

APLICATIVOS PARA APRENDIZAGEM MÓVEL NO ENSINO DE QUÍMICA

APPS FOR MOBILE LEARNING IN CHEMISTRY TEACHING

Bruno Silva Leite
Universidade Federal Rural de Pernambuco
brunoleite@ufrpe.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo apresentar um levantamento de aplicativos para dispositivos móveis disponíveis na *Google Play*® e que podem ser utilizados no ensino de Química. Ademais, são apresentados cinco aplicativos produzidos em grupo de pesquisa que investiga e desenvolve recursos didáticos digitais para utilização no ensino de Química. Os dados apontam para uma diversidade de aplicativos disponíveis na plataforma e algumas possibilidades de uso dos aplicativos são admissíveis. Além disso, os resultados possibilitam provocar a reflexão dos professores de Química sobre a necessidade de desenvolverem práticas pedagógicas capazes de dar conta das especificidades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de Química com o uso dos aplicativos para dispositivos móveis, superando o paradigma educacional vigente e estando mais perto do contexto dos estudantes do século XXI.

Palavras-chave: Aprendizagem Móvel; Aplicativos de Química; Ensino de Química.

Abstract

This paper aimed to present a survey of applications for mobile devices available on Google Play® and that can be used in the teaching of Chemistry. In addition, five apps produced in a research group that investigates and develops digital didactics resources for use in the Chemistry teaching are presented. The data points to a diversity of app available on the platform and some possibilities of using the applications are permissible. Furthermore, the results make it possible for Chemistry teachers to reflect on the need to develop pedagogical practices capable of addressing the specificities related to the Chemistry teaching and learning process with the use of apps for mobile devices, overcoming the current educational paradigm and being closer to the context of 21st century students.

Key words: Mobile Learning; Chemistry apps; Chemistry teaching.

Introdução

As tecnologias digitais têm modificado as práticas tradicionais da educação fazendo uso, em alguns casos, de inovações que têm modificado as formas de significação e interpretação. Seu uso na educação é, na verdade, um aspecto particular de um fenômeno muito mais amplo, relacionado com o papel dessas tecnologias na sociedade atual. Muitas partes interessadas da sociedade dedicam seu tempo para melhorias contínuas no ensino, e o

uso das tecnologias digitais é uma dessas. Por outro lado, não devemos cair no encantamento de que o uso de uma determinada tecnologia por si só promoverá um aumento ou melhoria instantânea na educação ou em qualquer outro ambiente.

O acesso à informação e as aptidões necessárias para transformar informação em conhecimento se tornaram os impulsionadores do desenvolvimento social, pessoal e econômico. Contudo, o advento da utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino pode estar gerando uma expectativa, talvez exagerada, de que estes novos ambientes garantirão uma excelência na aprendizagem. Acreditamos, entretanto, que a mera “transfiguração” de uma roupagem antiga, para a utilização de recursos tecnológicos de ponta, terá que vir acompanhada de uma profunda discussão e análise das estratégias metodológicas, que possam ajudar na construção de uma aprendizagem significativa. A tecnologia contribui bastante em termos científicos, na comunicação, no lazer, no processamento de dados e na busca do conhecimento.

Durante metade do século XIX até o início do século XXI todo bom professor tinha de ter um quadro negro em sua sala, era o recurso que contribuía para as aulas. Contudo, para a geração que faz uso das tecnologias digitais, o quadro já não é um recurso tão atrativo. É preciso que o professor busque inovar e incorporar em sua prática diferentes Recursos Didáticos Digitais (RDD). Porém, não basta o estudante ter contato com os diversos RDD que ele irá aprender automaticamente é preciso que o professor seja o mediador no processo de aprendizagem. O professor ao utilizar as tecnologias digitais com seus estudantes pode ensinar a selecionar, analisar, criticar, comparar, avaliar, sintetizar, comunicar, informar. Esses são processos de pensamento complexos que o professor mediador pode fazer uso, para que seus estudantes construam seu conhecimento. Assim, ocorre a passagem da informação para o conhecimento (LEITE, 2015). Consideramos que, as tecnologias e seus aplicativos por si só não trarão mudanças efetivas, se não vierem acompanhadas de propostas metodológicas que valorizam a construção do conhecimento e de sua importância na realidade social do estudante.

A utilização de estratégias com uso de tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem vem provocando, dentre outras, reflexões relativas à forma de se ensinar e de se aprender neste contexto. São muitos os recursos e estratégias que se utilizam das TDIC como suporte para a construção de conhecimento (LEITE, 2018; 2019). Percebe-se entretanto, que a cada dia as TDIC são incorporadas como RDD ao processo pedagógico sem uma devida discussão pedagógica. Infelizmente, muitas vezes esta utilização não está sendo acompanhada de um processo amplo de discussão dos aspectos teóricos e práticos

envolvidos (LEÃO, 2011). Entendemos que para que as TDIC possam trazer alterações no processo educativo, elas precisam ser compreendidas e incorporadas pedagogicamente (LEITE, 2015).

Entre todas as tecnologias criadas, aquelas relacionadas com a capacidade de representar e transmitir informação, as TDIC, revestem-se de uma especial importância, porque afetam praticamente todos os âmbitos de atividade das pessoas, desde as formas e práticas de organização social até o modo de compreender o mundo, de organizar essa compreensão de transmiti-la para outras pessoas (COLL, MONEREO, 2010). As TDIC têm sido sempre, em suas diferentes fases de desenvolvimento, instrumentos para pensar, aprender, conhecer, representar e transmitir para outras pessoas e para outras gerações os conhecimentos adquiridos (COLL, MARTÍ, 2004). A utilização dos RDD não deve ser considerada simplesmente como um mero recurso didático, devemos entender que o mesmo influencia decisivamente no modo que se constrói o conhecimento.

