

## Proposta de um Modelo Heurístico para Avaliação de Aplicativos Móveis no Ensino de Química

Heuristic Model Proposal for Mobile Apps Evaluation in Chemistry Teaching

**John Wesley Grando**  <https://orcid.org/0000-0003-0256-3184>

Universidade Federal do Paraná – UFPR

E-mail: [wesleygrando@gmail.com](mailto:wesleygrando@gmail.com)

**Maria das Graças Cleophas**  <http://orcid.org/0000-0002-5611-2437>

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – UNILA

E-mail: [maria.porto@unila.edu.br](mailto:maria.porto@unila.edu.br)

---

### Resumo

Esta pesquisa apresentou uma proposta para avaliação de aplicativos móveis voltados para o Ensino de Química, por meio de um Modelo Heurístico. Para tanto, discutiu-se sobre três pilares fundamentais relacionados a essa avaliação: i) Aprendizagem Móvel no Ensino de Química, ii) Níveis de Compreensão do Conhecimento Químico e iii) as Heurísticas de Usabilidade. A partir das discussões, foi proposto um modelo baseado nas heurísticas, composto por doze questões que podem auxiliar professores, alunos e desenvolvedores de aplicativos durante a análise ou proposição de aplicativos móveis que estejam amparados à luz do conhecimento químico.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Tecnologia Educacional. Avaliação.

### Abstract

This article presents a proposal for evaluation of mobile apps used to teach Chemistry, through a Heuristic Model. Therefore, three fundamental pillars related to this assessment were discussed: i) Mobile Learning in Chemistry Teaching, ii) Levels of Understanding of Chemical Knowledge and iii) Usability Heuristics. With the discussions, a model based on heuristics was proposed, consisting of twelve questions that can assist teachers, students and app developers during the analysis or proposition of mobile apps that are in chemical knowledge sight.

**Keywords:** Sciences Teaching. Educational Technology. Evaluation.

### Introdução

De acordo com os relatórios mais recentes da União Internacional de Telecomunicações (ITU) – órgão filiado à Organização das Nações Unidas especializado em tecnologias de informação e comunicação (ITU, 2018), especificamente 90% das pessoas podem acessar a internet a partir de dispositivos móveis, sendo que quase a totalidade da população, cerca de 96%, vive ao alcance de uma rede celular móvel.

Ainda em relação a órgãos internacionais, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2014) produziu um documento intitulado “Diretrizes de políticas da UNESCO para aprendizagem móvel”, no qual, entre várias instruções e recomendações, sumariamente incentiva que a educação e os educadores passem a utilizar melhor e com mais frequência a aprendizagem móvel em sala de aula.

Rosa e Azenha (2015) apontam o feito de um exponencial crescimento do uso da Aprendizagem Móvel no cenário da educação brasileira, ao atentarem para o fato de que há a necessidade de pesquisas e levantamentos sobre o assunto em questão, sobretudo para orientar docentes e discentes em relação aos conteúdos – aqui tratados como aplicativos (apps) – disponibilizados atualmente.

Levando em consideração a área da Química, muitas vezes os estudantes subutilizam o conhecimento da referida ciência de modo não intencional, visto que muitas vezes eles não conseguem sincronizar a leitura do mundo com a linguagem científica necessária.

Sobre esse aspecto Vieira et al. (2019) apresentam uma reflexão sobre o uso das TD no ensino de Química, indicando que há um aumento de materiais que podem ser encontrados em lojas de aplicativos de *smartphones*. Os autores projetam que a tendência é de se aumentar cada vez mais a confecção de materiais digitais para o ensino de Química, sendo incumbência do professor – como mediador, pesquisar sobre atualizações relacionadas à sua aplicação.

Mas, face ao aprendizado da disciplina, precisamos compreender principalmente qual o contexto da utilização desse tipo de tecnologias. Nesse sentido, Locatelli et al. (2015) dissertam sobre a existência de um nível de abstração muito alto na Química. Isso acaba se inserindo como um fator que dificulta o processo de evolução de aprendizagens dessa disciplina. Dessa maneira, podemos pensar que conceitos que necessitam do uso da imaginação dos estudantes, como conceitos da escala submicroscópica – atomística, geometria molécula, dentre outros – podem trazer dificuldades no processo de entendimento da Química.

