

Quimiguia: desenvolvimento e validação de um aplicativo de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de Química no Ensino Superior

Quimiguia: Development and validation of an app to support the Chemistry teaching-learning process in Undergraduation

Anderson da Silva Rosa¹
Paola Aquino dos Santos²
Anderson Luis Salazart Jardim³
Raul Calixto Gonçalves⁴
Haline da Silva Miotto⁵
Rafael Roehrs⁶

Resumo

Esta pesquisa apresenta o desenvolvimento e a validação do aplicativo Quimiguia. O App Quimiguia é um aplicativo para dispositivos móveis desenvolvido com o objetivo de ser uma ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados à química para discentes de cursos de graduação, que possuem componentes curriculares relacionados à química em sua grade curricular. O App foi desenvolvido e validado junto a especialistas e graduandos que o avaliaram quanto a aspectos técnicos e pedagógicos. Durante a validação, os estudantes também resolveram problemas de química, com auxílio do aplicativo, atingindo um percentual médio de 78% de acertos por questão. Especialistas e graduandos avaliaram positivamente o aplicativo quanto a todos os aspectos avaliados e consideraram o App Quimiguia uma ferramenta que pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados à química no Ensino Superior, podendo ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos básicos.

Palavras-chave: App; Ensino de química; Ensino Superior; Quimiguia.

Abstract

This research presents the development and validation of the Quimiguia App. The Quimiguia App is an app for mobile devices developed with the aim of be a tool to support the teaching-learning process of concepts related to chemistry for undergraduate students who have curricular components related to chemistry in their curriculum. The App was

¹ Universidade Federal do Pampa | andersonqmc@gmail.com

² Universidade Franciscana | paolasantosmtm@gmail.com

³ Universidade Federal do Pampa | andersnort@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Pampa | calixto_raul@hotmail.com

⁵ Universidade Federal do Pampa | ef.halinemiotto@gmail.com

⁶ Universidade Federal do Pampa | rafaelroehrs@unipampa.edu.br

developed and validated by specialists and undergraduates who evaluated it in terms of technical and pedagogical aspects. During the validation, students also solved chemistry tasks, with the app's help, reaching an average percentage of 78% correct answers per question. Specialists and undergraduates rated the app positively regarding all evaluated aspects and considered the Quimiguia App a tool that can contribute to the teaching-learning process of concepts related to chemistry in Undergraduation. It can be used for consultation, review and/or reinforcement of basic concepts.

Keywords: App; Undergraduation; Chemistry teaching; Quimiguia.

Introdução

No Brasil, o baixo desempenho no Ensino Médio, muitas vezes, reflete no desempenho dos discentes nos primeiros componentes curriculares da graduação, resultando em abandono do curso devido às reprovações nos primeiros semestres. Desta forma, podemos atribuir, como parte das consequências desse processo, os crescentes índices de evasão universitária nos últimos anos (INEP, 2020; VELOSO; ALMEIDA, 2002; YAMAGUCHI; SILVA, 2019).

Trabalhos sobre evasão apontam a permanência prolongada em componentes curriculares considerados difíceis como contribuintes para a desistência do curso por parte dos estudantes. Dentre tais componentes curriculares, temos os relacionados à química, como química geral, que possuem alto índice de retenção devido ao baixo nível de conhecimento básico (CASTRO; TEIXEIRA, 2014; CRACOLICE; BUSBY, 2015; JESUS; SILVA; SANTANA, 2013; PASTORIZA et al., 2007; PEREIRA et al., 2015; YAMAGUCHI; SILVA, 2019).

Nesse contexto, torna-se importante a utilização de diferentes estratégias, metodologias e ferramentas que possam contribuir no processo de ensino-aprendizagem de química à medida que estas possibilitam modificações na forma de ensinar e permitem, dessa forma, novas configurações de ensino-aprendizagem (SANTOS; RIBEIRO; SOUZA, 2018). Uma dessas possibilidades é a aprendizagem móvel ou mobile learning (m-learning).

A m-learning é um conceito que trata da utilização de dispositivos de comunicação sem fio, tais como smartphones e tablets, na educação (MARÇAL; ANDRADE; RIOS, 2005; UNESCO, 2013). A principal característica da m-learning é a de oportunizar que o processo de ensino-aprendizagem ocorra a qualquer momento e em qualquer lugar (GRUND; GIL, 2014).

