

**INTEGRAÇÃO ENTRE A GAMIFICAÇÃO E A ABORDAGEM STEAM NO
ENSINO DE QUÍMICA**

***INTEGRATION BETWEEN GAMIFICATION AND THE STEAM APPROACH
IN CHEMISTRY TEACHING***

***INTEGRACIÓN ENTRE EL JUEGO Y EL ENFOQUE STEAM EN LA
ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA***

*Maria das Graças Cleophas
mgcp76@gmail.com*

Doutora em Ensino das Ciências
Universidade Federal da Integração Latino-Americana

RESUMO

Promover uma Educação Científica que fomente o surgimento de habilidades e competências necessárias para o século XXI é, sem dúvida, um grande desafio para todos os níveis de ensino. Este artigo visa contribuir com proposições que possam agregar benefícios ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências/Química. Para tanto, ele mostra o uso da gamificação no ensino de Química quando integrado a uma abordagem STEAM (termo em inglês para agrupar conhecimentos sobre Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática). Nesta pesquisa é proposto e aplicado um modelo de integração entre a gamificação e a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática que foi denominado Modelo Didático MASTREAM (MD-MASTREAM). A investigação realizada lança luz sobre pontos que são interessantes para o contexto educacional da atualidade, pois enfatiza a necessidade de propor novas práticas pedagógicas que possam repaginar enfoques tradicionais aplicados em relação a conceitos curriculares empregados no ensino de Química, denota a importância do uso das tecnologias móveis em uma estratégia gamificada e, por fim, enfatiza que a gamificação dos processos de ensinagem de Química, numa perspectiva baseada na abordagem STEAM, é amplamente viável e deve ser incentivada como forma de contribuir com o aumento do engajamento dos

alunos, com a motivação e a promoção de diferentes conhecimentos, habilidades e atitudes.

Palavras-chave: Ensino de Química. Gamificação. STEAM.

ABSTRACT

A major challenge for all levels of education is to promote a Science Education that encourages the emergence of skills and competencies needed in the 21st century. This article aims to contribute with propositions that add benefits to the teaching and learning process of Science / Chemistry. It shows the use of gamification integrated with the STEAM (Science, Technology, Engineering, the Arts and Math) approach in Chemistry Education. This research proposes and applies the MASTEAM Didactic Model (MD-MASTEAM), a gamification model integrating Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics. The research indicates interesting points for the current educational context by proposing pedagogical practices that transform traditional approaches of Chemistry Education. It also highlights the importance of using mobile technologies in the gamification strategy. Finally, from the STEAM approach, gamification in Chemistry Education is widely feasible and should be encouraged. Thus, it contributes to enhancing students' engagement and motivation, and the promotion of diverse knowledge, skills, and attitudes.

Keywords: Teaching Chemistry. Gamification. STEAM.

RESUMEN

Promover la educación científica que promueva la aparición de habilidades y competencias necesarias para el siglo XXI es, sin lugar a dudas, un gran desafío para todos los niveles de la educación. Este artículo tiene como objetivo contribuir con propuestas que puedan agregar beneficios al proceso de enseñanza y aprendizaje de Ciencia / Química. Con este fin, muestra el uso de la gamificación en la enseñanza de la Química cuando se integra con un enfoque STEAM (término en inglés para agrupar el conocimiento sobre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). En esta investigación se propone y aplica un modelo de integración entre gamificación y Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, que se denominó Modelo Didáctico MASTEAM (MD-MASTEAM). La investigación llevada a cabo arroja luz sobre puntos que son interesantes para el contexto educativo actual, ya que enfatiza la necesidad de proponer nuevas prácticas pedagógicas que puedan renovar los enfoques tradicionales aplicados en relación con los conceptos curriculares utilizados en

la enseñanza de la química, denota la importancia del uso de las tecnologías. móvil en una estrategia gamificada y, finalmente, enfatiza que la gamificación de los procesos de enseñanza de la Química, en una perspectiva basada en el enfoque STEAM, es ampliamente viable y debe fomentarse como una forma de contribuir con el aumento del compromiso de los estudiantes, con la motivación y la promoción de diferentes conocimientos, habilidades y actitudes.

Palavras chave: Enseñanza de la química. Gamificación. STEAM.

INTRODUÇÃO

A busca por propostas didáticas inovadoras no ensino de Ciências não deve ser estanque. Ultimamente é cada vez mais crescente o número de pesquisas e de relatos que visam agregar benefícios ao processo de ensino e aprendizagem das ciências naturais. Em direção a uma educação inovadora, certamente, se encontram às Metodologias Ativas – MA. Há, na contemporaneidade, um leque amplo de MA que objetivam garantir sucesso para a educação científica. Assim, todas elas estão inerentemente atreladas a um ‘movimento disruptivo’ em prol da construção de aprendizagens necessárias para o século XXI, que sejam capazes, sobretudo, de fomentar diferentes habilidades próprias oriundas deste século, tais como resolução de problemas, colaboração, autonomia, flexibilidade, comunicação, pensamento crítico, criatividade, etc.

No bojo desse movimento, indubitavelmente, se encontram as tecnologias. Estas, sem dúvida alguma, vêm conduzindo novos ritmos para a sociedade e, também, para o contexto educacional. Para Alves e Sousa (2016, p. 43), as tecnologias “[...] propiciam o surgimento de formas diferentes de conhecer e de estabelecer relações que permitem a expressão das ideias por

meio de distintas linguagens e da construção do pensamento”. É importante considerar que o `movimento disruptivo´ impõe à educação do século XXI novas formas de ensinar e de aprender, remetendo-a, dessa forma, à necessidade plural dos sujeitos em dominar linguagens e edificar conhecimentos.

De acordo com Churchill, King e Fox (2013), os desenvolvimentos tecnológicos e sociais contemporâneos exigem a transformação de práticas educacionais. Ainda, na perspectiva desses autores, os professores e as escolas não são mais fontes de conhecimento que abarrotam os estudantes de informação. Em vez disso, seu papel principal é equipar os alunos com novos letramentos, com competências para o uso produtivo das tecnologias e com bases disciplinares específicas do conhecimento conceitual. Daí surge a necessidade de promover mediações que possam incorporá-las nas práticas pedagógicas com vistas à promoção de letramentos que são fundamentais para a construção de habilidades próprias ao século XXI.

Entre os diversos letramentos, o letramento digital móvel, impulsionado pela emergência da internet, se faz amplamente necessário perante as discussões sobre as Metodologias Ativas (MA), pois, em sua grande maioria, as práticas pedagógicas que visam a aprendizagem ativa estão ancoradas ao *mobile learning* (*m-learning*, ou seja, aprendizagem móvel). Esse tipo de aprendizagem que ocorre pelo uso dos dispositivos móveis (a citar, como exemplo, *smarthphones* e *tablets*), ocorre quando os alunos têm acesso às informações a qualquer hora e em qualquer lugar por meio de tecnologias móveis para realizar atividades autênticas no contexto de seu aprendizado (MARTIN; ERTZBERGER, 2013). Em direção à defesa da intrínseca relação do *m-learning* ao desenvolvimento de habilidades necessárias para o século XXI, Hughes e Edwards (2012) afirmam que os dispositivos móveis podem ser usados para

ampliar as pedagogias e desenvolver habilidades de pensamento crítico e criatividade¹.