Sobre esse aspecto, o uso de recursos alternativos para auxiliar na visualização de conceitos abstratos dentro do ensino de Química - em contraponto aos meios tradicionais - é a situação que, hipoteticamente, podemos pensar como a integração entre o uso de aplicativos móveis e o ensino da disciplina, pois, com o auxílio dessas tecnologias, os alunos podem controlar, combinar e interagir com um modelos de partículas usando as realidades digitais, bem como outras interações possíveis a partir do uso de aplicativos (CAI; WANG; CHIANG, 2014).

Apesar da gama de tecnologias auxiliares disponíveis na atualidade, em especial o uso de aplicativos móveis, parece faltar recursos informacionais para auxiliar os alunos na identificação das aplicações mais adequadas para a construção do conhecimento químico e, nessa direção deficitária, há também ausência de ferramentas para que os professores possam analisar, avaliar e selecionar os aplicativos que estejam atrelados aos objetivos de aprendizagem definidos previamente e aos níveis do conhecimento químico, para uso em suas aulas.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é propor um modelo de avaliação para análise de aplicativos à luz da construção do conhecimento químico por meio da amálgama resultante das heurísticas de usabilidade e dos níveis de compreensão do conhecimento químico. O público-alvo consiste, primeiramente, das comunidades



docente e discente, pois esse modelo pode auxiliar a selecionar os apps mais adequados para determinado momento pedagógico; em segundo, pode ser útil para os desenvolvedores de apps que não estão familiarizados ao campo de conhecimento do ensino de Química, como ferramenta de análise que seja capaz de nortear a incidência que um determinado nível de conhecimento possa ter durante o desenvolvimento de apps.

## Aspectos Metodológicos

Este estudo, conforme anteriormente mencionado, buscou propor um modelo para avaliação de aplicativos móveis, relacionando essa avaliação com o conhecimento químico. Para isso, a metodologia perpassou por, primeiramente, realizar levantamentos relacionados à existência de outros modelos semelhantes de pesquisa, a fim de estabelecer conexão entre este estudo e o contexto atual de pesquisa.

O desenvolvimento desta pesquisa se deu a partir de duas etapas:

- **Etapa 1** – Revisão da literatura e estado dos estudos sobre os fundamentos de Aprendizagem Móvel, Níveis de Compreensão dos Conhecimentos Químicos e Heurísticas de Usabilidade. Nessa etapa, visou-se construir um embasamento adequado para a proposição de um modelo de avaliação que compreendesse essas três áreas pesquisadas;
- **Etapa 2** – Construção de uma proposta de Modelo Heurístico para avaliação de apps voltados para o Ensino de Química. Nesse momento da pesquisa, foi desenvolvido, com base nos fundamentos previamente levantados, um modelo para avaliação de como se apresentam os conhecimentos químicos em apps, por meio de heurísticas.

## A Aprendizagem Móvel em Face do Ensino de Química

De acordo com Kukulska-Hulme e Traxler (2005), o conceito de Aprendizagem Móvel (AM), tradução para o termo inglês *mobile-learning*, está intimamente atrelado ao uso de dispositivos móveis - como *smartphones*, *palmtops*, *tablets* e *notebooks* - em atividades ligadas ao ensino.

Observando a contribuição de Traxler (2009, p. 10) para o tema, pode-se inferir que a AM é uma ferramenta que possibilita o acesso à informação, sendo que, com esse acesso “em qualquer lugar, qualquer hora, o papel da educação, especialmente a formal, é confrontado e as relações entre educação, sociedade e tecnologia estão mais dinâmicas do que nunca”.

A AM tem se mostrado mais presente em atividades que envolvem o ensino de Química. De acordo com levantamento realizado por Klein, Santos e Souza (2018), nos sete anos anteriores a sua pesquisa (2010-2017), o número de trabalhos relacionados à AM apresentados no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e no Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ) aumentou de maneira considerável, como, por exemplo, subiu de um artigo apresentado em 2013 para dez em 2016.