Os smartphones merecem atenção especial quanto a suas potencialidades pedagógicas, podendo ser aliados no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que permitem o acesso à informação a qualquer hora e em qualquer lugar (GRUND; GIL, 2014; PACZKOWSKI; PASSOS, 2019). Além disso, tais dispositivos também permitem criar, editar e enviar arquivos dos mais diversos formatos, e acessar diversos aplicativos (FARIA; ROMANELLO; DOMINGUES, 2018).

As inúmeras possibilidades oferecidas pelos smartphones e tablets, e sua crescente disponibilidade, levaram ao aumento do interesse dos pesquisadores em explorar as potencialidades de usos educativos do m-learning (GRUND; GIL, 2014).

Uma das potencialidades para o emprego de dispositivos móveis é o uso de aplicativos (Apps) como ferramentas de apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Aplicativos para dispositivos móveis com finalidades educacionais vêm sendo desenvolvidos abordando conceitos e temas das mais diversas áreas do conhecimento, aplicados desde as séries

iniciais até os cursos de graduação (BARBOSA et al., 2019; BATISTA; RAMOS; BRITO, 2018; CHEN; DENOYELLES, 2013; PINTO; BOSCOLO, 2018).

Os componentes curriculares relacionados à química, tidos como difíceis por parte dos estudantes, exigem, por parte do docente, grande habilidade em mediar o processo de ensino-aprendizagem para que este seja significativo. Desse modo, o uso de ferramentas como os smartphones e Apps pode ser mais um importante instrumento a contribuir para um processo de ensino-aprendizagem efetivo.

Nesse sentido, as possibilidades do uso dos Apps no ensino de química vêm sendo exploradas em diversos trabalhos (ESTEVAM et al., 2021; LEITE; RODRIGUES, 2017; LIBMAN; HUANG, 2013; ROSA; ROEHRS, 2020; SILVA; SILVA; SILVA, 2015).

Considerando as potencialidades do uso de aplicativos, pesquisadores vêm realizando o mapeamento, classificação e análise dos Apps disponíveis com características que possam ser empregadas visando auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de química em diferentes contextos, como ensino básico e técnico, graduação e pós-graduação, além de seu uso por professores e pesquisadores (LEITE; RODRIGUES, 2017; LIBMAN; HUANG, 2013; ROSA; ROEHRS, 2020).

Na mesma perspectiva, pesquisas envolvendo o desenvolvimento e a avaliação de aplicativos também têm sido realizadas (BERTOLINI et al., 2013; ESTEVAM et al., 2021; SILVA; SILVA; SILVA, 2015).

Com relação ao ensino de química, em específico, pesquisas vêm sendo realizadas visando o desenvolvimento de aplicativos com diversas finalidades como, por exemplo, o estudo de química ambiental (ESTEVAM et al., 2021), dos materiais básicos de laboratório (SILVA; SILVA; SILVA, 2015), assim como o desenvolvimento de Apps simuladores de laboratório virtual interativo para a reprodução de experimentos (BERTOLINI et al., 2013).

Entretanto, apesar do grande número de Apps sobre química disponível para download, observa-se a predominância de aplicativos voltados para o Ensino Médio, ENEM e vestibulares (ROSA; ROEHRS, 2020). Desse modo, há uma lacuna quanto à disponibilidade de Apps com foco em estudantes do Ensino Superior, personalizados para esse público.

Assim, tendo em vista as dificuldades que os discentes encontram em componentes curriculares relacionados à química em diferentes cursos de graduação, que resultam, muitas vezes, em elevados índices de retenção e evasão, o objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e a validação do aplicativo Quimiguia, com a finalidade de ser uma ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de química no âmbito da graduação, possibilitando a consulta e revisão de conceitos e conhecimentos básicos de química.

Metodologia

Inicialmente realizou-se a definição dos requisitos técnicos para o desenvolvimento do aplicativo. Nesse sentido, foi estabelecido que o aplicativo deveria ser compatível com os sistemas operacionais mais utilizados em dispositivos móveis, *Android* e *IOS*. Foi definida, também, a utilização de ferramentas que possibilitassem o desenvolvimento do App sem a necessidade de conhecimentos de programação.