Toda essa discussão sobre letramento, *m-learning* e habilidades do século XXI são pertinentes para abarcar o contexto das metodologias ativas. Vale frisar, contudo, que atualmente são citadas na literatura várias formas de definir o termo “metodologias ativas”. Neste artigo, porém, abraçaremos apenas a definição dada por Valente, Almeida e Geraldini (2017, p. 464), ou seja, as metodologias ativas são “[...] situações criadas pelo professor com a intenção de que o aprendiz tenha um papel mais ativo no seu processo de ensino e aprendizagem”. Moran (2015) argumenta que essas metodologias devem ser consideradas pontos de partida, visando assim avançar para processos mais adiantados de “[...] reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas” (p. 18).

Acreditamos ser agora pertinente definir o que entendemos por Metodologia Ativa – MA. Pois, é muito comum, na literatura, encontrarmos significados terminológicos que tratam das MA como sendo sinônimo da aprendizagem ativa. Assim, as MA, a depender do discurso e contexto, se apresentam como algo prático ou meramente como uma atividade cognitiva (MAYER, 2004). Por certo é naturalmente perceptível a inerente relação das MA com a Aprendizagem Ativa – AA, pois a aplicação de estratégias, de recursos ou de ferramentas que estejam ancorados nas MA tendem a afunilar para uma aprendizagem mais ativa no que se refere à cognição dos sujeitos. Segundo Prince (2004), as atividades práticas de aprendizado ativo melhoram a aprendizagem dos alunos, ou seja, o uso do método de aprendizado ativo,

¹ É importante destacar que geralmente é necessário utilizar *sites* e plataformas para construir práticas pedagógicas pautadas no uso do *m-learning*, ou seja, inicialmente se deve desenhar a atividade e elaborá-la em *sites* e/ou plataformas que, posteriormente, serão utilizados para promover a integração com o uso dos dispositivos móveis durante a execução da atividade.

segundo Bot et al. (2007), pode ser mais eficaz na promoção do entendimento conceitual em comparação aos métodos tradicionais (HAKE, 1998).

Diante dos aspectos aqui explicitados, consideramos que a MA pode ser entendida como um sequenciamento de atividades, estratégias ou abordagens que orienta o "passo a passo" visando a promoção de aprendizagens. Assim, é nesse contexto de (re)elaboração de novas práticas que, recentemente, temos observado uma crescente evolução sobre as possibilidades de promoção de um ensino que possa ser capaz de contribuir com uma aprendizagem mais eficaz dos alunos sob a égide das singularidades pertencentes à MA. Entre as diversas possibilidades estão o *Peer Instruction* (Ensino por Pares), *Just-in-Time Teaching* (Ensino sob Medida), *Project-Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Projetos), *Problem Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas), *Maker Movement* (Movimento "Faça Você Mesmo"), *Blended Learning* (Ensino Híbrido), *Flipped Classroom* (Sala de Aula Invertida), *Game Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Jogos), *Bring Your Own Device - BYOD* (Traga seu Próprio Dispositivo), *Design Thinking* (Modo de Pensar do *Design*), *Challenge Based Learning* (Aprendizado Baseado em Desafios), Grupo de Observação e de Verbalização (GV/GO), Gamificação, entre outras estratégias e/ou abordagens.

Em face ao exposto, este artigo apresentará uma proposta de gamificação como forma de engajar alunos e, desse modo, permitir que distintas alternativas de ensino possam ser mobilizadas para criar soluções para resolver problemas atrelados a um contexto específico da Química com foco na abordagem STEAM. Nesse viés, as questões de investigação norteadoras desta pesquisa são: 1) Quais evidências empíricas são obtidas com a atividade gamificada envolvendo a abordagem STEAM? 2) Pode haver relação entre a abordagem STEAM e a gamificação?

A gamificação nos processos de ensinagem

A gamificação ganhou simpatizantes apenas a partir do ano de 2010, embora o termo tenha sido cunhado em 2003 por Nick Pelling, um entusiasta por programação de computadores (DOYLE, 2011). De um modo simples, a gamificação é baseada no uso de elementos do *design* de *videogame* em contextos que não são jogos, visando, assim, tornar um produto, serviço ou aplicativo mais divertido, atraente e motivador (DETERDING et al., 2011). A gamificação é uma transposição dos elementos constituintes dos jogos (digitais) para uma atividade didática orientada, mas ela não é um jogo. Entre as duas atividades há, porém, convergências, pois tanto a gamificação quanto o uso dos jogos para fins educacionais exigem um planejamento detalhado antes de serem aplicados. A inserção dos elementos dos jogos em situações não convencionais (PRINCE, 2013) em um contexto educacional pode levar a promover espaços para a construção de aprendizagens mais efetivas para os indivíduos. O Quadro 1 abaixo foi adaptado do livro "*Gamification - Como Criar Experiências de Aprendizagem Engajadoras. Um Guia Completo. Do Conceito à Prática*". Ele mostra algumas particularidades entre os jogos e a gamificação, ressaltando as suas diferenças.

Quadro 1 - Algumas diferenças entre jogos e gamificação.

Jogos (digitais)	Gamificação
Sistema fechado, definido por regras e objetivos	É um sistema que apresenta tarefas, podendo gerar pontos e recompensas
A recompensa pode ser exclusivamente intrínseca, o que significa dizer que o jogo acontece pelo jogo em si	É mais simples e menos custoso de desenvolver
Perder é uma possibilidade real	Perder pode ou não ser possível dependendo do que se deseja alcançar, uma vez que está em busca da promoção da motivação em fazer alguém realizar algo específico que

	esteja atrelado a um contexto de aprendizagem
O conteúdo é formatado para moldar-se a uma história e cenas do jogo	Características e estética de <i>games</i> são adicionadas sem alterações sensíveis de conteúdo
É sempre voluntário, ou seja, o jogador pode escolher jogar ou não	Quando utilizada como estratégia instrucional, participar da atividade gamificada não é uma opção. É preciso planejar o desenho da atividade para conseguir o engajamento, mesmo não sendo uma situação voluntária
Entre as diversas tipologias, é enquadrado dentro do universo dos jogos sérios (consiste no uso de um jogo propriamente dito, já existente ou criado com o objetivo de aprender (BIEL; JIMÉNEZ, 2016))	Também objetiva o aprendizado, porém não requer o uso de jogos (BIEL; JIMÉNEZ, 2016). Usa recompensas e pontuações para promover a motivação extrínseca frente a uma tarefa.
Precisa de um <i>design</i> arrojado para incluir a abordagem STEAM em seu escopo	Favorece a inserção da abordagem STEAM, pois é mais fácil multifacetar as tarefas que compõem a atividade gamificada
Geralmente, os objetivos são compostos por desafios mais longos, exibidos em formatos de níveis.	A “gamificação segmenta grandes objetivos em desafios menores e mais práticos” (BURKE, 2015, p. 12)
É considerado uma tecnologia educacional.	Gamificação não é uma tecnologia, é uma forma de resolver problemas (MARCZEWSK, 2013).