A utilização das TDIC, como por exemplo, os recursos da chamada Web 2.0, podem além de redefinir as competências necessárias a sua atuação, contribuir na construção do conhecimento por parte de seus estudantes (GRANÉ, WILLEM, 2009; LEÃO, 2011; LEITE, 2015). A Web 2.0 é a segunda geração de serviços on-line e se caracteriza por potencializar as formas de publicação, compartilhamento e organização de informações, além de ampliar os espaços para a interação entre os participantes do processo. A Web 2.0 refere-se não apenas a uma combinação de técnicas informáticas, mas também a um determinado período tecnológico, a um conjunto de novas estratégias mercadológicas e a processos de comunicação mediados pelo computador. Com o destacado aumento da utilização das ferramentas tecnológicas nos diversos setores e espaços da sociedade, e por sua capacidade de comunicação através da linguagem, o homem inventa e reinventa formas de se comunicar, seja através da escrita, da oralidade, dos gestos, das imagens (LEITE, 2015). Além de novas ou potencializadas formas de publicação e circulação de informações, a Web 2.0 potencializa a livre criação e organização distribuída de informações compartilhadas através de associações mentais.

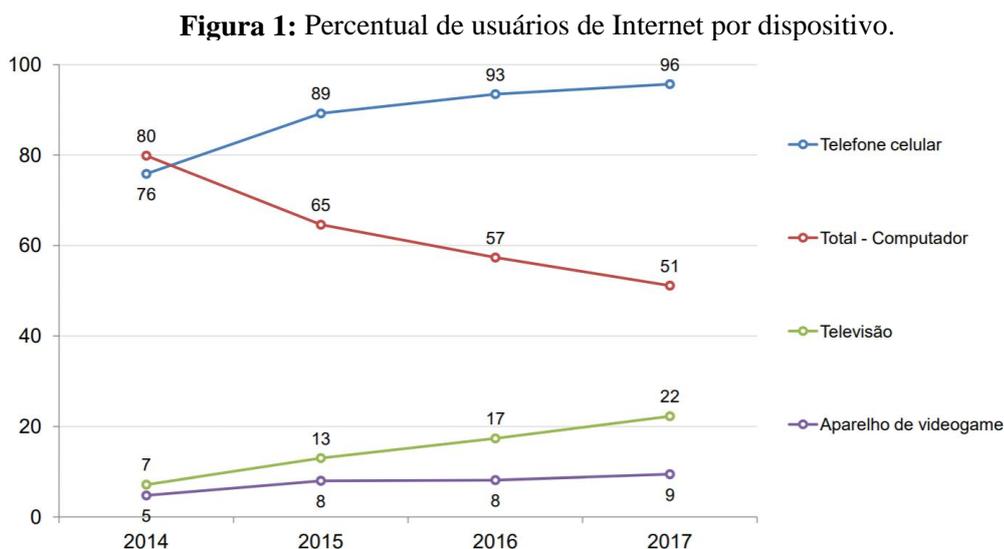
Neste sentido, uma das estratégias que podem potencializar o uso dos recursos da Web 2.0 no ensino é o *Mobile Learning* (Aprendizagem Móvel), que seria a incorporação de dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem. Uma vez que a disseminação das tecnologias móveis com conexão sem fio à Internet trouxe novas possibilidades de uso contínuo das TDIC, ela amplia o potencial de acesso, criação e circulação da informação,

interação, participação social e integração à educação formal, não formal e informal, acenando com novas possibilidades para a diminuição da exclusão digital (CGI.BR, 2016).

Embora a literatura atual identifique uma longa lista de possíveis campos em que os dispositivos móveis possam ser aplicados, nos concentramos no uso destes na educação, na qual recebeu uma atenção especial ao longo dos últimos anos. Neste trabalho realizamos uma pesquisa para identificar aplicativos para dispositivos móveis com potencial para o Ensino de Química. Além disso, apresentamos alguns aplicativos produzidos em nosso grupo de pesquisa. Nesse levantamento discutiremos sobre alguns pressupostos para a utilização dos recursos disponíveis dos dispositivos móveis no ensino de Química, suas funções e possíveis aplicações. Antes disso, apresentamos uma breve discussão sobre o conceito de aprendizagem móvel e expomos alguns trabalhos no ensino de Química com esta temática.

Aprendizagem Móvel

Os Recursos Didáticos Digitais com potencial para ser utilizado na educação surge cada vez mais associada aos dispositivos móveis (DM) ou Tecnologias Móveis ou sem fio (TMSF), em sua grande maioria são apresentados na forma de aplicativos para *tablets* e *smartphones*. Destaca-se que os *smartphones* são os DM mais utilizados para acessar a internet, superando o computador (Figura 1).



Fonte: CGI.BR, 2017.

O uso de aplicativos para os DM implica em uma série de demandas, entre elas, é preciso que o acesso à internet tenha uma melhor infraestrutura; ampliação dos tradicionais

espaços dedicados à formação, alargando significativamente o conceito de “sala de aula” (NICHELE, SCHLEMMER, 2013) além de melhorias na formação técnico-didático-pedagógica do docente. Os DM também apresentam diversas vantagens, a mobilidade apresenta-se como a principal. O baixo custo e a popularidade também são vantagens bastante atraentes destas tecnologias. Os dispositivos móveis apresentam uma grande heterogeneidade no que diz respeito às formas de comunicação, sendo principalmente as sem fio, que são responsáveis pela mobilidade do usuário. Dentre as mais comuns nos dispositivos atuais, estão o *Bluetooth*, *Wi-fi* e *GPRS*.

A Aprendizagem Móvel (*Mobile Learning* ou *m-learning*), segundo Dochev e Hristov (2006), é o emprego de tecnologias específicas que diferenciam a aprendizagem móvel de outras aprendizagens eletrônicas (*e-learning*). Segundo a UNESCO (2013) a Aprendizagem Móvel envolve o uso de tecnologias móveis para possibilitar a aprendizagem *anytime* e *anywhere*. Sua definição envolve a utilização de equipamentos de informação e comunicação móveis e sem fio em processos de aprendizagem, mas não se resume a isso. A Aprendizagem Móvel é considerada um paradigma emergente, relacionado com três tecnologias: poder de computação do ambiente, comunicação do ambiente e desenvolvimento de interfaces inteligentes do usuário (DOCHEV, HRISTOV, 2006). Segundo Leite (2014, p. 59), a aprendizagem móvel pode ser

“qualquer tipo de aprendizagem que ocorre quando o estudante não está em um local estático e estipulado, ou no momento em que a aprendizagem acontece quando o estudante ‘tira’ vantagem das oportunidades de aprendizagem oferecidas por tecnologias móveis”.