A seguir, o desenvolvimento do aplicativo foi executado conforme as seguintes etapas:

- i. Definição dos conteúdos específicos a serem abordados;
- ii. Desenho das telas que compõem o aplicativo;

- iii. Elaboração dos conteúdos para o aplicativo e implementação das telas com os materiais produzidos.

A seguir, realizou-se a validação do aplicativo, em duas etapas, tendo por objetivo avaliar se o App desenvolvido cumpre com a finalidade a que se propõe, assim como verificar se ajustes e/ou aprimoramentos poderiam se fazer necessários.

A primeira etapa da validação foi realizada junto a especialistas. Para os objetivos desta pesquisa, foram considerados especialistas professores que ministram componentes curriculares de química e/ou afins, graduados em licenciatura e/ou bacharelado em química, graduados em licenciatura em ciências da natureza e pós-graduados com especialização, mestrado ou doutorado em química, ensino de química ou de ciências, e pesquisadores que atuam na área de ensino de ciências, ensino de química ou áreas afins.

A segunda etapa, após realizados os ajustes no aplicativo sugeridos na etapa anterior, foi realizada junto ao público-alvo do App, ou seja, graduandos de cursos que possuem componentes curriculares relacionados à química.

Para as duas etapas da validação, foram elaborados questionários específicos, com questões relativas a aspectos técnicos e pedagógicos do aplicativo a serem respondidas após o manuseio e teste do App por especialistas e estudantes de graduação. O questionário destinado ao público-alvo também contou com oito problemas de química a serem respondidos pelos estudantes, com o auxílio do App.

Os questionários utilizados nas duas etapas da validação do App passaram por validação prévia realizada junto a membros do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Práticas de Ensino (GIPPE), da Universidade Federal do Pampa, para avaliar a pertinência, coerência e clareza das questões, assim como a necessidade de ajustes de redação.

Concluída a validação do aplicativo Quimiguia e efetuados os ajustes necessários, foi realizada a disponibilização do App para o público em geral.

Resultados e discussão

Definidos como requisitos para o App Quimiguia a compatibilidade com os sistemas operacionais *Android* e *IOS* e o uso de plataformas que não demandem conhecimentos de programação para o seu desenvolvimento, realizou-se o levantamento e a avaliação das ferramentas disponíveis para desenvolvimento de Apps com essas características.

Foram avaliados o editor *online* da empresa Fábrica de Aplicativos, a plataforma educacional *online* do MIT *App Inventor* e os criadores de aplicativos *Appy Pie* e *Appery.io*.

Após avaliação das plataformas, considerando as especificidades do App a ser desenvolvido e as limitações técnicas e custos para a utilização das ferramentas, optamos por utilizar o editor *online* da empresa Fábrica de Aplicativos por considerá-lo com o melhor custo-benefício para o desenvolvimento do projeto.

Definição dos conteúdos a serem abordados

Quanto aos conceitos a serem abordados no aplicativo Quimiguia, foram elencados conceitos básicos, que são pré-requisitos para os primeiros componentes curriculares relacionados à química, que os discentes têm contato nos diferentes cursos de graduação.

Foram selecionados como temas prioritários a serem abordados os conceitos em que os discentes têm maior dificuldade, de acordo com a experiência docente dos pesquisadores que desenvolveram esta pesquisa.

Os temas e conceitos específicos abordados no App estão organizados e agrupados dentro de subunidades que, por sua vez, estão organizadas em três grandes unidades. No quadro 1 são apresentadas as unidades e subunidades de conteúdo contidas no aplicativo.

Quadro 1 – Unidades e subunidades de conteúdo do aplicativo Quimiguia

Unidades	Subunidades
1. Química Geral e Inorgânica	Conceitos básicos
	Estrutura atômica da matéria
	Tabela periódica
	Ligações químicas
	Funções químicas inorgânicas
	Reações químicas
	Relações de massa
	Estequiometria
	Gases
2. Físico-química	Soluções
	Equilíbrio químico
	Oxidação e redução
	Eletroquímica
3. Química Orgânica	Introdução à química orgânica
	Funções orgânicas
	Propriedades físicas

Fonte: Os autores (2022).