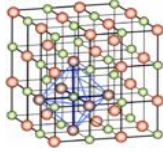



Na esfera de pesquisas publicadas em revistas, as tendências e os relatos do uso de dispositivos móveis em situações que remetem ao ensino de Química têm se consolidado de maneira similar. Conforme apontam Cleophas *et al.* (2015), apesar de as pesquisas estarem aumentando em número, a discussão permeia aspectos técnicos da utilização dessas tecnologias, tendo, relativamente, um menor número de pesquisas que analisam a perspectiva didático-educacional. Pautando-se nisso, este trabalho visa contribuir com o preenchimento de uma lacuna que existe entre a produção de apps e aportes teóricos que discutam os aspectos macroscópicos, submicroscópicos, simbólicos e de caráter humano da Química.

## Os Níveis de Compreensão do Conhecimento Químico

A construção do conhecimento químico pode ser analisada sob diversos olhares e perspectivas. Como precursor dessa análise temos Johnstone (1993) e, de maneira complementar, os estudos de Mahaffy (2006). Ambos propuseram notáveis pontos de partida para discussão relacionada à temática do conhecimento da Química, em seus diferentes aspectos que são necessários para sua compreensão. Tais aspectos podem ser descritos em quatro níveis, conforme observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Níveis de compreensão do conhecimento químico.

| Nível (Universo) | Descrição   | Exemplo   |
|------------------|---|---|
| Macroscópico     | Também conhecido como o nível fenomenológico, compreende a análise de fenômenos naturais, quimicamente falando, em proporções macroscópicas, observáveis.   |  |
| Molecular        | É a parte da construção do conhecimento que busca a real compreensão do universo das entidades químicas submicroscópicas (átomos, íons e moléculas) e de como os processos que as envolvem se dão, por isso também pode ser chamada de universo submicroscópico.  |  |
| Simbólico        | Consiste na busca de representações (universo representacional) de fenômenos em uma linguagem comum e científica.   | NaCl  |
| Elemento humano  | Mahaffy (2006) buscou introduzir o aspecto que ele nomeia, literalmente traduzido, como elemento humano, que nada mais é do que a participação do homem, enquanto sociedade, na construção, análise e utilização dos conceitos relativos ao conhecimento químico. |  |

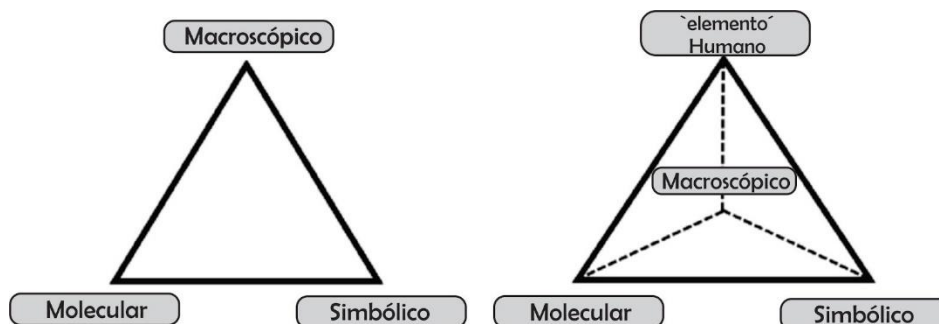
Fonte: Texto - Adaptado de Johnstone (1993) e Mahaffy (2006). Imagens - Wikicommons (2020), disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/NaCl>>. Acesso em 07/05/2020.

Nota: as imagens de exemplo retratam visões sobre um mesmo tópico de Química (cloreto de sódio, NaCl ou sal de cozinha) em diferentes níveis de compreensão do conhecimento atrelado.



Ainda, é comum encontrarmos, atreladas a esses denominados ‘Níveis de Compreensão do Conhecimento Químico’, representações gráficas das teorias, a fim de facilitar o seu entendimento. A Figura 1 sintetiza os conceitos desses modelos por meio da demonstração do ‘Triângulo de Johnstone’ e do ‘Tetraedro de Mahaffy’.