A aprendizagem móvel pode ajudar a potencializar experiências de aprendizagens presenciais. Nessa perspectiva Traxler (2011) aponta para cinco situações em que a aprendizagem móvel pode fazer diferença na aprendizagem dos estudantes: 1) Aprendizagem contingente: em que os estudantes podem reagir e responder ao seu ambiente e às suas experiências de mudança, em que as oportunidades de aprendizagem e ensino não são mais pré-determinadas de antemão. Por exemplo, os estudantes podem

“reunir e processar dados de trabalho de campo *in situ* em tempo real em viagens de campo geográficas e, em seguida, acompanhar instantaneamente com novas investigações com base em suas próprias descobertas, palpites ou curiosidade” (TRAXLER, 2011, p. 6);

2) Aprendizagem situada: a aprendizagem ocorre em ambientes que tornam a aprendizagem significativa. Os estudantes podem aprender em “estudos religiosos enquanto

visitam templos, mesquitas, igrejas e/ou sinagogas, podem aprender sobre a biodiversidade de peixes enquanto no mar ou aprender uma língua estrangeira na comunidade estrangeira apropriada” (TRAXLER, 2011, p. 6). Na aprendizagem situada a aprendizagem ocorre no decorrer da atividade, em contextos apropriados e significativos; 3) Aprendizagem autêntica: em que as tarefas de aprendizagem estão relacionadas aos objetivos de aprendizagem que se deseja atingir. Um exemplo seria “fazer cálculos de medicamentos nas enfermarias do hospital” (TRAXLER, 2011, p. 6). Este tipo de aprendizagem envolve problemas e projetos do mundo real que são relevantes e interessantes para o estudante. Segundo Traxler (2007), a aprendizagem deve ser baseada em tarefas autênticas, em que os estudantes devem estar envolvidos na exploração e investigação, tendo oportunidades para o discurso social e que amplos recursos devem estar disponíveis para os estudantes enquanto buscam problemas significativos; 4) Aprendizagem consciente do contexto: em que a aprendizagem é informada pela história, arredores e ambiente do estudante. A aprendizagem móvel baseada no contexto ocorre quando os estudantes em um “local específico, por exemplo, em frente a uma pintura ou árvore, podem acessar automaticamente mais material de fundo na forma de áudio, vídeo, questionários e interações para enriquecer sua compreensão e experiência do local ou evento” (TRAXLER, 2011, p. 7); 5) Aprendizagem personalizada: envolve os interesses, preferências e habilidades individuais dos estudantes. Ela inclui reconhecer diferentes estilos e abordagens de aprendizagem, diferenças sociais, cognitivas e físicas e diversidade.

No ensino baseado na aprendizagem móvel, utilizamos dispositivos móveis sem fio para promover a comunicação e interação on-line entre sujeitos e destes com o seu contexto. Entendemos que a informação nos dispositivos móveis é acessível, o que faz com que se torne mais ‘presente’ em qualquer tempo e espaço, pois não são necessários sequer fios para acessá-la e é muito mais prático e simples acessá-la em função da portabilidade das tecnologias. Podemos inferir que a aprendizagem móvel pode favorecer a inclusão tecnológica no ambiente educativo. A aprendizagem móvel utiliza o potencial da portabilidade dos DM e da mobilidade dos sujeitos para o processo de ensino e aprendizagem, tendo a ubiquidade como sua principal característica. Saccol e colaboradores (2010) destacam que

a mobilidade física, a tecnológica, a conceitual, a sociointeracional e a temporal (...) propiciam maior facilidade de acesso à informação. Isso pode propiciar maior autonomia ao sujeito, visto que, além de acessar ou capturar dados onde quer que eles se encontrem, é possível transformá-los

grande acolhimento para seu uso nas práticas pedagógicas. As características destes dispositivos móveis estão a contribuir para o aparecimento de novos contextos de aprendizagem. Moura (2012, p. 133) apresenta algumas vantagens do *tablets*, que podem ser estendidas aos *smartphones*, em ambiente educativo, tais como:

- ✓ Acesso a informação atualizada;
- ✓ Promoção de uma aprendizagem ativa e participativa;
- ✓ Aumento da aprendizagem personalizada;
- ✓ Impulso da mobilidade na educação, evitando que os estudantes carreguem os livros e possam aprender em qualquer contexto;
- ✓ Incremento da distribuição de conteúdos, pelas possibilidades ilimitadas para receber conteúdos educativos;
- ✓ Acréscimo de interação social durante a aprendizagem;
- ✓ Adequação para a educação especial.

Os *tablets* estão preenchendo uma lacuna entre os *smartphones* e os computadores portáteis, criando uma nova categoria de dispositivos móveis, rapidamente aceito pelos estudantes. Quando utilizamos todo o potencial dos dispositivos móveis (principalmente dos *smartphones* e *tablets*), estes podem ser considerados um estúdio pessoal de aprendizagem (*Personal Learning Studio*). Além disso, é possível transformar os DM num laboratório de ciências, numa estação de pesquisa e arquivo, num laboratório virtual, entre outros.

A computação móvel é um paradigma que surgiu da necessidade de ter acesso à informações e recursos independentemente de onde o usuário esteja localizado, podendo este mover-se e continuar visualizando conteúdo, caracterizando a mobilidade. Neste sentido, na aprendizagem móvel, o quesito mobilidade deve estar intrínseco ao processo de aprendizagem, isto é, a aprendizagem não pode ser contida por limitações de infraestrutura do ambiente em que o indivíduo esteja por exemplo. De uma maneira mais simplificada podemos dizer que a aprendizagem móvel contribui para a aprendizagem sem hora e nem local pré-estabelecidos.

Devido à grande difusão das tecnologias, observamos uma tendência dos computadores pessoais (PC) serem substituídos cada vez mais por dispositivos menores que permitam a mobilidade, que neste caso, são os dispositivos móveis. Cabe ressaltar que, a aprendizagem móvel tem permitido que o aprendizado através dos DM seja comum e importante na sociedade moderna, na qual as pessoas estão em busca de métodos que permitam um ganho de produtividade em um tempo cada vez menor. E com os dispositivos

móveis, isso é possível, pois os usuários podem estar conectados a qualquer momento e em qualquer lugar.

