

Aprendizagem de Estrutura Atômica a partir do OA - Monte um Átomo: uma análise dos aspectos pedagógicos

Learning atomic structure from LO - Build an Atom: an analysis of pedagogical aspects

Aprendizaje de la estructura atómica desde OA - Monte un Átomo: un análisis de aspectos pedagógicos

Tasso Edson Freire Diógenes (tasso20231003391@alu.uern.br)
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte
<https://orcid.org/0009-0001-9650-9631>

Kytéria Sabina Lopes de Figueredo (kyteria.figueredo@ufersa.edu.br)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
<https://orcid.org/0000-0003-1521-5912>

Glaydson Francisco Barros de Oliveira (glaydson.barros@ufersa.edu.br)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
<https://orcid.org/0000-0001-6465-5637>

Resumo

A utilização de recursos tecnológicos tem ganhado espaço notório no contexto educacional, levando os professores a buscar alternativas metodológicas que possibilitem a inserção desses recursos em suas práticas pedagógicas. Essa busca se justifica através da necessidade de dinamização das aulas, com o objetivo de fazer com que os alunos consigam interagir com os conteúdos abordados em sala de forma mais prazerosa e significativa. Nesse sentido, os Objetos de Aprendizagem (OA) se caracterizam como ferramentas apropriadas para dar suporte ao processo de ensino e aprendizagem, destacando-se como meios de aproximação entre os alunos, o conteúdo e as tecnologias. No entanto, a adoção de um OA requer a análise de aspectos pedagógicos que auxiliem na sua escolha, minimizando os riscos de se estabelecer uma prática educacional isenta de intenção pedagógica. Assim, essa pesquisa tem por objetivo avaliar um objeto de aprendizagem com base em critérios fundamentais que nortearão a sua escolha e seu uso. Diante disso, foram analisados aspectos pedagógicos do simulador Monte um Átomo, afim de investigar seu potencial no processo de abstração para o conteúdo de estrutura atômica. A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa com caráter exploratório, onde o objeto de análise foi escolhido dentre as simulações virtuais

disponíveis no repositório Phet Colorado. A pesquisa demonstrou que o OA Monte um Átomo apresenta algumas fragilidades no que se refere aos aspectos autonomia, cooperação e cognição, porém, tais fragilidades não afetam seu potencial pedagógico. Dessa forma, constata-se que o OA Monte um Átomo é uma ferramenta pedagógica pertinente ao processo de ensino e aprendizagem, e que o pode contribuir na compreensão do conteúdo abstrato de estrutura atômica de forma mais eficaz.

Palavras-chave: Objetos de Aprendizagem. Ensino de Química. Estrutura Atômica.

Abstract

The use of technological resources has gained notable space in the educational context, leading teachers to seek methodological alternatives that enable the inclusion of these resources in their pedagogical practices. This search is justified by the need to streamline classes, with the aim of making students able to interact with the content covered in the classroom in a more pleasurable and meaningful way. In this sense, Learning Objects (LO) are characterized as appropriate tools to support the teaching and learning process, standing out as means of bringing students, content and technologies closer together. However, the adoption of an LO requires the analysis of pedagogical aspects that assist in its choice, minimizing the risks of establishing an educational practice free of pedagogical intention. Thus, this research aims to evaluate a learning object based on fundamental criteria that will guide its choice and use. In view of this, pedagogical aspects of the Build an Atom simulator were analyzed, in order to investigate its potential in the abstraction process for atomic structure content. The research presents a qualitative approach with an exploratory nature, where the object of analysis was chosen from among the virtual simulations available in the Phet Colorado repository. The research demonstrated that LO - Build an Atom presents some weaknesses in terms of autonomy, cooperation and cognition, however, such weaknesses do not affect its pedagogical potential. Thus, it appears that LO - Build an Atom is a pedagogical tool pertinent to the teaching and learning process, and that it can contribute to understanding the abstract content of atomic structure more effectively.

Keywords: Objects of Learning. Chemistry Teaching. Atomic Structure.

Resumen

El uso de recursos tecnológicos ha ganado notable espacio en el contexto educativo, llevando a los docentes a buscar alternativas metodológicas que permitan la inclusión de estos recursos en sus prácticas pedagógicas. Esta búsqueda se justifica por la necesidad de agilizar las clases, con el objetivo de que los estudiantes puedan interactuar con los contenidos tratados en el aula de una forma más placentera y significativa. En este

sentido, los Objetos de Aprendizaje (OA) se caracterizan por ser herramientas apropiadas para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje, destacándose como medios para acercar estudiantes, contenidos y tecnologías. Sin embargo, la adopción de una OA requiere del análisis de aspectos pedagógicos que coadyuven en su elección, minimizando los riesgos de establecer una práctica educativa libre de intencionalidad pedagógica. Así, esta investigación tiene como objetivo evaluar un objeto de aprendizaje con base en criterios fundamentales que guiarán su elección y uso. Ante esto, se analizaron aspectos pedagógicos del simulador Monte un Átomo, con el fin de investigar su potencial en el proceso de abstracción de contenido de estructura atómica. La investigación presenta un enfoque cualitativo de carácter exploratorio, donde el objeto de análisis fue elegido entre las simulaciones virtuales disponibles en el repositorio Phet Colorado. La investigación demostró que OA Monte un Átomo presenta algunas debilidades en términos de autonomía, cooperación y cognición, sin embargo, dichas debilidades no afectan su potencial pedagógico. Así, parece que OA Monte un Átomo es una herramienta pedagógica pertinente al proceso de enseñanza y aprendizaje, y que puede contribuir a comprender el contenido abstracto de la estructura atómica de manera más efectiva.