Fonte: Adaptado de Alves (2015).

Constatamos que não há apenas diferenças. Existem muitos pontos consonantes entre os jogos digitais e a gamificação. Como exemplos, pode-se mencionar que: i) ambos agregam melhores resultados em termos de ganhos cognitivos dos alunos, ii) os jogos e a gamificação não devem ser utilizados como uma instrução completa, e sim como uma estratégia adicional para as práticas pedagógicas, iii) ambos podem utilizar as tecnologias, porém a gamificação gera espaços mais propícios para a utilização das tecnologias digitais móveis, iv) as duas estratégias utilizam recursos da *Web 2.0*, v) podem ser usadas como método de avaliação de aprendizagem, vi) são tidos como métodos ativos para

a aprendizagem, vii) ambas as estratégias podem ser utilizadas em todos os níveis educacionais, viii) contribuem na construção e/ou no fortalecimento de habilidades e de competências necessárias para o século XXI, ix) são idealizados em torno de desafios, entre outros pontos.

Talvez uma, entre as várias vantagens em utilizar a gamificação para os processos de ensinagem, esteja vinculada à forma como o conteúdo ou tema pode ser multifacetado (KINGSLEY; GRABNER-HAGEN, 2017), podendo permitir uma instrução de caráter multidisciplinar, a depender, apenas, da criatividade de quem elabora a estratégia gamificada. Também, por meio da gamificação, é possível proporcionar um escalonamento gradual na apresentação da complexidade dos problemas inseridos na atividade, permitindo, assim, que alunos avancem progressivamente em direção a uma maior capacidade cognitiva. Outro ponto, crucialmente importante, é o da motivação, pois a gamificação pode aumentar a motivação intrínseca e promover ganhos de desempenho (MEKLER et al., 2017) em atividades com finalidades educacionais. Ainda, de acordo com Pérez (2016), em uma atividade gamificada é necessário regular a forma correta de motivar as pessoas levando-se em conta a motivação intrínseca (inata à pessoa) e a motivação extrínseca (externa à pessoa).

Nesse mesmo cenário, Donna (2015) defende que a gamificação promove o engajamento e conduz comportamentos ideais, tornando as experiências divertidas, motivadoras e recompensadoras. Além disso, construir um desenho curricular baseado nos princípios da gamificação ajuda a manter o interesse dos alunos, evitando que o processo de ensino e aprendizagem se torne "chato" ou desinteressante (ORTIZ-COLÓN; JÓRDAN; AGREDA, 2018). Nessa direção, uma pesquisa realizada por Aznar Díaz et al. (2017), sobre as percepções de futuros professores, mostrou que os participantes (n=197) estavam totalmente

convencidos de que a gamificação é uma ferramenta muito estimulante para os alunos, pois os motiva a trabalhar em sala de aula.

A gamificação pode ser considerada uma estratégia nova para o ensino das ciências naturais. É importante ressaltar que a gamificação utiliza elementos do jogo, tais como sistemas de pontos, quadros de líderes, *feedback* e recompensas para encorajar e alcançar objetivos (BHARAMGOUDAR, 2018). Prontamente, quando aplicada a contextos pedagógicos, se configura em um processo que está relacionado ao pensamento dos jogadores e às técnicas de jogo para atrair usuários e resolver problemas (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011). Efetivamente, a gamificação pode contribuir com os quatro pilares da educação sugeridos pela Unesco (2010), ou seja, os sujeitos devem aprender a conhecer, a aprender a fazer, a aprender a ser e a aprender a viver juntos. Nesse prisma, a gamificação apresenta elevado potencial para favorecer uma educação científica híbrida, disruptiva e colaborativa, promovendo situações autênticas de aprendizagem (KINGSLEY; GRABNER-HAGEN, 2015), em convergência com as premissas estabelecidas em prol dos resultados esperados para uma educação do século XXI.

Outro aspecto interessante que deve ser abordado diz respeito às teorias de aprendizagem que podem ser utilizadas para identificar elementos que justifiquem/expliquem como a gamificação contribui para a aprendizagem dos sujeitos. Notadamente, dois enfoques teóricos parecem demonstrar um maior êxito perante essa façanha. Um deles se refere ao Behaviorismo e o outro, ao Cognitívismo. Numa visão behaviorista, a gamificação pode ser compreendida como um *start* para obter um reforço positivo que levará a mudanças de comportamento. Numa ótica cognitivista, entretanto, as mudanças de comportamento observadas não representam evidências contundentes de que houve construção de conhecimentos. Nesse viés, Flores (2017) enfatiza que o

Behaviorismo está relacionado ao que as pessoas fazem (comportamento), já o Cognitivismo se preocupa com os estados mentais, ou seja, com o que acontece internamente com os sujeitos. De todo modo, pode-se inferir que uma atividade gamificada promove motivações (intrínseca e extrínseca), existindo, assim, na concepção de Burke (2015, p. 49), “[...] uma linha de visão clara entre motivação e aprendizado”.

No tocante às possibilidades de desenhos para aplicar a gamificação na educação, existem na literatura alguns modelos. Em particular, duas investigações nos chamam atenção. A primeira, Mohamad, Salam e Bakar (2017) defendem que a aplicação seja realizada guiando-se em cinco itens, i) entender o público-alvo e o contexto, ii) definir os objetivos de aprendizagem, iii) estruturar a experiência, iv) identificar os recursos disponíveis e v) aplicar elementos da gamificação. Os elementos constituintes da gamificação são diversos e originados dos jogos digitais, conforme já explanado. Entre eles estão a narrativa, recompensas, competição, progresso, *feedback*, desafio, colaboração, exploração, tema, questões, etc. É fundamental ter em mente que alguns elementos apresentados podem ser adaptados, suprimidos e outros podem adicionados, no entanto essas ações não devem descaracterizar a estrutura da gamificação. A segunda investigação, realizada pelas autoras Kingsley e Grabner-Hagen (2017), atribuiu um sequenciamento para a aplicação da gamificação em sala de aula, sequenciamento apresentado em dez passos:

1. Escolha uma unidade curta para gamificar. Recomenda-se planejar uma semana de instrução.

2. Selecione termos-chave para a sua unidade. Considerar tanto palavras específicas do conteúdo quanto palavras acadêmicas de alta utilidade (duráveis).

3. Decida sobre os objetivos de aprendizado da unidade. Considerar que lições ou atividades ajudarão os alunos a atingir essas metas.

4. Desenvolva as missões. Primeiro, revisar as atividades que foram usadas no passado para ensinar e envolver os alunos. Converter essas lições em missões, incorporando elementos de *design* de jogos. Explorar aplicativos, jogos e ferramentas *on-line* que podem ser incluídos em missões. Fornecer missões extras para permitir que o aluno escolha.

5. Determine os valores de pontos para missões com base no esforço e no conhecimento requeridos. Decidir quantos pontos os alunos devem alcançar para ganhar o jogo.

6. Organize as missões em níveis alinhados à estrutura de taxonomia revisada de Bloom.

7. Decida sobre as avaliações. Um questionário ou `desafio-chefe` pode ser aplicado em cada nível (função formativa) ou somente no final (função somativa).