Aprendizagem Móvel no ensino de Química

A utilização da aprendizagem móvel no ensino de Química já vem ocorrendo há alguns anos, em que os professores têm incorporado os DM no intuito de auxiliar suas atividades pedagógicas. Segundo a pesquisa do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.Br), em 2015, o percentual de professores que utilizavam o celular para acessar a Internet subiu em relação ao último ano da pesquisa, saindo de 66%, em 2014, para 85%, em 2015 (CGI.BR, 2016). No ensino de Química, existem diversos trabalhos disponíveis na literatura que apresentam possibilidades de uso e estratégias com os DM. Apresentamos para cada ano (desde 2014, considerando a pesquisa do CGI.Br) artigos em periódicos que discutem e têm como temática a aprendizagem móvel no ensino de Química.

Os primeiros artigos em língua portuguesa publicados em periódicos sobre a aprendizagem móvel no ensino de Química, conforme pesquisa avançada no *Google* acadêmico, ocorreram em 2014, em uma destas, Leite (2014) apresenta uma estratégia de utilização dos celulares por estudantes do ensino médio para aprenderem alguns conceitos sobre a termoquímica. Na proposta os estudantes pesquisaram no celular definições de calor, debateram entre si sobre cada conceito encontrado e posteriormente apresentaram suas percepções em um seminário para toda a turma. Os resultados da pesquisa mostram uma postura favorável dos estudantes frente à utilização dos DM em sala de aula.

No ano de 2015, Nichele, Schlemmer e Ramos (2015) apresentaram uma estratégia de uso do *QR Code* para o ensino de Química. Na pesquisa as autoras apresentam a socialização de vídeos elaborados por estudantes e professores de Química sobre técnicas básicas de laboratório. Os *QR Codes* produzidos estavam disponíveis e foram introduzidos nos roteiros de aulas práticas de uma disciplina de um curso de Licenciatura em Ciências das Natureza.

Já em 2016 Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2016), tinham como objetivo conhecer aplicativos para o ensino de Química observando suas características e possibilidades de utilização, investigando os aplicativos disponíveis em plataformas gratuitas no período de 2012 a 2016. Os autores indicam que no período da pesquisa ocorreu um aumento no número de aplicativos disponíveis nas plataformas analisadas e que estes devem ser utilizados no ambiente educativo. Esses dados corroboram com os dados recentes

da pesquisa de Santos e Leite (2019), que mostram o crescente aumento de aplicativos para o ensino de Química e que sua incorporação deve ocorrer por meio de estratégias planejadas pelo professor.

Em 2017, Ferreira (2017) realizou uma pesquisa com professores de Química que atuam em escolas da rede pública do estado do Paraná inferindo que a inserção dos DM no ensino de Química é utópica, pois os professores apresentavam dificuldades e desconhecimentos sobre o tema. É preciso compreender que este trabalho, por se tratar de um estudo de caso, não pode ser generalizado. Uma vez que outros trabalhos têm demonstrado que o uso dos DM no ensino de Química é possível, como observamos nos trabalhos anteriores e veremos nos exemplos a seguir.

No ano de 2018, Lima, Sá e Vasconcelos (2018) discutem sobre a utilização de um aplicativo para celular desenvolvido para professores e estudantes de Química, de modo a contribuir no processo de ensino e aprendizagem. O aplicativo (QUIMITICS) dispõe de alguns recursos didáticos digitais disponíveis na internet de fácil acesso, em língua portuguesa e relacionados ao ensino de Química. Além disso, a pesquisa discute a aplicação do aplicativo com estudantes de Química que apresentaram propostas para sua utilização. Ao final da pesquisa os autores entendem que o aplicativo “se apresenta com repositório em potencial para ser usado nas aulas de química” (LIMA; SÁ; VASCONCELOS, 2018, p. 10).

Em 2019 com o intuito de apresentar a contribuição de jogos educativos no processo de ensino e aprendizagem de funções orgânicas, Araújo, Bizerra e Coutinho (2019) destacam uma experiência com quatro aplicativos para serem utilizados na resolução de exercícios relacionados à disciplina de Química orgânica. Segundo os autores o uso dos aplicativos, quando planejados, podem contribuir positivamente para a motivação e interesse dos estudantes durante as aulas.

Por fim, em 2020, Almeida, Marcelino e Machado (2020), selecionaram aplicativos para serem aplicados em aulas de Química para o primeiro ano do Ensino Médio. Os aplicativos selecionados foram avaliados por licenciandos de Química durante um minicurso. Os autores relatam a dificuldade de se encontrar em um único aplicativo todos os requisitos desejáveis, apresentando 12 aplicativos considerados (por eles) adequados para serem adotados em sala de aula.

Percurso metodológico

Para nossa pesquisa exploratória, adotamos o papel de “observador total” (LÜDKE, ANDRÉ, 2012). Segundo as autoras o observador total é aquele em que “o pesquisador não interage com o grupo observado. Neste papel ele pode desenvolver a sua atividade de observação sem ser visto, ou pode estar na presença do grupo sem estabelecer relações interpessoais” (p.29).

No contexto deste trabalho optamos por utilizar como fonte os aplicativos disponíveis na *Google Play*® (<https://play.google.com>), desenvolvido pelo *Google Inc.* para que seus usuários pudessem navegar e fazer *download* dos aplicativos (*Apps*) de seus dispositivos móveis com sistema operacional *Android*; optamos por ele porque o sistema *apk (Android)* é o mais comum entre os *tablets* e *smartphones* utilizados por professores e principalmente entre os estudantes (SANTOS, LEITE, 2019; LEITE, 2020a). Buscamos identificar neste ambiente os objetivos e os temas presentes dos aplicativos disponibilizados. Com o intuito de conhecer os aplicativos com potencial para ser utilizado no Ensino de Química, disponíveis na *Google Play*®, efetuamos buscas pela palavra “Química” e “*Chemistry*”. A opção pela versão em língua inglesa e em língua portuguesa para a mesma palavra de busca deveu-se ao pressuposto de que um número superior de aplicativos estaria disponível em língua inglesa, entretanto, tendo nosso olhar na utilização por professores e estudantes residentes no Brasil, os aplicativos em língua portuguesa seriam mais convenientes para nossa discussão, nossa prioridade no estudo.