Figura 1 – Triângulo de Johnstone (esquerda) e Tetraedro de Mahaffy (direita), de acordo com o entendimento dos níveis de compreensão dos conhecimentos químicos.



Fonte: Adaptado e traduzido de Mahaffy (2006).

A reflexão proposta pela análise dos níveis de compreensão do conhecimento químico é de caráter qualitativo, puramente interpretativo, pois cabe ao pesquisador ou professor perceber, usando seus conhecimentos teóricos da ciência Química, qual dimensão está sendo abordada em cada situação específica estudada ou ensinada em sala de aula.

## As Heurísticas de Usabilidade e suas Aplicações em Aplicativos Móveis

Com o início do desenvolvimento de programas para os recentes computadores pessoais, no final do século XX, uma parcela da comunidade científica da área se inclinou para estudar como a interação entre um usuário – humano – e determinado software pode afetar a receptibilidade do uso desse programa. Entretanto, esta relação ainda é pouco discutida no ensino de Química.

Desse modo, as discussões sobre esse assunto foram permeando características sobre o que ficou estabelecido como usabilidade. Em termos gerais, a usabilidade pode ser entendida como a “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ABNT, 2002, p. 3).

O modelo heurístico de análise de programas surge nesse contexto quando Nielsen (1993) buscava alguns princípios gerais que pudessem descrever propriedades comuns de utilização de interfaces, de maneira a integrar a usabilidade em seu método de avaliação, assim elaborando um conjunto de dez heurísticas que julgou estarem no rumo do estudo desse bojo.

As discussões envolvidas na análise heurística de aplicativos móveis estão ocorrendo de maneira aparente em pesquisas atuais – principalmente dentro do intervalo correspondente à segunda década deste século (2011-2020). Vários estudos, como os propostos por Knoll (2014) e Carlo, Barbosa e Oliveira (2017), buscam interpretar como a usabilidade pode ser avaliada, utilizando os princípios heurísticos, em



aplicativos móveis. Contudo, a usabilidade de apps na Química ainda é uma seara que requer expansão.

## Construção do Modelo Heurístico: uma Proposta Agregadora

Para iniciar o processo de análise de aplicativos dentro do bojo da construção do conhecimento químico, é necessário que haja a construção de um instrumento que seja capaz de comportar as avaliações propostas.

A escolha de heurísticas para orientar a avaliação dos aplicativos pode ser entendida como adequada, pois, conforme Carlo, Barbosa e Oliveira (2017), esse método tem caráter mais interpretativo do que puramente quantitativo, abrindo margem para discussões com características qualitativas dentro do que se propõe analisar, visto que a discussão qualitativa pode ser interpretada como uma abordagem mais subjetiva para a mensuração de uma finalidade pedagógica com viés relacionado ao entendimento químico. Assim, pensa-se que, adaptando o pensamento dos níveis de compreensão do conhecimento químico, é possível realizar as análises desses sob as perspectivas de usabilidade e de concepção pedagógica em Química.

Conforme escrito anteriormente, heurísticas para analisar aspectos genéricos de aplicativos móveis relacionados à usabilidade e à experiência do usuário já podem ser encontradas na literatura. Portanto, este artigo propõe a elaboração e a utilização de um modelo para as avaliações acerca da concepção do conhecimento químico nos aplicativos móveis.

Foram abordados, durante a construção do modelo proposto, heurísticas de aproximação com os níveis de compreensão do conhecimento químico (Heurísticas Químicas – HEUQ). No Quadro 2, podem ser observadas as questões que compõem o Modelo Heurístico proposto por este artigo.