Palabras clave: Objetos de Aprendizaje. Enseñanza de la Química. Estructura Atómica.

Introdução

O processo educativo tem experienciado profundas transformações em sua forma e conteúdo nas últimas décadas em decorrência da inclusão de novos fatores tecnológicos (Melo & Melo, 2005). Dessa forma, o uso de novas tecnologias, resultado da junção entre a necessidade de aprender e da utilização de recursos que promovam essa aprendizagem, apresenta-se cada vez mais frequente no ambiente educacional (Silva & Schimiguel, 2020). Com isso, o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) tem apresentado impacto relevante no processo de ensino e aprendizagem, podendo, a partir do domínio de suas características e do panorama que elas estão inseridas, abrir um leque de oportunidades para os professores (Santos, Cazuza & Aleixo, 2023).

Uma vez que o professor está inserido no atual cenário educacional, no qual as tecnologias digitais estão presentes no cotidiano dos alunos, torna-se imprescindível a busca pelo aprimoramento de suas práticas pedagógicas com o intuito de despertar o interesse desses alunos e conseqüentemente melhorar o processo de aprendizagem (Pereira, Mota & Scortegagna, 2020). Essa busca por novas formas de ensinar faz com que

o professor abandone o método da narrativa e direcione sua prática para um ensino centrado no aluno, com o professor falando e narrando menos e o aluno falando e participando de forma mais efetiva no seu processo de aprendizagem (Moreira, 2017).

Nesse contexto, os Objetos de Aprendizagem (OA) podem se apresentar como auxiliares no processo de aprendizagem, pois, além de tornar as aulas mais estimulantes, também podem ser utilizados para o ensino de diversos conteúdos, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos (Aguiar & Flôres, 2014).

São muitos os estudos que buscam definir um conceito para o termo “Objetos de Aprendizagem”. Segundo Wiley (2000, p. 6), um OA pode ser considerado como “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para dar suporte à aprendizagem”. Para Behar et al. (2009), tratam-se de recursos digitais autônomos destinados à situações de aprendizagem, podendo ser utilizados como módulos de determinado conteúdo ou como um conteúdo completo. Neto, Almeida e Feitosa (2018) entendem os objetos de aprendizagem como uma metodologia de apoio, podendo melhorar ou contribuir para um processo de aprendizagem mais prazeroso, dinâmico, reflexivo e significativo.

Para Machado (2016), a utilização de tecnomídias no contexto educacional permite a simulação e demonstração de variáveis envolvidas nos fenômenos associados às transformações da matéria. No ensino de Química, esse apoio trazido pelos recursos tecnológicos vem se intensificando junto com a disponibilidade de recursos de simulação e laboratórios virtuais para representações de fenômenos químicos (Pascoim & Carvalho, 2021). Com isso, Machado (2016) destaca que na química, assim como em outras ciências investigativas, também se faz necessário o uso e aplicação de tecnomídias específicas para promover a efetivação da aprendizagem científica.

O conteúdo de estrutura atômica é um tema que os alunos costumam apresentar dificuldades de compreensão devido ao seu nível de exigência, bem como a capacidade de abstração que lhe é requerido (França, Marcondes & Carmo, 2009). Nesse sentido, as simulações configuram-se como OA que podem contribuir para a compreensão de conceitos mais complexos, pois permitem a manipulação de parâmetros e a observação de relações de causa e efeito dos fenômenos (Aguiar & Flôres, 2014).

Entretanto, a escolha e o uso de um OA não é uma tarefa fácil. Aguiar e Flôres (2014) destacam que o professor deverá considerar alguns aspectos importantes que nortearão o seu uso adequado, pois essa escolha determinará a sua intencionalidade com relação ao envolvimento do aluno na atividade pedagógica. De acordo com Silva e Schimiguel (2020, p. 67), “apesar das vantagens técnicas, é importante analisar se os elementos pedagógicos desse instrumento são suficientes para garantir uma aprendizagem significativa para os alunos”.

Para isso, Galafassi, Gluz e Galafassi destacam os seguintes aspectos pedagógicos importantes que um OA deve ter, são eles:

Interatividade: indica se há suporte às concretizações e ações mentais, requerendo que o estudante interaja com o conteúdo de alguma forma, podendo ver, ouvir ou responder algo.

Autonomia: indica se os recursos de aprendizagem apoiam a iniciativa e tomada de decisão.

Cooperação: indica se há suporte para os usuários trocar ideias e trabalhar coletivamente sobre o conceito apresentado.

Cognição: refere-se às sobrecargas cognitivas colocadas na memória do aprendiz durante o processo de ensino-aprendizagem.

Afetividade: está relacionado com sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e com seus professores e colegas. (Galafassi, Gluz & Galafassi, 2013, p. 43)

Diante do exposto, esta pesquisa se justifica a partir da necessidade de saber avaliar as características pedagógicas de Objetos de Aprendizagem utilizados como suporte no processo de ensino e aprendizagem de química. Com isso, destaca-se a seguinte pergunta norteadora: o simulador *Monte um Átomo* reúne os aspectos pedagógicos necessários para ser utilizado no processo de aprendizagem referente ao conteúdo de estrutura atômica? Sendo assim, busca-se aqui, fazer uma análise descritiva e pedagógica do simulador *Monte um Átomo*, afim de averiguar seu potencial uso para o processo de abstração do conteúdo de estrutura atômica no ensino de química.

Metodologia

A pesquisa é caracterizada em uma abordagem qualitativa com caráter exploratório, uma vez que objetiva levantar informações sobre um objeto específico

através da delimitação de um campo de trabalho e do mapeamento das condições de manifestação do mesmo (Severino, 2013).