Acreditamos que o número de aplicativos resultante de nossa pesquisa a partir da busca destas duas palavras na loja virtual nos permite presumir o quão evoluído está o desenvolvimento de aplicativos para a área de Química, em nosso idioma, e que possam ser utilizados para fins educacionais (estando esse pressuposto presente na sua criação ou não). O levantamento consistiu em encontrar aplicativos com potencial para uso no Ensino de Química, e que não necessariamente tenham sido desenvolvidos com esta finalidade.

Resultados e Discussão

No levantamento inicial percebe-se que são inúmeros os aplicativos disponíveis na *Google play*®, a cada busca o limite para exibição para cada palavra chave é de 250 aplicativos. Independentemente do tipo de escolha na pesquisa (gratuito, pago, Química, *Chemistry*) os resultados exibidos são limitados em 250 *Apps*, porém este número não representa o total de aplicativos disponíveis na plataforma, o que nos leva a conjecturar que

há uma vasta lista de aplicativos disponíveis na *Google play*® para dispositivos móveis, inviabilizando o conhecimento do total de aplicativos disponíveis. Além disso, o processo para disponibilização de aplicativos no formato *apk* por desenvolvedores na *Google play*® é simples e sem filtros, isto é, qualquer usuário/desenvolvedor pode elaborar o aplicativo e disponibilizar na plataforma sem restrições.

Em nosso levantamento foi percebido que existem muitos aplicativos para cálculos estequiométricos e tabelas periódicas. Embora o mecanismo de busca da *Google Play*® seja rudimentar, isto é, não oferece filtros durante a busca (bem diferente do *Google Acadêmico* que permite filtrar a busca), exigindo do pesquisador maior atenção e cuidado durante as buscas com o descritor selecionado, foi possível observar a diversidade de *Apps* disponíveis na plataforma. O Quadro 1 apresenta os tipos de aplicativos observados, os objetivos (geral por tipo) dos aplicativos disponíveis para Química e qual foi o mais baixado por cada tipo de aplicativo (incluindo o número aproximado de downloads no período da pesquisa).

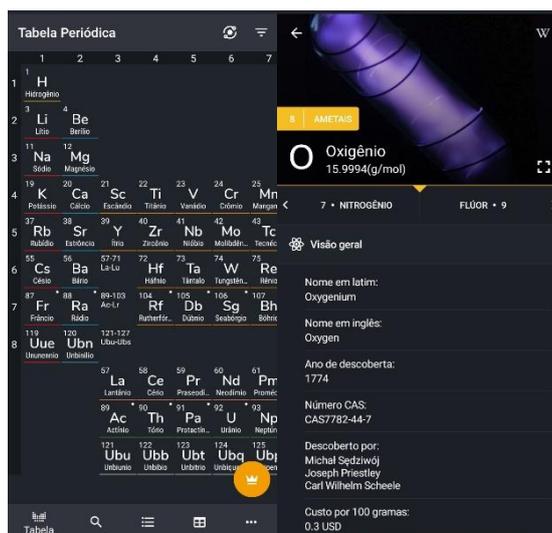
Quadro 1: Objetivos de alguns aplicativos disponíveis na *Google play*®.

Tipo de aplicativo	Objetivo geral dos aplicativos	Apps nº de downloads
Tabela periódica	Fornecer dados e informações sobre os elementos químicos	Tabela Periódica 2020 – Química +5.000.000
Cálculos químicos	Resolução de questões envolvendo soluções, relação entre fórmulas químicas	<i>Chemistry Calculator</i> +100.000
Quiz de química	Disponibilizar quiz com perguntas, simulados e provas envolvendo conceitos químicos	Quiz Tabela Periódica +1.000.000
Jogos	Jogos envolvendo conteúdos de Química	Atomas +5.000.000
Dicionários químicos	Descrição de termos químicos e definições	Dicionário de Química Offline +100.000
Nomenclatura	Apresentar as nomenclaturas dos compostos químicos	<i>IUPAC Nomenclature For Class 12 Chemistry</i> +100.000
Fórmulas químicas	Apresentar as fórmulas dos compostos químicos	<i>Chemistry Formula</i> +500.000
Reações químicas	Simulação e descrição de reações químicas	Reações químicas +50.000
Laboratório Químico	Conhecer os materiais utilizados no laboratório, por exemplo, vidrarias e reagentes	<i>BEAKER - Mix Chemicals</i> +1.000.000
Estruturas Químicas	Apresentar estruturas químicas de diferentes compostos	Aminoácidos - As estruturas químicas e abreviações +100.000
Inorgânica	Fórmulas, nomenclatura, equações e resoluções de conceitos envolvendo a inorgânica	Ácidos, íons e sais inorgânicos - Quiz de química +100.000
Físico-química	Fórmulas, simulações e resoluções de conceitos envolvendo a físico-química	Química-Física +100.000
Orgânica	Aplicativos que simulam estruturas e reações orgânicas, nomenclatura e funções	Funções orgânicas em química orgânica - O teste +500.000

Dentre as centenas (ou milhares) de aplicativos referentes aos critérios utilizados nesta pesquisa em relação às palavras chaves (Química e *Chemistry*) apresentamos um breve resumo das funcionalidades dos mais baixados na Google Play® e descritos no Quadro 1, contemplando cada tipo de usabilidade do aplicativo. Como critério de seleção destes aplicativos, relacionamos os mais baixados pelos usuários na plataforma. Ao final, apresentamos cinco (05) aplicativos que foram produzidos no intuito de oferecer aos estudantes de Química aplicativos que não contemplam diretamente as temáticas identificadas neste levantamento.

O primeiro tipo de aplicativo a ser descrito refere-se sobre a tabela periódica. O *App* nomeado **Tabela Periódica 2020 – Química** (Figura 3a) tem mais de cinco milhões de downloads e pode ser baixado gratuitamente. Nele é possível ao usuário acessar informações atualizadas sobre qualquer um dos elementos da tabela periódica, suas propriedades, com links direcionados para a Wikipédia para complementação das informações sobre o elemento analisado e ferramenta de busca por elemento. É possível filtrar a busca em dez categorias. O *App* fornece uma tabela de solubilidade, a distribuição dos orbitais por camadas, série eletroquímica, principais indicadores ácido-base, espectro de emissão, eletronegatividade e algumas constantes de equilíbrio. Ao selecionar um elemento, por exemplo o oxigênio, o *App* apresenta uma visão geral sobre o elemento, com informações sobre o nome, ano de descoberta, número CAS (*Chemical Abstracts Service*), quem descobriu o elemento, preço por 100 gramas do elemento, camada de elétrons (com uma simulação sendo visualizada), número de elétrons, prótons e nêutrons, número atômico, densidade, predominância, dentre outras funções (Figura 3b).