8. Crie uma linha de história que deve ser ajustada ao currículo. Ser imaginativo. Incluir ideias de alunos para tópicos ou temas.

9. Elabore símbolos visíveis (emblemas, prêmios, barra de progresso) que mostrem aos alunos o progresso deles em direção aos objetivos de aprendizado. Fornecer isso ao longo da atividade.

10. Diverta-se!

Por fim, neste artigo optamos por construir uma atividade gamificada adaptando a estrutura proposta por Langendahl, Cook e Mark-Herbert (2016) e que será apresentada adiante, no decorrer da descrição da metodologia utilizada nesta pesquisa.

Promovendo a integração da abordagem STEAM por meio da gamificação

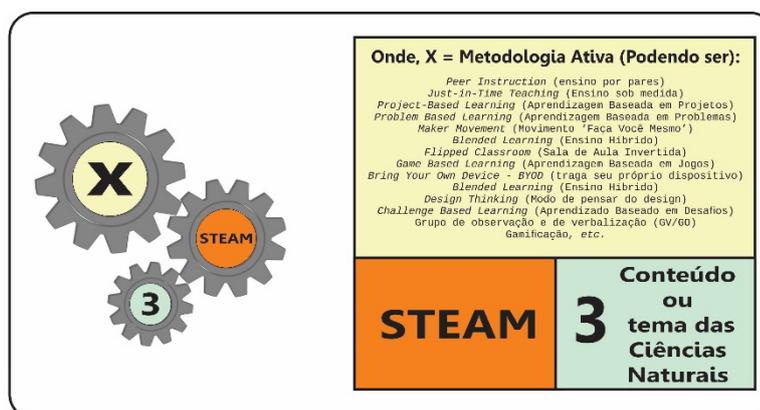
Como foi mencionado anteriormente, promover mudanças curriculares é primordial para seguir as transformações sociais que estão sendo acompanhadas pelo ritmo acelerado das novas tecnologias. Nesse ínterim, surgem novas discussões e perspectivas que visam contribuir com inovações pedagógicas. É nesse âmbito inovador que surge a abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) como um novo paradigma transdisciplinar. Ela pode ser entendida como uma integração de conhecimentos de áreas distintas que podem ser aplicados durante uma instrução ou construção de um projeto educacional. Entretanto, no contexto da educação brasileira, as discussões ainda são incipientes. Cook, Bush e Cox (2017) ressaltam que a importância do STEAM está centrada em sua capacidade de cruzar várias áreas de conhecimento e poder atender a distintos tipos de alunos. Já para Nargund-Joshi e Bragg (2017), a abordagem STEAM pode desenvolver o entendimento dos alunos sobre a evolução de diferentes invenções dentro de seus contextos científicos e sociais.

Inquietantemente, a inserção da abordagem STEAM não é tão simples, pois exige um estabelecimento de um planejamento que consiga abarcar em sua totalidade as grandes áreas imbuídas no STEAM. Entretanto, a junção da criatividade e com olhar não limitado para os conteúdos pode garantir a transversalidade desses conteúdos para um viés mais rico em termos de construção de conhecimentos. Trata-se, sobretudo, de quebrar as visões compartimentadas sobre um determinado tema e ser capaz de enxergar a sua inter-relação com as grandes áreas que compõem o STEAM. Keane e Keane (2016) vão além ao informar que o STEAM cultiva novos conhecimentos, habilidades e valores derivados da conscientização, do desenvolvimento da compreensão e do teste de ideias através da criação. Seguramente, uma educação que visa atender às necessidades do século XXI precisa também

fomentar a construção e aplicações de desenhos pedagógicos pautados na abordagem STEAM, visando obter resultados positivos perante a aprendizagem dos sujeitos.

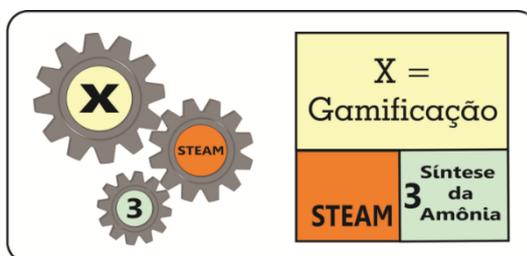
Nesse contexto, construir desenhos pedagógicos que integrem a abordagem STEAM e que sejam eficazes para promover espaços para a aquisição de aprendizagens transdisciplinares, isso é algo bastante desafiador. É nessa vertente que surge a proposta deste artigo, pois defendemos que a abordagem STEAM pode ser incorporada aos desenhos pedagógicos por meio da gamificação. Na realidade, percebe-se que a construção desse desenho pedagógico pode ser entendida como uma proposição de uma sequência didática para o ensino de ciências da natureza, o qual representa um enlace entre as inúmeras possibilidades que fazem parte das MA e da abordagem STEAM. De um modo geral, a proposta pode ser observada na Figura 1, contudo, no caso específico deste artigo, foi elaborada a Figura 2 para exemplificar a proposta aplicada.

Figura 1 - Proposta de integração entre a MA e o STEAM.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 2 - Proposta de integração entre a gamificação e o STEAM.



Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 1 mostra que qualquer uma das estratégias metodológicas que fazem parte das MA pode ser utilizada para promover uma abordagem STEAM. Desse modo, a figura em questão, exibe um aspecto macro do nosso modelo proposto e a Figura 2, um aspecto micro para o contexto investigado por meio da utilização do referido modelo. Para a proposta apresentada, estamos nomeando-a de Modelo Didático MASTEAM (MD-MASTEAM), ou seja, a proposta constitui uma maneira de guiar os professores de ensino de ciências da natureza que tenham interesse em utilizar, em uma práxis docente, as MA e a abordagem STEAM. É prudente ressaltar, no entanto, que a seleção do conteúdo ou tema deve, obrigatoriamente, demonstrar a sua relação com Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática.

Com efeito, percebe-se, que é fundamental ter em mente que a proposta denominada MD-MASTEAM pode ser aplicada com qualquer atividade, estratégia ou abordagem que faça parte do leque das opções metodológicas com viés ativo. No caso deste artigo, estamos usando a gamificação, porém a proposta é ancorável a qualquer metodologia ativa, conforme já informado. A integração da gamificação com o STEAM pode facilitar a forma como os alunos enxergarão a inter-relação dos conteúdos e, ainda, perceber que elas estão intrinsecamente entrelaçadas no mundo real. Apesar disso, para que isso aconteça, é imprescindível possuir objetivos claros de aprendizado, uma seleção

cuidadosa de termos-chave e a transformação de atividades em desafios de busca (KINGSLEY; GRABNER-HAGEN, 2018).