Tendo em vista que o aplicativo Quimiguia tem por objetivo ser um guia rápido, a ser utilizado para consulta e/ou revisão de conceitos básicos, optou-se por uma abordagem sucinta e objetiva dos conceitos para atingir os objetivos propostos.

Como um guia para os usuários que desejarem aprofundar seus conhecimentos sobre os temas abordados, o App traz, ao final de cada tela de conteúdo, o espaço “Para saber mais” em que o usuário encontrará indicações de sites, vídeos e livros que podem contribuir para aprofundar o seu aprendizado.

Consideramos importante, também, que o aplicativo dispusesse de materiais contextualizando a química. Com esse intuito, foi incluída uma unidade contendo textos que discutem temáticas da atualidade e que trazem a química para o dia a dia do usuário.

Por fim, foi definida a inserção da seção “Fale conosco”, para que os usuários possam enviar críticas, sugestões e elogios e que, de acordo com os feedbacks recebidos, seja possível aprimorar o App continuamente.

Desenho das telas que compõe o aplicativo

Nesta etapa, foram criadas a tela inicial, menus, submenus e telas de conteúdo do App, que estão organizadas visando proporcionar facilidade para encontrar os temas de interesse.

Buscou-se, nesta etapa, ajustar as cores dos ícones e do fundo de tela, assim como o tamanho e as cores das fontes, visando a proporcionar uma interface agradável e adequada para a utilização do App, da mesma forma como estabelecer uma identidade visual.

Os conteúdos abordados foram organizados em três grandes unidades (química geral e inorgânica, físico-química e química orgânica), que podem ser acessadas a partir da tela inicial do App. Cada unidade possui subunidades que, por sua vez, são subdivididas em tópicos sobre conteúdos e conceitos específicos, correspondendo a telas de nível 2, 3 e 4, respectivamente.

Na figura 1 temos a tela inicial do App (a) e exemplos de telas de nível 2 (b) e 3 (c).

Figura 1 – Telas do aplicativo.



Fonte: Os autores (2022).

A tela inicial do aplicativo também dá acesso à seção “Contextualizando a química”, a materiais complementares e às telas “Fale conosco” e “Quem somos”.

Elaboração dos materiais e implementação das telas com os conteúdos produzidos

Nesta etapa, foram elaborados os materiais referentes aos conceitos abordados no aplicativo e realizada a inserção desses conteúdos nas respectivas telas do App. Os materiais referentes aos conceitos elencados foram produzidos contando com definição, explicação, figuras e exemplos, de acordo com as especificidades de cada conteúdo, sempre levando em consideração, também, a objetividade necessária para o estudo em dispositivos móveis. Ao final de cada um desses tópicos, foi incluída uma lista com indicações de sites, vídeos e livros em que o estudante poderá aprofundar seus conhecimentos. Em sequência, os materiais construídos usando softwares de edição de

texto e desenho de estruturas químicas foram inseridos nas respectivas telas do App Quimiguia.

Durante a implementação das telas, algumas limitações do editor online da Fábrica de Aplicativos levaram à necessidade de adaptação de alguns materiais.

Nos tópicos sobre tabela periódica, especificamente, restrições quanto a tamanho e zoom das imagens limitaram a quantidade de informações que poderiam ser incluídas sobre os elementos químicos nas tabelas periódicas inseridas. Devido a essa limitação, ao final desses tópicos, foi realizada a indicação de Apps de tabela periódica em que o estudante poderá encontrar dados mais completos e curiosidades sobre os elementos. Foram, assim, indicados Apps previamente testados pelos autores em pesquisa anterior (ROSA; ROEHRS, 2020).

Por fim, foi realizada uma revisão minuciosa de todas as telas do aplicativo, em diferentes dispositivos móveis, visando a identificar e corrigir eventuais problemas, deixando o App apto para ser validado.

Validação do aplicativo

Para a validação do aplicativo Quimiguia, especialistas e público-alvo convidados a participar da validação fizeram o *download* do App em seus dispositivos móveis pessoais e responderam a um formulário *online* com questões sobre o aplicativo.

Visando identificar fatores que pudessem influenciar na percepção dos avaliadores quanto a sua experiência de uso do App, foram inseridas, nas duas etapas de validação, questões quanto ao dispositivo móvel e ao sistema operacional utilizados durante a validação.