Figura 3: (a) Página inicial do aplicativo. (b) Visualização do elemento oxigênio no *App*.



No que se refere aos cálculos químicos o aplicativo **Chemistry Calculator** foi o que apresentou maior número de downloads durante a busca. Este aplicativo (em inglês) auxilia os estudantes na resolução de operações básicas que poderiam levar mais tempo para serem realizadas com uma calculadora. No *App* é possível realizar cálculos de: massa molar; composição percentual de massa e molar; solubilidade; fórmula empírica.

Dos diversos aplicativos envolvendo Quiz, o **Quiz Tabela Periódica** destaca-se por sua interatividade e facilidade no uso. O quiz desafia os estudantes a responderem perguntas que cobrem diversos assuntos relacionados à Química e a cada nova partida mais conhecimentos são apresentados. O aplicativo pretende que o estudante memorize os símbolos dos elementos químicos, seus grupos, períodos, blocos e números atômicos, sendo possível avaliar o desempenho comparando a pontuação obtida com a dos melhores jogadores em um ranking on-line.

O jogo **Atomus** é um jogo de quebra-cabeça (em inglês) que inicia com átomos de hidrogênio e o usuário ao realizar a fusão de dois átomos de hidrogênio forma um átomo de hélio. Em seguida, deve-se juntar dois átomos de hélio e formar um átomo de lítio e assim por diante. O objetivo do jogo é que o jogador crie elementos valiosos como ouro, platina e prata. Atomus oferece quatro modos de jogo diferentes, 124 átomos diferentes para criar e 12 amuletos diferentes.

O **Dicionário de Química Offline** é um aplicativo gratuito com descrições sobre diversos conteúdos químicos, contendo diversas definições básicas e avançadas sobre os termos químicos. Todos os termos estão listados em ordem alfabética, com mecanismo de busca, fácil de navegar. Já o **IUPAC Nomenclature For Class 12 Chemistry** é um

aplicativo que disponibiliza (em inglês) as nomenclaturas dos compostos químicos orgânicos fornecendo testes e explicações com exemplos sobre os compostos apresentados.

No **Chemistry Formula** são disponibilizadas diversas fórmulas químicas (em inglês), mecanismo de reação e equações para os estudantes. O *App* abrange as fórmulas presentes em diversas subáreas da Química, como a: inorgânica, orgânica e físico-química.

O aplicativo **Reações Químicas** fornece uma lista de reações que os estudantes e professores podem consultar. Ao clicar na reação abre-se uma página da Wikipédia com a explicação da referida reação selecionada. O aplicativo também oferece acessibilidade ao disponibilizar uma função para leitura do texto, além de ser possível salvar algumas reações em pastas específicas.

Em relação aos aplicativos sobre laboratório de Química, o aplicativo **BEAKER - Mix Chemicals** transforma seu dispositivo móvel em um laboratório virtual para experimentar com mais de 150 produtos químicos (em inglês). Nele é possível segurar, agitar, aquecer, tampar, derramar e adicionar produtos químicos.

No que diz respeito as Estruturas Químicas, o *App* **Aminoácidos - As estruturas químicas e abreviações** tem se destacado entre os mais baixados na plataforma da *Google Play*®. O *App* fornece as estruturas de aminoácidos possibilitando aos estudantes conhecerem suas estruturas e nomes.

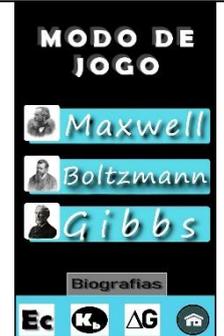
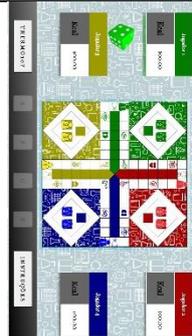
Quando se trata da Química inorgânica, o aplicativo **Ácidos, íons e sais inorgânicos - Quiz de química** disponibiliza aos estudantes a possibilidade de aprender os nomes e fórmulas de todos os ácidos inorgânicos importantes, íons poliatômicos e seus sais. Ademais, o *App* fornece jogos, questionários, quiz, dentre outras funcionalidades para discutir os conteúdos envolvendo a Química inorgânica.

O aplicativo **Química-Física** fornece uma lista de conteúdos e termos relacionados a Físico-Química para que estudantes e professores consultem. Ao clicar no termo uma página da Wikipédia é aberta com uma explicação do termo consultado. No aplicativo é possível editar e salvar os conteúdos em pastas específicas, além de fornecer uma função de leitura do texto que está sendo apresentado no aplicativo.

O aplicativo **Funções orgânicas em química orgânica - O teste** é um dos mais baixados na *Google Play*®, principalmente por estudantes de química orgânica. O *App* disponibiliza 80 grupos funcionais, as classes dos compostos orgânicos (aminas, amidas, nitrilas etc.) e de biomoléculas (ácidos nucleicos, carboidratos, lipídeos etc.). No aplicativo é possível jogar ou realizar um teste (com questões de múltipla escolha, questionários etc.).

Considerando os dados obtidos no levantamento (Quadro 1) apresentamos a seguir cinco aplicativos (Quadro 2) que foram desenvolvidos em nosso grupo de pesquisa (LEUTEQ – Laboratório para Educação Ubíqua e Tecnológica no Ensino de Química) no intuito de complementar e oferecer aos estudantes de Química, outros aplicativos para a construção do conhecimento.

Quadro 2: Aplicativos desenvolvidos no LEUTEQ.