Quadro 2 – Questões do Modelo Heurístico proposto.

| Nº     | Heurísticas  | Questões |  |
|--------|--|----------|--|
| HEUQ-1 | O conhecimento químico como universo macroscópico    | 1        | Existe algum fenômeno químico macroscópico perceptível?  |
|        |  | 2        | A representação dos fenômenos químicos busca seguir ou se aproximar do observado na realidade? |
|        |  | 3        | Há relação entre o fenômeno químico e sua explicação molecular?                                |
| HEUQ-2 | O conhecimento químico como universo submicroscópico | 4        | Há relação entre a abordagem molecular e fenômenos macromoleculares de Química?                |
|        |  | 5        | Existe a informação de que a abordagem submicroscópica é apenas uma representação em Química?  |
|        |  | 6        | Os átomos são representados conforme modelo mais recente (mecânica quântica)?                  |



|               |   |    |   |
|---------------|---|----|---|
| <b>HEUQ-3</b> | O conhecimento químico como universo simbólico      | 7  | Constam representações escritas de Química?   |
|               |   | 8  | Os elementos estão escritos de maneira adequada, conforme as normas IUPAC?                                  |
|               |   | 9  | As fórmulas químicas estão separadas do texto e possuem fácil visualização?                                 |
| <b>HEUQ-4</b> | O conhecimento químico como construção da sociedade | 10 | O aplicativo mostra a relação histórica da construção dos conceitos químicos?                               |
|               |   | 11 | São abordados os usos de determinados conceitos químicos nas atividades cotidianas da sociedade?            |
|               |   | 12 | Existe a interpretação do macroscópico pelo submicroscópico construída pela sociedade ao longo da história? |

Fonte: Os autores (2020).

As HEUQ têm como objetivo ajudar a entender como esses aplicativos se situam no espectro dos níveis de compreensão do conhecimento químico, assim, promovendo sua avaliação com a finalidade de atender às especificidades atreladas à natureza do conhecimento da Química. As heurísticas podem ser respondidas com as asserções 'sim' ou 'não'.

Conforme constituído ao longo da metodologia, o modelo heurístico de avaliação parte da premissa de que, com o questionário, voltado para análise de determinados pontos específicos, é possível extrair dados que permitam analisar em quais aspectos o objeto estudado se destaca ou demonstra lacunas na sua constituição. Por exemplo, se um determinado app consegue articular os quatro níveis de compreensão do conhecimento químico ou se tem foco em algum nível singular.

Para avaliar numericamente as Heurísticas Químicas, pode-se extrair de Knoll (2014) uma proposta de análise constituída a partir das porcentagens de respostas positivas nas determinadas heurísticas avaliadas, conforme se pode observar no Quadro 3.

Quadro 3 – Avaliação dos aplicativos a partir da porcentagem de respostas.

| <b>Desempenho</b>  | <b>Classificação</b> |
|--|----------------------|
| Se a soma for menor ou igual a 25% do total ( $\leq 25\%$ )                            | Péssima              |
| Se a soma for maior que 25% e menor ou igual a 50% do total ( $> 25\%$ e $\leq 50\%$ ) | Ruim                 |
| Se a soma for maior que 50% e menor ou igual a 75% do total ( $> 50\%$ e $\leq 75\%$ ) | Boa                  |
| E se a soma for maior que 75% do total ( $> 75\%$ )                                    | Muito boa            |

Fonte: Knoll (2014).

Assim, adaptando-se o modelo proposto por Knoll (2014), deve-se tomar a razão entre o número de respostas positivas e o número total de respostas possíveis. Por



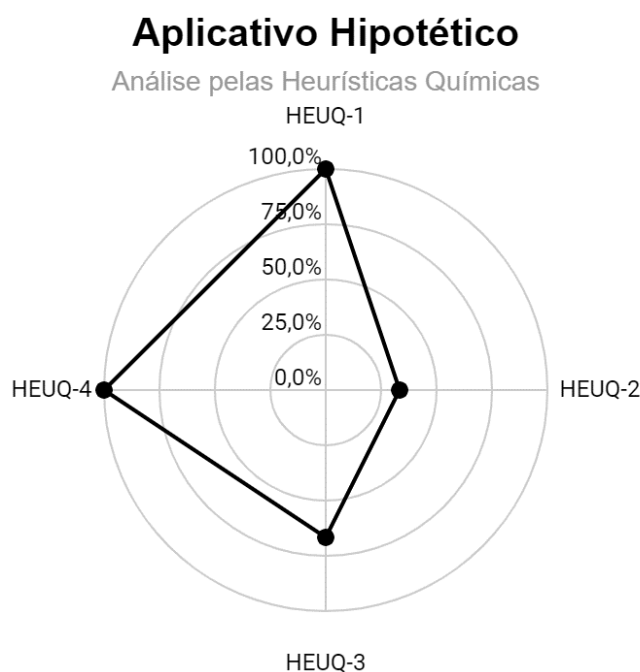
exemplo, ao avaliar um aplicativo que tenha apresentado 9 respostas 'sim' para 12 respostas possíveis ('sim' + 'não'), encontra-se a razão no valor de 0,75, ou seja, uma pontuação de 75%. Conforme o Quadro 3, pode-se inferir, então, que a oportunidade de promoção de aprendizagens através dos pilares dos níveis de compreensão do conhecimento químico é de classificação 'Muito Boa'.