A busca do OA foi feita no repositório de simulações virtuais Phet Colorado, que pode ser acessado através do endereço eletrônico (https://phet.colorado.edu/pt_BR/). O repositório disponibiliza acesso gratuito ao seu acervo e conta com um repertório de simulações que podem ser encontradas de acordo com a disciplina (Química, Física, Biologia, Matemática e Ciências da Terra) e o conteúdo a ser trabalhado.

A escolha do conteúdo de estrutura atômica foi feita com base na dificuldade apresentada pelos alunos em conseguir compreender conceitos abstratos, tais como, identificação e classificação de partículas subatômicas, localização das partículas subatômicas na estrutura do átomo, identificação e diferenciação dos níveis ou camadas eletrônicas da eletrosfera atômica, diferenciação entre um átomo neutro e um íon, e o reconhecimento da carga total de um íon.

Ao se realizar a busca pelo OA no repositório Phet Colorado foi possível encontrar três simuladores, apresentados no Quadro 1, que abordam conceitos associados ao conteúdo de estrutura atômica.

Quadro 1 – *Simulações virtuais que abordam o tema estrutura atômica disponíveis no repositório Phet Colorado.*

Simuladores Virtuais	
1	Espalhamento de Rutherford
2	Monte um Átomo
3	Monte um Núcleo

Fonte: elaborado pelos autores.

Dentre as três simulações virtuais disponíveis para ensino e aprendizagem do conteúdo de estrutura atômica, identificou-se o simulador *Monte um Átomo* como o OA que mais atende aos requisitos para o favorecimento das necessidades formativas destacadas anteriormente, pois é o único que aborda e representa os conceitos de núcleo e eletrosfera, formação de íons e suas cargas eletrônicas, e níveis ou camadas eletrônicas.

A avaliação do “OA Monte um Átomo” foi feita em duas etapas. Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva de cada interface do simulador, destacando os seus

principais objetivos, suas funcionalidades e suas possibilidades operacionais. A análise técnica pedagógica se deu a partir dos aspectos, interatividade, autonomia, cooperação, cognição e afetividade, apresentados por Galafassi, Gluz e Galafassi (2013). A partir desses aspectos pedagógicos foram elaborados três critérios avaliativos (C1, C2 e C3) considerando as características de cada aspecto, como mostra o Quadro 2. Cada critério foi avaliado de acordo com as seguintes classificações: atende totalmente (AT), atende parcialmente (AP) e não atende (NA).

Quadro 2 – Descrição dos critérios utilizados para a avaliação dos aspectos pedagógicos.

Aspectos Pedagógicos	Crítérios Avaliativos
Interatividade	C1 - Permite que os alunos visualizem modelos ou representações químicas a partir de imagens, vídeos ou simulações? C2 - Possibilita que os alunos participem de forma ativa na construção de modelos ou representações químicas? C3 - Permite que os alunos participem de forma ativa em jogos, desafios ou na resolução de situações problema?
Autonomia	C1 - Permite que os alunos criem modelos ou representações químicas a partir de suas próprias decisões? C2 - Possibilita que os alunos avancem no desenvolvimento de modelos ou representações sem que haja limitação operacional? C3 - Permite que os alunos escolham sua própria forma de operabilidade sem se prender a uma sequência pré-estabelecida?
Cooperação	C1 - Permite que os alunos participem dos desafios de forma colaborativa com outros alunos? C2 - Possibilita que os alunos e o professor estabeleçam uma relação colaborativa durante o processo de ensino e aprendizagem? C3 - Permite que os alunos troquem informações através de chat ou participem de desafios online com outros alunos?
Cognição	C1 - Fornece informações sobre o conteúdo através de textos ou vídeos, que possam facilitar o processo cognitivo dos alunos? C2 - Apresenta conteúdo com diferentes níveis de abstração para que os alunos progridam nos seus desenvolvimentos cognitivos? C3 - Fornece feedback caso os alunos atribuam uma resposta errada durante os desafios ou na resolução situações problema?
Afetividade	C1 - Oferece elementos visuais que estimulem a motivação necessária para o aprendizado dos alunos? C2 - Possibilita despertar nos alunos sentimentos que estimulem a vontade aprender, como curiosidade, satisfação, alegria e prazer? C3 - Possibilita que os alunos estabeleçam algum vínculo afetivo com outros alunos e com o professor?

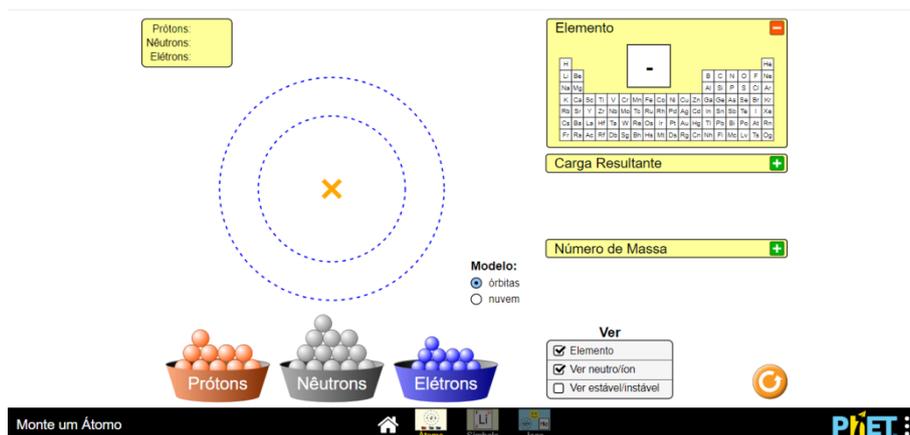
Fonte: elaborado pelos autores.