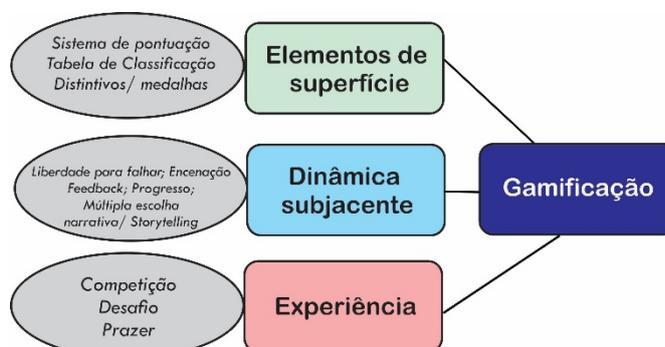
METODOLOGIA

A investigação aqui apresentada consiste de um estudo empírico sobre a gamificação aplicada ao ensino de Química com foco na abordagem STEAM. Optou-se em não atribuir uma caracterização específica para estabelecer o seu rigor metodológico, mas, sobretudo, “a explicitação dos passos seguidos na realização da pesquisa, ou seja, a descrição clara e pormenorizada do caminho percorrido para alcançar os objetivos” (ANDRÉ, 2013, p. 96). A proposta elaborada foi aplicada em um *workshop* contendo 19 participantes (alunos de graduação, professores, etc.) sobre o uso de dispositivos móveis utilizados no ensino de Química. Os resultados que serão apresentados são oriundos das observações realizadas e registradas em um diário de campo pela professora responsável pela proposta.

Desenho da proposta e as suas características

A atividade foi desenhada, conforme mencionado anteriormente, seguindo o modelo de estrutura gamificada proposto por Langendah, Cook e Mark-Herbert (2016), que se encontra representada na Figura 3, abaixo.

Figura 3 - Estrutura de gamificação: elementos de superfície, dinâmica subjacente e experiência.



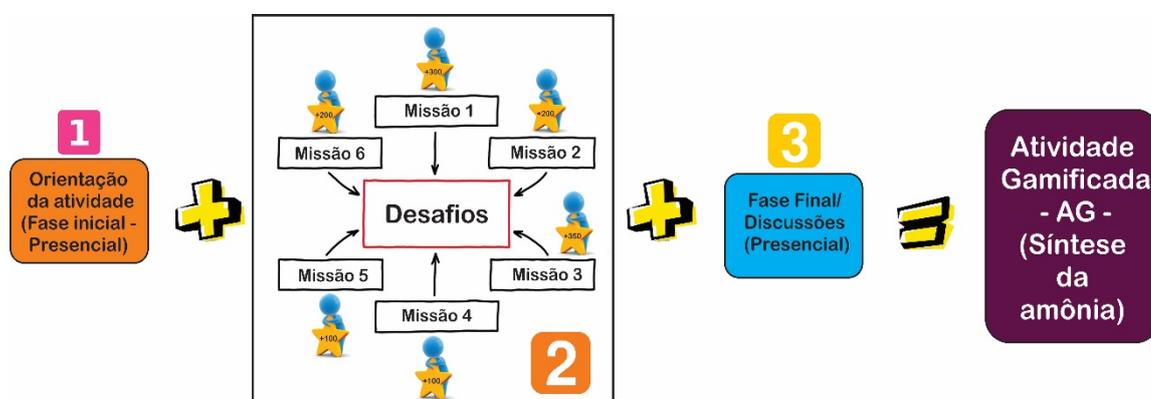
Fonte: Adaptada de Langendah, Cook e Mark-Herbert (2016).

De um modo resumido, a atividade gamificada – AG foi desenhada levando-se em consideração a estrutura apresentada no modelo acima, seguindo uma organização hierárquica. Apenas o item ‘Distintivos/medalhas’ não foi contemplado no desenho desta proposta. Para o desenho da proposta, utilizamos o esquema apresentado pela Figura 1. Desse modo, foi definida a MD-MASTEAM e, posteriormente à escolha de um conteúdo relacionado à química ("síntese da amônia", no caso). A duração completa da atividade foi de 26 horas e durante esse período foram intercalados dois encontros presenciais com os participantes do *workshop*.

A AG sobre a síntese da amônia pode ser observada na Figura 4. Toda a atividade foi realizada em grupo. Foram constituídos três grupos de alunos. Genericamente, as atividades foram divididas em duas partes: realizadas à distância (fase 2) e de modo presencial (fases 1 e 3). Excetuando-se a etapa 1, todas as outras tiveram desafios que foram pontuados. Para cada atividade não realizada, o grupo recebia punição que consistia na retirada de pontos já obtidos. Os desafios que compuseram a etapa 2 foram realizados à distância, ou seja, a professora responsável pela atividade expedia as tarefas por diferentes meios de comunicação, em especial, pelo WhatsApp e por e-mail, mas também pelas

redes sociais (Facebook, Instagram e Twitter). Para cada problema resolvido (desafios) pelos grupos eram enviadas mensagens de incentivo ou de orientação. De modo semelhante, para que os grupos acompanhassem de perto o seu desempenho ao longo da atividade, as pontuações parciais, bem como o sistema de classificação geral, eram enviados (em *prints*) para o WhatsApp dos grupos. Para esse fim foi utilizado o aplicativo Ranking Manager.

Figura 4 - Atividade Gamificada (AG) sobre a síntese da amônia.



Fonte: Elaborada pela autora.

Sob a ótica da colaboração, a ideia principal da atividade era fazer com que nenhum participante ou grupo desistisse da AG. Por isso, em todas as etapas aspectos colaborativos foram observados de modo acentuadamente frequente. Objetivando proporcionar um ambiente de imersão com a narrativa da AG foi criada uma chamada inicial (Figura 5). A Figura 6 mostra os tipos de mensagens de incentivo/alerta que eram enviadas para os grupos. Além das mensagens que atuavam como *feedback* em relação ao desempenho dos grupos, outras informações eram enviadas como forma de orientação para a realização da tarefa/desafio. Como se tratava da síntese da amônia, foi utilizada a caricatura do químico alemão Fritz Haber. As imagens foram produzidas com auxílio do aplicativo Bitmoji. O Quadro 2 exibe as características gerais envolvidas em cada uma das etapas.

Figura 5 - Chamada inicial para a atividade (narrativa).



ESTE É ..Fritz Haber ..

Informação geral:

- Data de Nascimento : 9 de dezembro de 1868
- Data da morte: 29 de janeiro de 1934
- País Nascido: Polônia
- País morreu: Suíça
- Idade: 65 anos

Prêmios
Prêmio Nobel de Química (1918)
Medalha de Rumford (1932)

IMPACTO NAS PESSOAS
Fritz Haber fez fertilizantes e explosivos semelhantes aos que usamos hoje