Para visualizar de maneira holística os resultados obtidos a partir dessa análise, em especial os relacionados aos níveis de compreensão do conhecimento químico, pode-se utilizar a ferramenta do gráfico do tipo 'radar'. De acordo com Reske Filho e De Rocchi (2008), o gráfico radar pode ser compreendido como um polígono, no qual as diagonais se constituem de coordenadas que representam índices, tornando essa ferramenta gráfica relevante para criar uma imagem do desempenho de determinado objeto analisado.

Ao observar gráficos desse estilo, tende-se a facilitar a visualização de possíveis picos de interesse quanto a abundâncias ou lacunas no aplicativo analisado. Para construir esse gráfico, pode-se utilizar uma estratégia simples de análise com base na porcentagem de respostas de cada uma das quatro HEUQ, ou seja, basta realizar um simples cálculo para determinar a porcentagem de respostas 'sim' dentro de cada um dos conjuntos de heurísticas.

Em um exemplo, como cada um dos conjuntos de heurísticas dos níveis de compreensão do conhecimento químico propostos apresentam três heurísticas, para determinar os pontos percentuais aventa-se que um aplicativo hipotético obtenha 3 respostas 'sim' para 3 possíveis (totalizando 100%) nas categorias HEUQ-1 (nível macroscópico) e HEUQ-4 (nível do elemento humano), 2 respostas 'sim' para 3 possíveis (totalizando 66,66%) na categoria HEUQ-3 (nível simbólico) e 1 resposta 'sim' para 3 possíveis (totalizando 33,33%) na categoria HEUQ-2 (nível submicroscópico). Assim, ao se dispor as porcentagens relacionadas em um gráfico radar, constitui-se um gráfico conforme presente na Figura 2.

Figura 2 – Gráfico radar de avaliação de conhecimentos químicos de um aplicativo hipotético.



Fonte: Os autores (2020).





Deste modo, ao realizar-se uma leitura primária a partir do gráfico gerado, é possível inferir que o aplicativo avaliado possui lacunas relacionadas aos níveis submicroscópico e simbólico, sendo, portanto, mais interessante, sob o ponto de vista pedagógico, a utilização desse app no ensino de conceitos que permeiam os outros dois níveis do conhecimento químico, pois estão mais bem avaliados pelo modelo proposto.

Essa ferramenta gráfica permite, também, exprimir um parecer para os próprios desenvolvedores desses aplicativos, haja vista que, ao analisar as demais heurísticas, se torna possível determinar qual direcionamento se deve ter ao realizar futuras atualizações e manutenções nesses apps. Isto se torna relevante para alunos ou professores de Química que desejam elaborar apps sobre determinado tema ou conteúdo.

## Considerações

Este estudo buscou apresentar um modelo para avaliação de aplicativos móveis no Ensino de Química, tendo como base o Modelo Heurístico de Usabilidade, integrando as heurísticas de usabilidade com heurísticas criadas para analisar os níveis de compreensão do conhecimento químico avaliado em apps desenvolvidos para uso na Química.

Foi apresentado, também, um modelo de análise de apps móveis para o Ensino de Química por meio de heurísticas de níveis de compreensão do conhecimento químico, contendo doze questões que podem auxiliar tanto professores (em atuação ou em formação) quanto desenvolvedores de aplicativos a avaliarem como estão dispostos os conhecimentos químicos dentro de determinado app.