Resultados e Discussão

Análise Descritiva do “OA Monte um Átomo”

O “OA Monte um Átomo” apresenta três interfaces iniciais. A primeira possibilita que os alunos realizem a montagem de um átomo com a utilização de “bolas” que representam as partículas subatômicas (prótons, nêutrons e elétrons). Nessa etapa, os alunos poderão, a partir da inserção das partículas, identificar o elemento químico relacionado com o átomo obtido, a sua carga resultante e o seu número de massa. Além disso, o “OA Monte um Átomo” possibilita que os alunos visualizem o átomo formado através do modelo de orbitais ou através do modelo de nuvem eletrônica, conforme mostra a Figura 1.

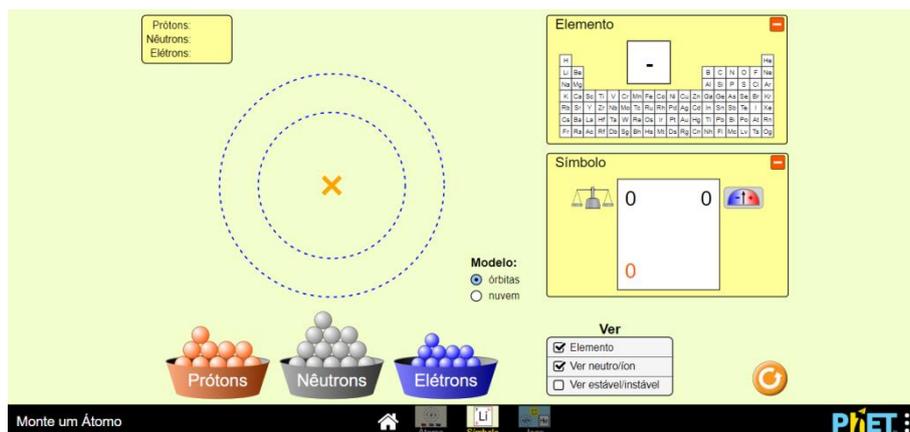
Figura 1 - Primeira Interface do Simulador Monte um Átomo.



Fonte: Phet Colorado, (2023)

A segunda interface do simulador, representada na Figura 2, permite que os alunos montem o átomo nas mesmas condições da primeira, além de possibilitar a visualização da representação simbólica do elemento. Nessa representação destaca-se o número atômico, o número de massa e a carga resultante da espécie química obtida. Assim como na etapa anterior, também é possível visualizar o átomo por meio do modelo de orbitais e do modelo de nuvem eletrônica.

Figura 2 – Segunda Interface do Simulador Monte um Átomo.



Fonte: Phet Colorado, (2023)

A Figura 3 mostra a terceira e última interface inicial do “OA Monte um Átomo”, que apresenta quatro opções de jogos com as quais os alunos poderão participar de desafios utilizando os conhecimentos adquiridos nas duas primeiras interfaces. Se os alunos atribuírem uma resposta errada durante os desafios do jogo, eles terão mais uma possibilidade de resposta, e caso o erro persista, eles poderão conferir a resposta correta antes de passar para o próximo desafio. É importante destacar que os alunos terão a liberdade de escolher qualquer jogo, sem necessariamente seguir uma sequência preestabelecida pelo simulador.

Figura 3 – Terceira Interface do Simulador Monte um Átomo.

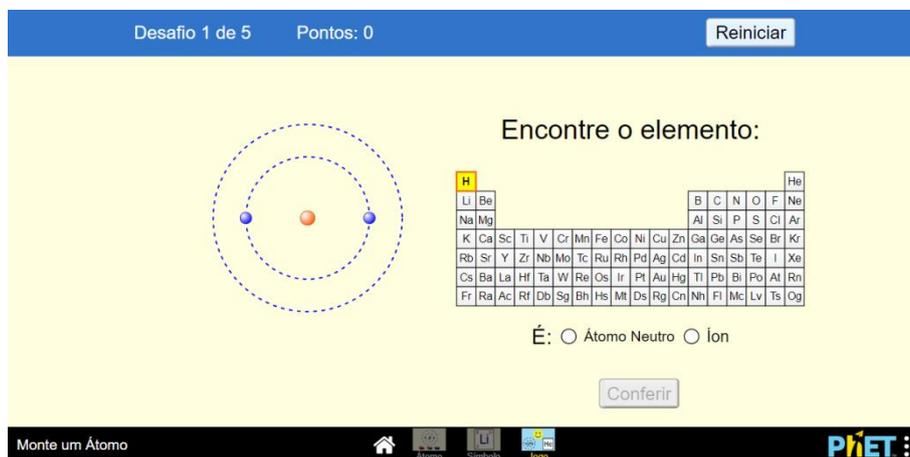


Fonte: Phet Colorado, (2023)

A Figura 4 mostra a interface do primeiro jogo. Nessa fase os alunos deverão identificar o símbolo do elemento químico representado pelo modelo de orbitais. A identificação do elemento químico se dará através do reconhecimento do seu símbolo

presente na tabela periódica disponibilizada ao lado da estrutura atômica. Nesse jogo, os alunos também deverão reconhecer se a espécie química representada é um átomo neutro ou um íon.