Quizmica – Radioatividade	Quizmica – Termodinâmica	Memoráveis Nobéis da Química	FoQ1 Química	Thermo10
				

O QUIZMICA é uma série de Quiz que tem como objetivo proporcionar aos estudantes avaliarem seus conhecimentos em Química. A proposta do Quizmica é fornecer uma série de *Apps* com diversos conteúdos relacionados com a Química para que possibilite a construção do conhecimento Químico por parte dos estudantes. O primeiro aplicativo desenvolvido pelo grupo foi o **Quizmica – Radioatividade** é baseado na clássica mecânica de perguntas e respostas conhecida como Quiz. Ele funciona de maneira off-line e para jogá-lo não é preciso estar conectado à Internet. O aplicativo apresenta 3 níveis de dificuldades que estão associados a três cientistas (Antoine Henri Becquerel, Ernest Rutherford e Marie Curie) que contribuíram para o desenvolvimento da Radioatividade, sendo Becquerel o nível mais fácil, Rutherford o nível intermediário e Curie o nível mais complexo (SANTOS, LEITE, 2019). Constituído de diversos elementos dos games, como *ranking*, níveis, personificação e pontuação, o Quizmica – Radioatividade é um recurso útil para estudantes que queiram revisar ou aprender conteúdos de radioatividade de forma dinâmica, interativa e desafiadora (SANTOS, LEITE, 2019). Além disso, este aplicativo servirá de alternativa para professores que queiram inovar por meios de estratégias lúdicas e motivadoras no processo de ensino e aprendizagem.

Já o **Quizmica – Termodinâmica** propõe que os estudantes aprendam os conceitos relacionados com as Leis da termodinâmica e sobre Equilíbrio dinâmico. Seu objetivo é

contribuir no processo de ensino e aprendizagem da termoquímica, além de proporcionar uma boa jogabilidade e imersão para os estudantes. O aplicativo é dividido em 3 níveis de dificuldade: O primeiro nível Maxwell apresenta conteúdos relacionados a 1ª Lei da termodinâmica; o segundo nível Boltzmann tem conteúdos envolvendo a 2ª e 3ª Lei da termodinâmica; o terceiro nível Gibbs relaciona os conteúdos sobre Equilíbrio.

O aplicativo **Memoráveis Nobéis da Química** é um jogo da memória sobre os laureados com o Nobel de Química (LEITE, 2020). O jogo apresenta quatro níveis, os três primeiros níveis têm 10 cientistas que receberam o prêmio Nobel de Química, sendo 5 homens e 5 mulheres. No último nível são acrescentados 5 cientistas considerados os “pais na Química” (Pai da Química Moderna; Pai da Química orgânica; Pai da físico-química; Pai da Tabela Periódica; Pai da termodinâmica). No jogo é possível engajar, motivar, desafiar os jogadores a participarem de forma mais ativa proporcionando o desenvolvimento de determinadas habilidades e comportamentos, contribuindo para seu raciocínio (LEITE, 2020).

O quarto aplicativo desenvolvido foi o **FoQ1 Química** que tem como intuito auxiliar os estudantes de Química nos estudos de Fórmulas, Equações e Modelos Matemáticos Aplicados na Química (FEMAQ). O aplicativo conta com seis tópicos (Grandezas Físicas; Leis Ponderais; Representação Atômica; Estequiometria; Modelos Quantitativos da Química; Comportamento Físico dos Sistemas Gasoso) que foram escolhidos por fazerem parte do conteúdo curricular do primeiro ano do ensino médio, ou seja, são basilares para o estudo de Química, pois carregam em seus conceitos, definições e aplicações do uso de FEMAQ. O FoQ1 Química é um aplicativo que tende a colaborar com os estudos em diversos espaços com os mais variados objetivos, direcionando a temas específicos, oportunizando a autonomia da aprendizagem do usuário.

Por fim, o aplicativo **Thermo10** é um jogo digital inspirado no Ludo (uma versão ocidental popular do jogo hindu *Pachisi*) que tem a finalidade de auxiliar os professores e estudantes, principalmente da educação básica, de forma lúdica e prazerosa nos processos de ensino e aprendizagem relacionados aos conceitos da Termoquímica. O jogo (que também tem uma versão on-line e *desktop* disponível) busca trabalhar com os conceitos de calor e temperatura, considerados como abstratos, que são fundamentais para que o educando compreenda de modo significativo os processos termoquímicos endotérmicos e exotérmicos. Esses conceitos são de grande relevância, uma vez que tem dimensão interdisciplinar, sendo visto nas ciências exatas, biológicas e engenharias, além de estar presente no dia a dia dos estudantes. No Thermo10 os conceitos relacionados à absorção

(processos endotérmicos) e liberação (processos exotérmicos) de energia, além de outros envolvendo a termoquímica, são apresentados, principalmente, através de três casas especiais: 1) Quitanda: que permite o estudante calcular a energia dos alimentos, sabendo diferenciar entre carboidratos, lipídeos e proteínas e a quantidade de quilocalorias obtida na ingestão destes alimentos; 2) Quiz: os conteúdos da termoquímica são explorados por meio de perguntas (60 no total); 3) Dicas: que contemplam os conteúdos discutidos durante o jogo e buscam auxiliar os estudantes a terem um conhecimento prévio para responderem às possíveis perguntas. São 21 dicas que aparecem durante o jogo de forma aleatória.

Cabe ressaltar que, todos os aplicativos produzidos no grupo LEUTEQ podem ser encontrados e baixados gratuitamente na Google Play® pelo link: <http://bit.ly/leuteqapps>.

Considerações finais

A partir do que foi apresentado nessa pesquisa, é possível compreender a importância e o lugar que os aplicativos para dispositivos móveis podem ocupar no contexto educacional atual, embora ainda existam professores que se manifestem contrário ao seu uso, pois acreditam que eles podem representar momentos de distração e, portanto, não são “adequados” para o ensino de Química. Além disso, um dos maiores desafios da Aprendizagem Móvel está na formação docente, pois é necessário que o professor perceba e se “ambiente” no mundo digital, a fim de que possa melhor compreender as potencialidades que representam para repensar os processos de ensino e aprendizagem.

Um dos pontos observados na busca e análise dos aplicativos é que muitos apresentam mais de uma função/tipo, por exemplo, sobre funções orgânicas o aplicativo não apenas fornece informações sobre as funções, mas disponibiliza jogos, quiz, reações etc. Por um lado, consideramos interessante quando o aplicativo disponibiliza mais de uma função, pois favorece ao estudante o uso de diversos recursos para a construção de seu conhecimento. Por outro lado, entendemos que quanto mais o aplicativo apresenta diferentes funções, corre-se o risco de não aprofundar no determinado conteúdo da Química.

Os dispositivos móveis, e em particular os *smartphones* e *tablets*, enriquecidos com as numerosas aplicações e jogos educativos disponíveis representam um novo formato de consumo e produção de conteúdos, interatividade e entretenimento. Nem todas as experiências da aprendizagem móvel representam situações educativas inovadoras. Para isso, devemos abranger o maior número possível de características desta modalidade, como a mobilidade, a ubiquidade, a pervasividade e o contexto.

Devemos também incluir, ao processo de incorporação dos RDD no ensino de Química por meio dos dispositivos móveis, metodologias e práticas pedagógicas que podem ser desenvolvidas a partir do uso desses recursos em uma inovação educacional por parte dos docentes. A aprendizagem tecnológica ativa tem mostrado que pode ser uma alternativa para o uso das tecnologias digitais, em especial dos dispositivos móveis, combinados com as metodologias ativas. Cabe ressaltar que aqui não estamos incentivando a “troca” de um recurso por outro, isto é, não se deve deixar de utilizar a lousa e o marcador de texto para se utilizar um *tablet* e *smartphones* se com esta mudança também não mudarem os paradigmas de ensino.

Por fim, cabe aos docentes, em especial de Química, conscientizem-se da importância da incorporação dos recursos didáticos digitais em suas práticas pedagógicas e compreendam como esses recursos podem contribuir para a construção do conhecimento.

Referências

ALMEIDA, S. S.; MARCELINO, V. S.; MACHADO, C. M. B. H. *Ensino de Química e Aplicativos Educacionais*: elaboração de material didático. *Revista EducaOnline*, v. 14, n. 3, p. 98-114, 2020.

ARAÚJO, A. V. N. S.; BIZERRA, A. M. C.; COUTINHO, D. A. M. *Smartphones e o ensino de Química Orgânica*: o uso de jogos pode influenciar no aprendizado? *Revista Principia*, n. 44, p. 192-204, 2019.

CGI.Br. Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br). *Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos Domicílios Brasileiros – TIC Domicílios 2017*. Disponível em: https://cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2017_coletiva_de_imprensa.pdf. Acesso em: 30 set. 2020.

CGI.Br. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras*: TIC educação 2015. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016.

COLL, C.; MARTÍ, E. *La educación escolar ante las nuevas tecnologías de la información y la comunicación*. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (Eds.). *Desarrollo psicológico y educación*, Vol 2. Madrid: Alianza, p. 623–651. 2004.

COLL, C.; MONEREO, C. *Psicologia da educação virtual*: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DOCHEV, D.; HRISTOV, I. *Mobile Learning Applications Ubiquitous Characteristics and Technological Solutions*. *Cybernetics and Information Technologies*, v. 6, n. 3, p. 63–74, 2006.

FERREIRA, T. V. *Mobile learning e o ensino de química: uma interpretação controversa?* Enseñanza de las ciencias, n. Extra, p. 1555-1560, 2017.

GRANÉ, M.; WILLEM, C. *Web 2.0: Nuevas formas de aprender e participar*. Barcelona: Laertes, 2009.

GRESZYSCZYŃ, M. C. C.; CAMARGO FILHO, P. S.; MONTEIRO, E. L. *Aplicativos educacionais para smartphone e sua integração com o ensino de química*. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 17, n. 5, p. 398-403, 2016.

LEÃO, M. B. C. *Tecnologias na educação: uma abordagem crítica para uma atualização prática*. Recife: EdUFRPE, 2011.

LEITE, B. S. *Aprendizagem Tecnológica Ativa*. Revista Internacional de Educação Superior, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.

LEITE, B. S. *Elaboração do jogo Memoráveis Nobéis da Química para o ensino de Química utilizando o MIT App Inventor*. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. v. 18, n. 1, p. 1-10, 2020.

LEITE, B. S. *M-learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química*. Revista Brasileira de Informática na Educação. v. 22, p.55-68, 2014.

LEITE, B. S. *Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro*. Scientia Naturalis, v. 1, n. 3, p. 326-340, 2019.

LEITE, B. S. *Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática na formação docente*. 1. ed. Curitiba: Appris, 365p. 2015.

LIMA, R. A.; SÁ, R. A.; VASCONCELOS, F. C. G. C. *Propostas de uso de Aplicativo: QUIMITICS como recurso para Aprendizagem móvel no Ensino de Química*. Revista Tecnologias na Educação, v. 25, 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2012.

MOURA, A. *Mobile Learning: tendências tecnológicas emergentes*. In: CARVALHO, Ana Amélia A. (org.). *Aprender na era digital: jogos e mobile-learning*. Santo Tirso: De facto, p. 127-147. 2012.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. *Mobile Learning em Química: uma análise acerca dos aplicativos disponíveis para tablets*. Encontro de debates sobre o Ensino de Química, v. 1, n. 33, p. 1-8, 2013.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E.; RAMOS, A. F. *QR codes na educação em química*. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 13, n. 2, 2015.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. *M-learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SANTOS, C. E. M.; LEITE, B. S. *Construção de um jogo educativo em uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos de baixo grau de complexidade: o caso do Quizmica*

- Radioatividade. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. v. 17, n. 1, p. 193-202, 2019.

TRAXLER, J. *Defining, Discussing and Evaluating Mobile Learning: The moving finger writes and having writ...* The International Review of Research in Open and Distributed Learning, v. 8, n. 2, p. 1-12, 2007.

TRAXLER, J. Introduction. In: Traxler, John; Wishat, Jocelyn (Eds.). *Making mobile learning work: case studies of practice*. Bristol, UK: Escalate Education Subject Centre: advanced learning and teaching in education, p. 4-12. 2011.

UNESCO. *Policy Guidelines for Mobile Learning*. Paris: UNESCO, p. 43. 2013.

Recebido em: 13 de outubro de 2020
Aprovado em: 23 de outubro de 2020
Publicado em: 11 de novembro de 2020