É importante considerar que o modelo tomado como uma proposta possui algumas limitações, como, por exemplo, a ausência de testes anteriores, ou a obtenção do resultado para análise qualitativa por meio de classificação numérica, podendo o avaliador subentender que não se faz necessária uma avaliação utilizando uma visão interpretativa aguçada, quando na realidade o principal foco deste modelo é a interpretação.

Por fim, consideramos deixar como informação que pesquisas estão sendo realizadas para testagem do modelo proposto – aplicativos móveis disponíveis durante a escrita deste artigo estão sendo baixados das lojas destinadas de apps, instalados e analisados com base no modelo proposto, como parte da pesquisa de mestrado de um dos autores - visto que com o decorrer do uso no campo de estudo é que se demonstra o real potencial da pesquisa teórica.

## Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9241-11**: Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores – Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro, 2002.

CAI, S.; WANG, X.; CHIANG, F. K. A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. **Computers in Human Behavior**, v. 37, p. 31–40, 2014.



CARLO, D. D'; BARBOSA, G. A. R.; OLIVEIRA, É. R. Proposta de um Conjunto de Heurísticas para Avaliação da Usabilidade de Aplicativos Móveis Educacionais. **Revista Abakós**, v. 5, n. 2, p. 16-35, maio 2017.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOUZA, F. N.; LEÃO, M. B. C. M-learning e suas Múltiplas Facetas no contexto educacional: Uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 188-207, 2015.

ITU, International Telecommunications Union. **ITU releases 2018 global and regional ICT estimates**, 2018. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/2018-PR40.aspx>>. Acesso em 23 out. 2019.

JOHNSTONE. A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v.70, n. 9, p. 701-705, 1993.

KLEIN, V.; SANTOS, C. V.; SOUZA, D. M. Aplicativos educacionais para o ensino de química: incidência e análise em trabalhos científicos. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2018.

KNOLL, R. C. Desenvolvimento de heurísticas de usabilidade para tablets. **Caderno de Estudos Tecnológicos**, v. 2, n. 1, p. 93–109, 2014.

KUKULSKA-HULME, A.; TRAXLER, J. **Mobile Learning: A handbook for educators and trainers**. 1ª ed., New York: Routledge, 2005.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN, M. A. S. TICs no Ensino de Química: Um Recorte do “Estado da Arte”. **Revista Tecnologias na Educação**, vol. 12, n. 19, p. 1-12, 2015.

MAHAFFY, P. Moving Chemistry Education into 3D: A Tetrahedral Metaphor for Understanding Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 1, p. 49-55, 2006.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. 1ª ed., Massachusetts: Academic Press, 1993.

RESKE FILHO, A.; DE ROCCHI, C. A. Aplicação do Gráfico Radar na avaliação do desempenho das empresas de construção civil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**, Curitiba, 2008.

ROSA, F. R.; AZENHA G. S. **Aprendizagem Móvel no Brasil: gestão e implementação das políticas atuais e perspectivas futuras**. 1ª Ed., São Paulo: Zinnerama, 2015.

TRAXLER, J. Current State of Mobile Learning. In: ALLY, Mohamed. **Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training**. 1ª Ed., Edmonton: AU Press, 2009.



UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel**. 1ª Ed., Paris: UNESCO Publications, 2014.

VIEIRA, H. V. P.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SIMÕES, A. L.; ROCHA, A. S.; SOUSA, C. Perspectivas do uso de aplicativos de celular como ferramenta pedagógica para o ensino de química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 125-138, 2019.

---

**Recebido:** 09/04/2021

**Aprovado:** 18/11/2021

**Como citar:** GRANDE, J. W.; CLEOPHAS, M. G. Proposta de um modelo heurístico para avaliação de aplicativos móveis no ensino de química. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 8, e170622, 2022.

**Contribuição de autoria:**

John Wesley Grando: Conceituação, investigação e metodologia.

Maria das Graças Cleophas: Administração de projeto, supervisão e aquisição de financiamento.

**Editor responsável:** Iandra Maria Weirich da Silva Coelho

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional