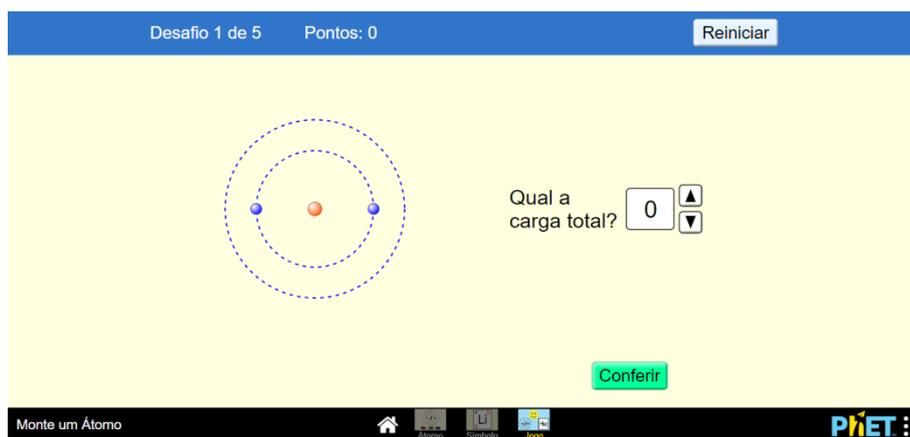
Figura 4 – Interface do Primeiro Jogo.



Fonte: Phet Colorado, (2023)

No segundo jogo, representado na Figura 5, espera-se que os alunos saibam identificar a carga total ou o número de massa das espécies químicas representadas na interface do jogo. As informações sobre o átomo poderão ser apresentadas sob o modelo de orbitais ou apenas descritas com os valores das quantidades de prótons, neutros e elétrons.

Figura 5 – Interface do Segundo Jogo.

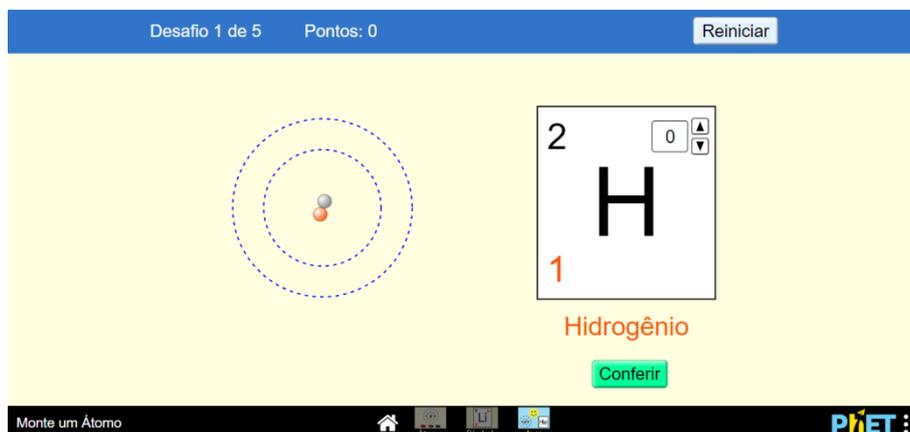


Fonte: Phet Colorado, (2023)

A Figura 6 mostra a interface do terceiro jogo, no qual os alunos deverão identificar uma determinada característica atômica (número atômico, número de massa

ou carga total) em cada desafio proposto. As características atômicas são representadas por meio do modelo de orbitais e os alunos poderão visualizar as partículas presentes no núcleo atômico e na eletrosfera.

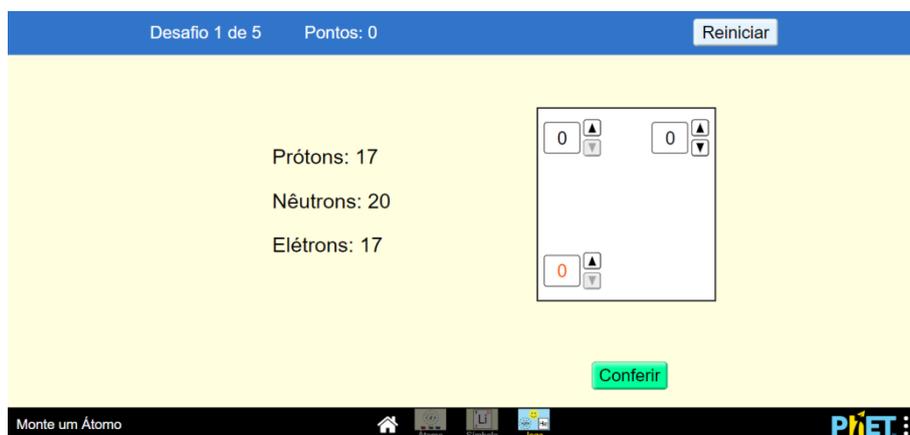
Figura 6 – Interface do Terceiro Jogo.



Fonte: Phet Colorado, (2023)

Por fim, a Figura 7 mostra a interface do quarto e último jogo, onde os alunos terão a possibilidade de identificar o elemento químico através do preenchimento da representação simbólica com as características atômicas apresentadas, ou montar o átomo de acordo com as informações oferecidas na representação simbólica do elemento. Nessa etapa, a montagem do átomo difere da primeira e segunda interface do OA, pois nelas os alunos poderiam montar a estrutura atômica de forma livre, sem informações específicas sobre as quantidades de partículas.

Figura 7 – Interface do Quarto Jogo.



Fonte: Phet Colorado, (2023)

Análise Técnica Pedagógica do “OA Monte um Átomo”

Interatividade

Segundo Melo e Melo (2005, p. 57), “a melhor forma de aprender é interagir, seja com a máquina, com a tecnologia, com as telecomunicações, com os colegas ou mesmo com os professores”. Nesse sentido, a disponibilização de momentos de interação entre o aluno e a tecnologia torna-se benéfica tanto para o cognitivo do aluno como para a busca de novas aprendizagens, pois o ato de interagir, conviver e pensar é indispensável para a construção do conhecimento (Silva & Schimiguel, 2020). Assim, compreende-se que a interação entre os alunos e a estratégia utilizada pelo professor pode levá-los a assimilar de forma mais eficaz o que se está aprendendo.

Pascoin e Carvalho (2021) destacam que um dos principais fatores que determinam a classificação de uma simulação é o grau de interatividade entre o aluno e o software. No Quadro 3 é possível observar os critérios de avaliação utilizados para classificar e avaliar o aspecto interatividade do “OA Monte um Átomo”. Os critérios foram elaborados considerando as possibilidades de interação durante a sua operabilidade.

Quadro 3 – *Critérios avaliados para o aspecto interatividade.*

Critérios de Avaliação	AT	AP	NA
Permite que os alunos visualizem modelos ou representações químicas a partir de imagens, vídeos ou simulações?	●	○	○
Possibilita que os alunos participem de forma ativa na construção de modelos ou representações químicas?	●	○	○
Permite que os alunos participem de forma ativa em jogos, desafios ou na resolução de situações problema?	●	○	○

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao analisar o aspecto interatividade do “OA Monte um Átomo”, identificou-se que é possível construir representações modelares, e que estas possibilitam que os alunos visualizem, criem, e modifiquem estruturas atômicas de átomos neutros ou de íons. Além disso, o OA permite que os alunos participem de forma ativa na resolução dos desafios presentes nas respectivas interfaces do simulador. Com isso, constata-se que o “OA Monte um Átomo” apresenta um elevado nível de interatividade.

Autonomia

Todas as atividades que utilizam algum tipo de tecnologia exigem que o indivíduo possua capacidade de autonomia (Cruz, Nascimento & Viana, 2019). No entanto, os alunos só se tornam autônomos nos seus processos de aprendizagem quando o professor faz uso de estratégias adequadas que possam contribuir para o desenvolvimento da criticidade e da capacidade de autogestão desses alunos perante suas aprendizagens.

Nesse sentido, ao utilizar tecnologias digitais em sua prática, é importante que o professor leve em consideração algumas características que transcendam o mero caráter procedimental do objeto afim de potencializar o pensamento crítico dos alunos, fazendo-os agir de forma mais autônoma e ativa (Cassiano, Góes & Neves, 2019).

No Quadro 4 estão os critérios utilizados para avaliar o OA e os resultados encontrados na análise. Tais critérios foram desenvolvidos pensando na possibilidade dos alunos atuarem na autogestão dos seus processos educativos, por isso, foi analisado se os alunos teriam liberdade para criar representações químicas, e se as representações poderiam ser criadas sem que houvesse limitação operacional do OA.

Quadro 4 – *Critérios avaliados para o aspecto autonomia.*

Critérios de Avaliação	AT	AP	NA
Permite que os alunos criem modelos ou representações químicas a partir de suas próprias decisões?	●	○	○
Possibilita que os alunos avancem no desenvolvimento de modelos ou representações sem que haja limitação operacional?	○	○	●
Permite que os alunos escolham sua própria forma de operabilidade sem se prender a uma sequência pré-estabelecida?	●	○	○

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao se avaliar o aspecto autonomia, foi possível perceber que o “OA Monte um Átomo” permite que os alunos tenham iniciativa para tomar suas próprias decisões durante o processo de montagem das estruturas e também na escolha da forma de operar as interfaces do simulador, sem que seja necessário obedecer uma sequência fixa. No entanto, o OA analisado apresenta uma limitação operacional ao impossibilitar que os alunos montem estruturas atômicas de espécies químicas com mais de dez prótons e dez elétrons, ou seja, só é possível que eles construam e identifiquem átomos dos dois primeiros períodos da tabela periódica.

Cooperação

Segundo Carneiro, Garcia e Barbosa (2020, p. 55) “o principal objetivo da aprendizagem colaborativa é a participação ativa dos membros”. Com isso, entende-se que o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido a partir de uma perspectiva de cooperação estabelece uma maior proximidade entre os alunos e o professor, promovendo uma maior participação desses sujeitos no desenvolvimento da aprendizagem.

Segundo Moreira (2017), tanto as atividades presenciais quanto as virtuais que proporcionam momentos de colaboração entre aluno-aluno e professor-aluno, contribuem para a captação de significados, tornando possível que os alunos sintam que o ensino está centrado neles, sendo as suas aprendizagens o foco desse processo.

O Quadro 5 mostra a classificação dos critérios avaliados para o aspecto cooperação do “OA Monte um Átomo”. Os critérios foram criados levando-se em consideração o sentido colaborativo do processo de ensino e aprendizagem.

Quadro 5 – *Critérios avaliados para o aspecto cooperação.*

Critérios de Avaliação	AT	AP	NA
Permite que os alunos participem dos desafios de forma colaborativa com outros alunos?	●	○	○
Possibilita que os alunos e o professor estabeleçam uma relação colaborativa durante o processo de ensino e aprendizagem?	●	○	○
Permite que os alunos troquem informações através de chat ou participem de desafios online com outros alunos?	○	○	●

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando o aspecto cooperação, o “OA Monte um Átomo” pode ser aplicado em atividades individuais ou de grupo, o que possibilita a participação dos alunos nos desafios de forma colaborativa, negociando e ajustando suas respostas em conjunto. Além da cooperação entre os alunos, também é possível que o professor estabeleça uma relação colaborativa nesse processo, uma vez que atua como intermediador do processo de aprendizagem. Porém, o “OA Monte um Átomo” não possibilita a cooperação online, como interação em chats ou desafios onde os participantes estejam em lugares diferentes.