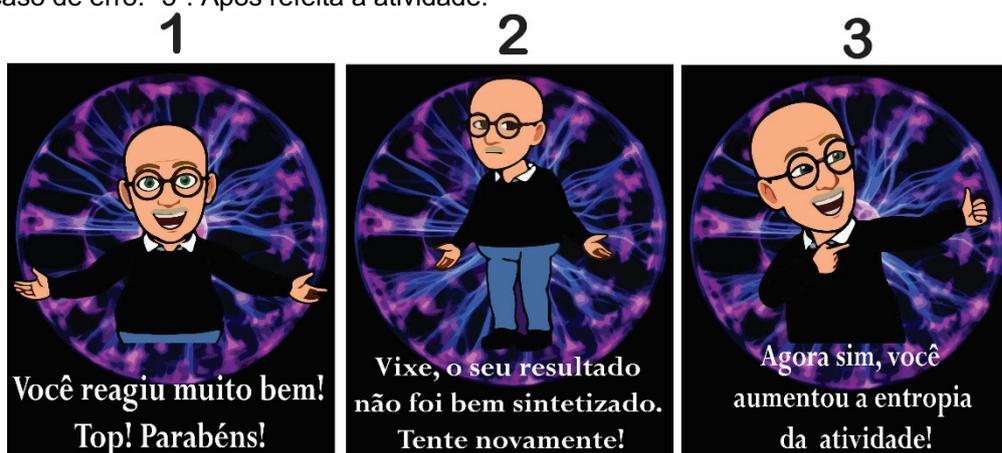
FAMÍLIA / ESPOSA

1. Clara Immerwahr (Casado de 1901 a 1915)
2. Charlotte Nathan (Casado de 1917-1927)
3. Siegfried Haber (Pai)
4. Paula Haber (mãe)

Educação
ETH Zúrique, Universidade de Heidelberg, Universidade Humboldt de Berlim, Doutorado em 1891

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 - Mensagens de incentivo/alerta. "1". Em caso de acerto cumprimento (acerto) da tarefa. "2". Em caso de erro. "3". Após refeita à atividade.



1
Você reagiu muito bem!
Top! Parabéns!

2
Vixe, o seu resultado não foi bem sintetizado.
Tente novamente!

3
Agora sim, você aumentou a entropia da atividade!

Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 2 - Etapas constituintes da AG e as suas características.

Etapa	Descrição	Conhecimentos químicos mobilizados	Classificação dos conteúdos de acordo com Coll, Pozo, Sarabia e Valls (1992) em "conceituais" (Con), "procedimentais" (Pro) e "atitudinais" (At)	Presença das áreas de conhecimento que compõem o STEAM (Ciência (C), Tecnologia (T), Engenharia (E), Artes (A) e Matemática (M))	Ferramenta/Estratégia/Técnica
1	<ul style="list-style-type: none"> - Realizada presencialmente; - Apresentação da narrativa - Formação dos grupos e definição de um nome para cada um; - Informação sobre as redes sociais elaboradas para a atividade (Facebook, Twitter, Instagram); - Criação de uma <i>hashtag</i> para a atividade - Indicação de leitura (artigo): "O ensino de equilíbrio químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial"; Indicação do vídeo: "Produção da amônia" 	Conhecimentos fundamentais da química; equilíbrio químico, reações químicas, história da química.	Con, Pro e At	C e T	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura de artigo; - Vídeo; - Dispositivos digitais móveis

2	Desafio 1. Garimpagem na internet	Conhecimentos fundamentais da química	Con, Pro e At	C, T, A	- Pesquisa orientada; - Dispositivos digitais móveis
	Missão 2. Mistério	Fórmulas químicas; ligações químicas	Con e Pro	C e T	- Decifrar códigos; - Resolver problemas; - Dispositivos digitais móveis
	Missão 3. Feito à mão	Reações químicas; Processos químicos; Gases; Cinética química, etc.	Con e Pro	C, T e E	- Fluxograma; - Desenho - Dispositivos digitais móveis
	Missão 4. Desafio bônus extra	História da química	Con, Pro	C	- Resolver problemas - Dispositivos digitais móveis
	Missão 5. Momento criatividade	Ligações químicas; Geometria molecular	Pro	C e T	- Dispositivos digitais móveis; - Fotografia
	Missão 6. Caça-tesouro	Reações Químicas; Estequiometria	Con, Pro e At	C, T e E	- Resolver problemas; - Dispositivos digitais móveis;
	- Realizada presencialmente; - Inserção de novas missões;	Reações químicas; estequiometria, Equilíbrio químico;	Con, Pro e At	C, T, E e M	- Caça-palavras; Cruzadinha; Quizzes; Resolução

3	- Discussão geral sobre a atividade experienciada pelos participantes	História da Química; Conhecimentos fundamentais da química; Cinética Química, termoquímica			de problemas; Bingo químico; Dispositivos digitais móveis.
---	---	--	--	--	--

Fonte: Elaborada pela autora.

No que se refere aos materiais/recursos utilizados no desenvolvimento da AG em suas três etapas, foi construída uma tabela que detalha os recursos/materiais que foram utilizados para em cada etapa da AG. Alguns dos aplicativos que serão descritos possuem integração com plataformas. Devido a isso, as atividades são elaboradas inicialmente nessas plataformas *on-line*, que, posteriormente, fazem a integração com os aplicativos. É importante destacar também que todos os *posts* idealizados foram construídos com o uso de uma ferramenta gratuita e de fácil manuseio, que permite a elaboração de *posts* em diferentes formatos. A ferramenta está disponível no *site* <canva.com>. O Quadro 3 exibe a descrição detalhada desses recursos/materiais, apresentados em duas partes, conforme pode ser observado abaixo.

Quadro 3 - Descrição detalhada dos recursos/materiais utilizados em cada etapa da AG proposta.

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES EM TERMOS DOS RECURSOS/MATERIAIS UTILIZADOS		
Etapa	Aplicativo (App) de mensagem (App-M), Aplicativos de redes sociais (App-RS), Aplicativo para auxiliar na construção/desenvolvimento da atividade (AACA), atividade impressa (Impresso)	Informações Complementares
1	Facebook (App-RS); WhatsApp (App-M), Instagram App-RS, Twitter (App-RS)	http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc40_1/07-RSA-12-17.pdf https://www.youtube.com/watch?v=EmUoOfK8190

2	Missão 1. Facebook (App-RS); WhatsApp (App-M), Instagram (App-RS)	www.google.com.br https://scholar.google.com.br
	Missão 2. Facebook (App-RS) e WhatsApp (App-M)	www.google.com.br https://scholar.google.com.br
	Missão 3. Facebook (App-RS) e WhatsApp (App-M)	www.google.com.br https://scholar.google.com.br
	Missão 4. Facebook (App-RS) e WhatsApp (App-M)	www.google.com.br https://scholar.google.com.br
	Missão 5. Câmera fotográfica (AACAA), Realidade aumentada (AACAA) (aplicativo Augment), WhatsApp (App-M) e Instagram (App-RS)	Marcador para realidade aumentada disponível em: https://www.innovativeeducation.org/uploads/2/0/4/6/20462206/explore_molecules_augmented_reality.pdf
	Missão 6. Qr Code (AACAA) (Qr Code Reader) e WhatsApp (App-M)	O aplicativo Qr Code Reader está disponível para sistema operacional iOS e Android.
3	Quiz 1 (kahoot). Uso do dispositivo móvel pelos participantes. Eles tiveram acesso ao Quiz acessando o <i>site</i> do Kahoot e inserindo o código da atividade.	O Kahoot é uma plataforma gratuita que permite construir e aplicar quizzes. É preciso, antes de utilizar a plataforma, fazer um cadastro e, após isso, construir o quis. É gerado um código que dá acesso aos participantes. Para utilizá-lo é necessário um <i>datashow</i> para projetar a plataforma, conexão com a internet. Os alunos também têm que ter acesso à conexão de internet. As questões são temporizadas, com tempo máximo de 120 segundos. Disponível em: https://kahoot.com .
	Quiz 2 (Plickers). Apenas a professora precisou usar o aplicativo Plickers (AACAA) para fazer as leituras dos cartões.	O <i>Plickers</i> é uma ferramenta disponível na versão <i>web</i> e aplicativo para dispositivos móveis. Semelhante ao Kahoot, é preciso também fazer um cadastro. Feito isso, as questões (quizzes) podem ser inseridos na plataforma. A grande vantagem está no equipamento que é necessário, um computador/projetor com o <i>website</i> e um <i>tablet/smartphone</i> com a aplicação <i>mobile (app)</i> . Cabe ao professor imprimir cartões que deverão ser entregues aos alunos. Desse modo, ao projetar as questões, os alunos exibem o cartão com a sua alternativa voltada para cima. O professor, de posse do seu celular e com uso do aplicativo, efetua a leitura dos cartões. Disponível em: https://www.plickers.com
	Caça-palavras (impresso). A atividade foi construída com auxílio de um <i>site</i> .	Disponível em: http://www.lideranca.org/word/palavra.php .
	Palavra Cruzada (Impresso). A atividade foi construída com auxílio de um <i>site</i> .	Disponível em: https://www.educolorir.com/crosswordgenerator/por/ .
	Bingo (Impresso) + BomboBingo (AACAA). Nesta	1. Construção das cartelas. As cartelas foram padronizadas. Logo, não se tratava de um bingo

