodrigues, J. M.; Toledo, E. J. L.; Radioatividade: entre o bem e o mal. *Química Nova na Escola* **2024**, *46*, 13. [[Crossref](#)]
57. Freitas, A. B. de; Vaz, W. F.; O ensino de radioatividade em química e a educação ambiental no aspecto da racionalidade. *Revista Debates em Ensino de Química* **2021**, *53*. [[Link](#)]
58. Nabiça, M. G.; Souza, J. R. da T.; Software Cidade do Átomo como instrumento didático no ensino de química. *Química Nova na Escola* **2021**, *43*, 270. [[Crossref](#)]
59. Aguiar, R. K. P. R.; Costa, H. R.; O uso do jogo “Planeta Química” para a aprendizagem de conceitos: uma abordagem a partir da teoria da ação mediada na produção de significados. *Química Nova na Escola* **2024**, *46*, 568. [[Crossref](#)]
60. Souza, R. O. L. de; Seixas Filho, J. T. de; Miranda, M. G. de; Carvalho Neto, F. M. de.; O impacto dos produtos domissanitários na saúde da população do Complexo do Alemão – Rio de Janeiro. *Química Nova na Escola* **2015**, *37*, 93. [[Crossref](#)]
61. Ferreira, A.; Borelli, E.; Cason, A.; Santos, F. M.; Oliveira, M. L. F.; Acidentes infantis domésticos por produtos domissanitários registrados em centro de assistência toxicológica da região sul. *BVS Biblioteca Virtual de Saúde, Saúde Pública Brasil*, **2006**. [[Link](#)]
62. Machado, P. F. L.; Mól, G. de S.; Experimentando química com segurança. *Química Nova na Escola* **2008**, *57*. [[Link](#)]

63. Sales, A. L. de; Minervino, D. do S. D.; Rocha, R. P. da; Neutralizador alternativo de resíduos ácidos e básicos gerados em aulas experimentais. *Química Nova na Escola* **2024**, *46*, 5. [[Crossref](#)]
64. Toquetto, A. R.; O tema “alumínio” nas coleções do PNLD 2018: uma análise de acordo com a educação CTS. *Química Nova na Escola* **2019**, *41*, 233. [[Crossref](#)]
65. Souza, V. W. dos S. de; Rodrigues, V. B.; Ferreira, L. H.; Estudo do favorecimento da aprendizagem significativa a partir da metodologia CTSA. *Revista Debates em Ensino de Química* **2022**, *8*, 118. [[Crossref](#)]
66. Domingues, L. de A.; Magalhães, C. G.; Sandri, M. C. M.; Síntese do ácido acetilsalicílico: uma proposta para laboratórios de graduação empregando a química verde. *Química Nova na Escola* **2022**, *44*, 105. [[Crossref](#)]
67. Wallau, W. M.; Sangiogo, F. A.; Anotações à experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores de química. *Química Nova na Escola* **2016**, *38*, 121. [[Crossref](#)]
68. Gonçalves, F. P.; Experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores de Química. *Química Nova na Escola* **2014**, *36*, 93. [[Crossref](#)]
69. Santos, K. M. S.; Lima, L. M. A.; Santos, T. S.; Pitanga, Â. F.; Avaliando métricas em química verde de experimentos adaptados para a degradação do corante amarelo de tartrazina para aulas no ensino médio. *Química Nova na Escola* **2021**, *43*, 411. [[Crossref](#)]
70. Rüntzel, P. L.; Marques, C. A.; Ambiente temático virtual de química verde para simulações de sínteses no ensino de química na perspectiva do desenvolvimento sustentável. *Química Nova na Escola* **2022**, *44*, 183. [[Crossref](#)]
71. Camacho, C. M. L. P.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Fernando Pessoa, 2017. [[Link](#)]