Cognição

Para Machado (2016), os OA relacionam-se com o melhoramento do processo de ensino e aprendizagem a partir do momento que proporciona em seus usuários a ampliação de seus processos mentais superiores como percepção, atenção e memória, resultando na assimilação de temas específicos compartilhados em sala de aula.

Ao abordar a utilização de recursos de simulação, Pascoin e Carvalho (2021) destacam que tais recursos podem ser benéficos para o aprendizado de química, pois a partir deles o professor pode oferecer condições necessárias para que os alunos compreendam determinados fenômenos estudados.

O Quadro 6 descreve os critérios considerados para a avaliação do aspecto cognição do “OA Monte um Átomo”. Os critérios descritos foram desenvolvidos com base na capacidade informativa para diferentes níveis de abstração e na capacidade de construção e reconstrução dos conhecimentos necessários durante o processo o cognitivo dos alunos que o OA possa oferecer.

Quadro 6 – *Critérios avaliados para o aspecto cognição.*

Critérios de Avaliação	AT	AP	NA
Fornecer informações sobre o conteúdo através de textos ou vídeos, que possam facilitar o processo cognitivo dos alunos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Apresenta conteúdo com diferentes níveis de abstração para que os alunos progridam nos seus desenvolvimentos cognitivos?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fornecer feedback caso os alunos atribuam uma resposta errada durante os desafios ou na resolução situações problema?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Fonte: elaborado pelos autores.

Durante a avaliação do aspecto cognição foi possível perceber a presença de um conteúdo apresentado de forma organizada e destinado a diferentes níveis de abstração, porém, o “OA Monte um Átomo” não oferece aos alunos formas alternativas de apreensão de significados para a construção do conhecimento. Em relação ao feedback das respostas erradas durante os desafios, o OA mostra aos alunos as respostas corretas, porém, não as contextualiza, para que a partir dessa contextualização, os alunos possam reconstruir os significados já elaborados anteriormente.

Afetividade

A utilização de tecnologias digitais no contexto escolar torna o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, e esse dinamismo está relacionado diretamente com a ação do professor que assume o papel de agente catalisador no processo de conexão dos alunos com seus interesses (Cassiano, Góes & Neves, 2019). Os autores ainda afirmam que é comum que se desenvolva uma relação de empatia entre o professor e os alunos durante esse processo, uma vez que essa relação se torna mais próxima devido a interação recíproca e colaborativa.

Nesse sentido, acreditamos que os alunos desenvolvem algum vínculo afetivo com outros alunos e com o professor, as suas aprendizagens se desenvolvem de forma mais fluida e eficaz. Com isso, é importante que o professor tenha sensibilidade e perspicácia na escolha do OA, pois além de cumprir um objetivo educacional voltado para o conteúdo, ele também deve atender as perspectivas formativas voltadas a humanização e afetividade dos alunos.

No Quadro 7 é possível perceber os critérios utilizados durante a avaliação do aspecto afetividade do “OA Monte um Átomo”. Os critérios foram desenvolvidos a partir da capacidade de desenvolver nos alunos a motivação, o desejo de aprender e o vínculo afetivo que o OA possa oferecer durante o processo de ensino e aprendizagem.

Quadro 7 – *Critérios avaliados para o aspecto afetividade.*

Critérios de Avaliação	AT	AP	NA
Oferece elementos visuais que estimulem a motivação necessária para o aprendizado dos alunos?	●	○	○
Possibilita despertar nos alunos sentimentos que estimulem a vontade aprender, como curiosidade, satisfação, alegria e prazer?	●	○	○
Possibilita que os alunos estabeleçam algum vínculo afetivo com outros alunos e com o professor?	●	○	○

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao se analisar o aspecto afetividade, foi possível perceber que o “OA Monte um Átomo” apresenta elementos visuais relevantes para despertar a motivação de aprender dos alunos. Além disso, considera-se que o OA analisado possui potencial para provocar nos alunos uma espécie de automotivação para o aprendizado, fazendo com que eles sigam participando dos desafios apresentados durante o percurso de aprendizagem. Também é possível evidenciar a afetividade através do aspecto cooperação, pois quando

os alunos estão inseridos num contexto colaborativo de aprendizagem com outros alunos ou com o professor, ele também está sendo motivado a aprender, podendo ser desenvolvido um vínculo afetivo entre eles.

Considerações Finais

No decorrer deste trabalho foram analisados cinco aspectos pedagógicos a respeito do simulador virtual Monte um Átomo, o qual encontra-se disponível no repositório Phet Colorado. Para realizar a análise do objeto foram desenvolvidos critérios avaliativos com base nos aspectos pedagógicos: interatividade, autonomia, cooperação, cognição e afetividade, propostos em um estudo feito por Galafassi, Gluz e Galafassi (2013).

Diante da análise, foi possível perceber que o “OA Monte um Átomo” atende a maioria dos aspectos analisados. Dentre eles é possível destacar o aspecto interatividade, que proporciona aos alunos a participação ativa nos seus processos de aprendizagem através da criação de modelos ou representações de espécies químicas e da participação em jogos ou desafios que favorecem uma maior conexão entre os alunos e o conteúdo estudado. O aspecto afetividade também merece destaque, pois o OA analisado apresentou características que contribuem para a motivação dos alunos, estimulando a sua vontade de aprender, bem como o desenvolvimento de vínculos afetivos com outros alunos e com o professor.

No entanto, o “OA Monte um Átomo” apresenta algumas limitações no que se refere aos aspectos autonomia, cooperação e cognição. No aspecto autonomia, dentre os três critérios analisados, percebeu-se uma fragilidade quanto à possibilidade dos alunos representarem estruturas mais complexas, pois o objeto limita-se à construção de espécies químicas que possuem no máximo duas camadas eletrônicas. No aspecto cooperação, percebeu-se que o OA não possibilita que os alunos estabeleçam uma atividade cooperativa com os demais alunos ou professor para além do espaço físico da sala, uma vez que não permite a interação online com outras pessoas. Já no aspecto cognição, foi possível inferir que o “OA Monte um Átomo” não atende a dois dos três critérios analisados, um deles é a oferta de recursos adicionais, tais como textos e vídeos que contribuam para a apreensão de significados e conseqüentemente para um melhor

desenvolvimento da aprendizagem, e o outro é a ausência de feedback para as respostas dos alunos durante os desafios propostos, impossibilitando que os alunos reconstruam os significados assimilados de forma errada.

Contudo, compreende-se que as limitações destacadas não afetam o seu potencial pedagógico, pois as características básicas do conteúdo de estrutura atômica podem ser percebidas através do que o objeto oferece. Com isso, constata-se neste estudo que os aspectos pedagógicos importantes para a concepção de um OA de qualidade, e que atendam às necessidades pedagógicas para uma aprendizagem mais efetiva, se fazem presentes no “OA Monte um Átomo”, caracterizando-o como uma estratégia pertinente para o processo de abstração conceitual no ensino e aprendizagem do conteúdo de estrutura atômica.

Por fim, espera-se que este trabalho possa contribuir de forma significativa com estudos que venham a envolver a utilização e/ou avaliação de OA no contexto educacional. Acredita-se que os critérios de avaliação elaborados nesse estudo poderão subsidiar processos avaliativos destinados à outros OA, sejam eles relacionados ao ensino e aprendizagem de estrutura atômica, ou de outro conteúdo que exija a compreensão dos aspectos abstratos de conteúdos.

Referências

- Aguiar, E. B. V., & Flôres, M. L. P. (2014). Objetos de Aprendizagem: conceitos básicos. In: L. M. R. Tarouco et al. (org.), *Objetos de Aprendizagem: teoria e prática* (pp.12-28). Evangraf.
- Behar, P. A. et al. (2009). Objetos de aprendizagem para educação a distância. Modelos pedagógicos em educação a distância (pp. 66-92). Artmed.
- Cassiano, G., Góes, C. B., & Neves, B. C. (2019). As tecnologias digitais no contexto educacional para a autonomia dos sujeitos. *Revista Fontes Documentais*, 2(3), 43-58. Recuperado de:
<https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/fontesdocumentais/article/view/501>
- Da Cruz, W. B., Nascimento, M. L. F., & Viana, M. A. P. (2019). O olhar do professor universitário sobre a autonomia do aluno em ambientes de tecnologias de aprendizagem. *Revista e-Curriculum*, 17(4), 1855-1884.
<http://dx.doi.org/10.23925/1809-3876.2019v17i4p18>

- Da Silva, N. A., & Schimiguel, J. (2020). Aplicando o LORI como instrumento de avaliação de objetos de aprendizagem. *Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância*, 12(22), 61-80. <https://doi.org/10.29327/3860.12.22-4>
- De Andrade Carneiro, L., Garcia, L. G., & Barbosa, G. V. (2020). Uma revisão sobre aprendizagem colaborativa mediada por tecnologias. *Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 7(2), 52-62. <http://dx.doi.org/10.20873/uftv7-7255>
- França, A. da C. G., Marcondes, M. E. R., & Carmo, M. P. do. (2009). Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. *Química Nova na Escola*, 31(4), 275-282.
- Galafassi, F. P., Gluz, J. C., & Galafassi, C. (2013). Análise crítica das pesquisas recentes sobre as tecnologias de objetos de aprendizagem e ambientes virtuais de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 21(3), 41-52. <https://doi.org/10.5753/RBIE.2013.21.03.40>
- Machado, A. S. (2016). Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. *Revista Química Nova na Escola*, 38(2), 104-111.
- Melo, E. S. do N., & Melo, J. R. F. de. (2005). Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente. *ETD-Educação Temática Digital*, 7(1), 51-63. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-103739>
- Moreira, M. A. (2017). Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. In: M. A. Moreira. *Ensino e aprendizagem significativa* (pp. 39-59). Editorial.
- Pascoin, A. F., & Carvalho, J. W. P. (2021). Representações quantitativas em laboratórios virtuais para o Ensino de Química. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 22(2), 152-159. <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2021v22n2p152-159>
- Pereira, F. A., Mota, M. das M. C., & Scortegagna, L. (2020). Avaliação de objetos de aprendizagem: uma ferramenta prática para o Ensino de Estatística. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(6), 192-208. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i6.1442>
- Santos Neto, M. B. dos, Almeida, S. do N., & Feitosa, R. A. (2018). Uso de objetos de aprendizagem para abstração no ensino de química: estado da arte.
- Santos, R. M. dos, Cazusa, E. dos S., Aleixo, F. (2023). TDIC E EDUCAÇÃO: desafios e possibilidades na prática pedagógica. *Revista Exitus*, 13(1), 01-17. <https://doi.org/10.24065/re.v13i1.2528>
- Severino, A. J. (2013). Metodologia do trabalho científico. Cortez.
- Wiley, D. A. et al. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *The instructional use of learning objects*, 2830(435), 1-35.
-

Submetido em: 26/10/2023 **Aceito em:** 20/12/2023 **Publicado em:** 30/12/2023