	<p>tarifa, a professora espelhou a tela do seu celular no <i>datashow</i> acoplado a um <i>notebook</i>. O aplicativo para efetuar o espelhamento foi o <i>screen stream</i> (AACA). Para efetuar o espelhamento, foi preciso conexão com a internet. Após o espelhamento de tela, foi usado o Bombo Bingo para sortear os números que seriam utilizados pelos alunos para completar suas cartelas.</p>	<p>convencional, pois nelas constavam os símbolos dos elementos químicos. A desvantagem é que a padronização é paga (\$10 dólares). Disponível em: https://myfreebingocards.com.</p> <p>2. Para sortear os números (que representaram os números atômicos dos elementos químicos), foi usado o app "BomboBingo". O aplicativo está disponível para sistema operacional iOS e Android.</p>
--	---	--

Fonte: Elaborada pela autora.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das observações coletadas empiricamente sobre o processo de aplicação da AG, foi visto que o tema gerador escolhido para elaborar a AG (síntese da amônia) conseguiu transitar entre as áreas da abordagem STEAM. Houve evidências que denotam o potencial da gamificação para promover uma abordagem STEAM. No caso desta pesquisa, a gamificação atuou como um fio condutor, pois, por meio dos elementos constituintes da gamificação, foi possível idealizar e aplicar um sequenciamento que demonstrou ser eficaz para motivar alunos diante de uma aprendizagem autodirecionada que visava, entre outras coisas, a descoberta.

A Atividade Gamificada, por ser inerentemente lúdica e colaborativa, conseguiu engajar os participantes do *workshop*, pois, não foi constatada nenhuma desistência de integrante dos grupos. A atividade em si demonstrou indícios de que ela contribuiu com a formação dos sujeitos, disseminou a abordagem STEAM e a Metodologia Ativa (em especial, a gamificação),

proporcionou letramentos digitais (sobretudo, o uso dos dispositivos móveis com fins educacionais), ampliou a visão multidisciplinar da Química, contribuiu com o diálogo, com a colaboração, o pensamento crítico dos alunos e também instigou a inteligência coletiva dos participantes em prol da resolução dos problemas.

De um modo específico para o contexto aqui investigado, percebeu-se que é indissociável o uso das tecnologias em um processo de gamificação, pois elas dinamizam ainda mais o processo e acentuam a interação entre os participantes da atividade. Ao longo de toda a atividade, foi notado que a inserção das tecnologias potencializou a motivação dos participantes frente às tarefas que estavam subdivididas em desafios que continham escalonamentos em termos de complexidade cognitiva. Ainda, em relação ao uso das tecnologias, nossas observações corroboram a afirmação dada por Keane e Keane (2016), pois, para eles, o acesso às tecnologias cotidianas cultiva formas de criar, de comunicar e de colaborar. A tríade em questão foi intensamente incentivada pela professora proponente da atividade e correspondida integralmente pelos participantes.

Em relação ao tempo de execução de uma atividade gamificada, percebe-se que ele é moldável à estrutura planejada para a atividade. Assim, uma atividade pode durar alguns minutos, mas também, semanas ou até meses. Nesse caso, no entanto, quanto maior for a duração da atividade, maior será o desafio de manter as pessoas engajadas durante tanto tempo. Nessa hipótese de longa duração, uma ampla diversificação das subatividades pode contribuir com a motivação, sendo pertinente ter em mente que a previsibilidade dessas subatividades ou subtarefas deve ser evitada ao máximo, evitando, assim, um resultado oposto às premissas da gamificação, ou seja, uma atividade monótona e pouco significativa em termos de possibilidades de aprendizagem. No mais, percebemos, de fato, que uma atividade é gamificada se ela fizer uso dos

elementos constituintes dos jogos digitais (não é necessário, na íntegra, o uso de todos os elementos, mas a sua grande maioria deve estar presente), apresentar um concatenamento dos objetivos pedagógicos das subtarefas que compõem a atividade e, preferencialmente, utilizar as tecnologias.

Ao contrário dos jogos digitais, a gamificação não requer elevados custos para a sua produção. Na verdade, gamificar um processo de ensinagem pode representar uma alternativa muito viável para os contextos educativos da atualidade, necessitando apenas de um planejamento minucioso e de criatividade para desenhar a proposta que se pretende aplicar e uma prospecção detalhada sobre as possibilidades tecnológicas (aplicativos, plataformas, *sites*, etc.), que podem ser incorporadas à atividade de modo gratuito.

Por fim, visando demonstrar a integração do tema utilizado na AG e a sua integração com o STEAM, foi utilizada a Pirâmide de Yakman (2006), que representa uma abordagem integrativa e holística do STEAM quando aplicada ao currículo. Posto de outra forma, ela fornece uma estrutura/base para proporcionar aprendizagens incorporando às áreas do STEAM. A Figura 7 mostra a pirâmide adaptada para o contexto experienciado nesta pesquisa.

Figura 7 - Pirâmide da estrutura STEAM contendo os resultados da integração do tema específico (tema gerador) com as áreas do STEAM.

o *feedback* (já que as atividades são divididas em tarefas/etapas), favoreceu o letramento tecnológico, aumentou a motivação para apreender situações novas, fortaleceu a colaboração entre os participantes, entre outros benefícios. Mesmo sendo considerada uma estratégia inovadora para o ensino de Química, a gamificação não invalida o uso de estratégias pedagógicas tradicionais. Pelo contrário, por meio dela é possível flexibilizar e diversificar uma gama variada de estratégias, recursos e ferramentas que podem ser ancoradas em sua estrutura. Cabe observar ainda que a construção de uma atividade gamificada exige um rigoroso planejamento sobre todas as suas etapas que serão integradas a um contexto de aprendizagem, precisando estar convergentemente alinhado à criatividade, pois o seu desenho deve ser capaz de promover aspectos motivacionais, colaborativos, entre outros.

Ainda, em relação à proposta apresentada, a junção da gamificação com o STEAM no ensino de Química demonstrou indícios do seu potencial para desconstruir visões limitadas sobre a inter-relação entre os conteúdos ou temas. Amplia, assim, formas de integrar várias áreas de conhecimento, numa perspectiva transdisciplinar. Cabe destacar que, no concernente ao ensino de Química, esta pesquisa se revela amplamente inovadora, pois não encontramos na literatura artigos que demonstrassem passo a passo como integrar a gamificação e a abordagem STEAM.

Por fim, acreditamos que a proposta gamificada apresentada possa servir de orientação para a construção de novas propostas integrando a gamificação e o STEAM no ensino das ciências da natureza. Ademais, nesta pesquisa, optamos por expor os resultados referentes à experiência observada na construção e aplicação da AG, fornecendo detalhes de como ela foi desenvolvida e os recurso/ferramentas utilizados na ideação da proposta. Em decorrência disso, como limitação deste estudo, temos a não realização da análise do

questionário final aplicado na atividade, o que impossibilitou que os resultados do diagnóstico qualitativo fossem triangulados com os dados coletados nas entrevistas com os alunos.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. A. S.; SOUSA, R. P. Formação para a docência na educação online. In: SOUSA, RP. et al., Orgs. **Teorias e práticas em tecnologias educacionais** [online]. Campina Grande: EDUEPB, p. 39-66, 2016.

ALVES. F. **Gamification**. 2ª Edição. São Paulo: DVS Editora, 2015.

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.

AZNAR DÍAZ, I.; SÁNCHEZ, F. R.; LUCENA, M. A. H.; DE LA GUARDIA, J. J. R. D. Percepciones de los futuros docentes respecto al potencial de la ludificación y la inclusión de los videojuegos en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Educar*, v. 53, n. 1, p.11-28, 2017.

BHARAMGOUDAR, R. Gamification. **The Clinical Teacher**, v. 15, n. 3, p.268-269, 2018.

BIANCHI, P.; HATJE, M. A Formação Profissional em Educação Física permeada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação no Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria. **Revista Pensar a Prática**, v. 13, n. 2, p.291-306, 2007.

BIEL, A. L.; GARCÍA JÍMENEZ, A. "Gamificar: el uso de los elementos del juego en la enseñanza de español". **Actas del I Congreso Internacional de la AEPE**, 2016. Disponível em: <http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/aepe/pdf/congreso_50/congreso_50_09.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.

BOT, L.; GOSSIAUX, P.; RAUCH, C.; TABIOU, S. 'Learning by doing': A teaching Engineering Education. **European Journal of Engineering Education**, v. 30, n.1, p.105-119, 2005.

BURKE, B. **GAMIFY**: How Gamification Motivates People to do Extraordinary Things. EUA: Gartner, Inc. 2014.

CHURCHILL, D.; KING, M.; FOX, B. Learning design for science education in the 21st century. **Zbornik: Institut za Pedagoška Istraživanja**, v. 45, n. 2, p.404-421, 2013.

COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

COOK, K.; BUSH, S.; COX, R. From STEM to STEAM. **Science and Children**, v. 54, n. 6, p. 86-93, 2017.

DETERDING, S.; KHALED, R.; DIXON, D.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference**, p. 9-15, 2011.

DONNA, F. Grow motivation through gamification: packaged solutions offer contact centers far-reaching potential. **CRM Magazine**, v. 19, n. 2, p.1-4, 2015.

DOYLE, C. **A Dictionary of Marketing** (Oxford Quick Reference). Oxford University Press; 1 edition, Oxford University Press. p. 436, 2011.

FLORES, E. P. Análise do Comportamento: Contribuições para a Psicologia Escolar. **Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva**, v. XIX, n. 1, p. 115-127, 2017.

HAKE, R. R. Interactive-Engagement vs. Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998.

HUGHES, K. L.; EDWARDS, L. Teaching and learning in the dual enrollment classroom. **New Directions for Higher Education**, n.158, p. 29-37, 2012.

KEANE, L.; KEANE, M. STEAM by Design. **Design and Technology Education**, v., n. 1, p. 61-82, 2016.

KINGSLEY, T. L.; GRABNER-HAGEN, M. M. Gamification: Questing to Integrate Content Knowledge, Literacy, and 21st-Century Learning. **Journal of Adolescent & Adult Literacy**, v. 59, n.1, p. 51-61, 2015.

LANGENDAH, P.; COOK, M.; MARK-HERBERT, C. Gamification in higher education. Toward a pedagogy to engage and motivate. **Working Paper**, p.1-4, 2016.

MARTIN, F.; ERTZBERGER, J. Here and Now Mobile Learning: An Experimental Study on the Use of Mobile Technology. **Computers & Education**, 68, p.76-85, 2013.

MAYER, R. E. Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. **American Psychologist**, v. 59, n. 1, p. 14-19, 2004.

MEKLER, E. D.; BRÜHLMANN, F.; TUCH, A. N.; OPWIS, K. Towards understanding the effects of individual gamification elements on intrinsic motivation and performance. **Computers in Human Behavior**, v. 71, p. 525-534, 2017.

MOHAMAD, S. N.; SALAM, S.; BAKAR, N. The use of gamification in education Gamification is a use of game design elements in a non-game context to enhance user engagement, 2017. Disponível em <http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/01-Deterding-Sicart-Nacke-OHara-Dixon.pdf>>. Acesso em 30 mar. 2020.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, O. E. T. (orgs.). **Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. vol. II. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres. **Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. [S.l.]: UEPG, 2015. p. 15-33. v. II.

NARGUND-JOSHI, V.; BRAGG, J. The Stories of Inventions: An Interdisciplinary, Project-Based Unit for U.S. History Students. **Science Teacher**, v. 84, n. 5, p. 54-50, 2017.

ORTIZ-COLÓN, A-M.; JORDÁN, J.; AGREDA, M. Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. **Educ. Pesqui.**, v. 44, pp. 1-17, 2018.

PÉREZ, F. Q. Gamificación y la Física-Química de Secundaria. **Education in the Knowledge Society**, v. 17, n. 3, p. 13-28, 2016.

PRINCE, J. D. Gamification. **Journal of Electronic Resources in Medical Libraries**, v. 10, n. 3, p.162-169, 2013.

PRINCE. M. J. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231.

SOUSA, R. P.; BEZERRA, C. C.; FILOMENA, E. M. S.; MOITA, M. G. S. **Teorias e práticas em tecnologias educacionais**. Campina Grande: EDUEPB, 2016.

TANGUY, L. Competências e integração social na empresa. In: F. Ropé; L. Tanguy (Orgs.). **Saberes e competências: o uso de tais noções na escola e na empresa**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Rev. Diálogo Educ.**, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.

YAKMAN, G. STEAM education: An overview of creating a model of integrative education, pupils attitudes towards technology. **2006 Annual Proceedings**, Netherlands, 2006.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by Design**. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Canada: O'Reilly Media, 2011.