Conforme as respostas obtidas, especialistas e discentes utilizaram, em sua maioria, *smartphones* com sistema operacional *Android* para testar o aplicativo. Foi, também, reportado o uso de dispositivos com sistema operacional *IOS* e *tablets*.

A seguir, abordaremos cada uma das etapas de validação.

Validação junto a especialistas – Etapa 1

Para a primeira etapa da validação, foi elaborado um questionário contendo questões objetivas baseadas na Escala Likert, com cinco pontos, relativas a aspectos técnicos e pedagógicos do aplicativo, a serem avaliados pelos especialistas.

As questões relativas aos aspectos técnicos tiveram por objetivo avaliar características como usabilidade, eficiência, funcionalidade e experiência de usuário (ANDRADE; ARAÚJO JÚNIOR; SILVEIRA, 2017; BACTONG *et al.*, 2021; MARQUES; GALLÃO, 2020; MOURA *et al.*, 2019; MÜHLBEIER *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2017; SANTOS, 2015). Com esse intuito, foram inseridas questões redigidas pelos autores, assim como questões adaptadas dos trabalhos de Bactong *et al.* (2021), Marques e Gallão (2020), Mühlbeier *et al.* (2014), Pereira *et al.* (2017) e Santos (2015), visando a avaliar os aspectos técnicos do App desenvolvido.

Quanto aos aspectos pedagógicos, as questões do instrumento de validação objetivaram avaliar, de modo geral, se o aplicativo atinge o objetivo a que se propõe, ou seja, se é uma ferramenta que possa auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de química no Ensino Superior.

Também foram inseridas no instrumento de validação questões abertas, de resposta opcional, em que o avaliador poderia se manifestar com relação a aspectos técnicos e

pedagógicos não contemplados nas demais questões e/ou deixar sugestões, críticas ou elogios. Elaborado e validado o questionário, foi realizada a validação do App junto aos especialistas. Dessa forma, diferentes especialistas foram convidados a testar o aplicativo e, posteriormente, responderem o questionário *online*.

Participaram da etapa da validação quatro especialistas. Desses, três atuam como docentes de graduação e pós-graduação, e um possui experiência de docência no Ensino Básico e Superior. Quanto à formação, são bacharéis e licenciados nas áreas de Química e Biologia, e licenciados em Ciências da Natureza, possuindo, também, pós-graduação – especialização, mestrado e/ou doutorado – nas áreas de Química, Bioquímica, Educação em Ciências e Psicopedagogia.

No quadro 2 são apresentadas as questões e respostas dos especialistas relativas aos aspectos técnicos do aplicativo.

Quadro 2 – Respostas dos especialistas às questões relativas aos aspectos técnicos do aplicativo

Questões	Respostas				
	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1 O processo de <i>download</i> e instalação do aplicativo é fácil e intuitivo.	0%	0%	0%	25%	75%
2 Os menus e botões funcionam adequadamente e executam o que deveriam.	0%	0%	0%	0%	100%
3 O tempo de resposta e velocidade de execução dos comandos e carregamento das abas é aceitável.	0%	0%	0%	0%	100%
4 O App é de fácil manuseio, não havendo a necessidade de conhecimentos prévios, orientação e/ou acompanhamento para utilizá-lo.	0%	0%	0%	0%	100%
5 Não houve problemas referentes a travamentos, textos ilegíveis ou outro tipo de mau funcionamento durante o uso.	0%	0%	0%	0%	100%
6 Os conteúdos são apresentados de forma organizada e estão distribuídos adequadamente nas telas do App.	0%	0%	0%	25%	75%
7 O aplicativo apresenta um <i>layout</i> satisfatório quanto ao tamanho e cores das fontes, cores das telas e qualidade dos ícones e figuras.	0%	0%	0%	75%	25%

Fonte: Os autores (2022).

No quadro 2, podemos observar que 100% dos avaliadores concordaram total ou parcialmente com as afirmações de que o aplicativo atende satisfatoriamente aos diferentes aspectos técnicos avaliados.

Quadro 3 – Respostas dos especialistas às questões relativas aos aspectos pedagógicos do aplicativo

Questões		Respostas				
		Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	Os conteúdos de cada tópico atenderam a sua expectativa.	0%	0%	25%	25%	50%
2	Os conteúdos presentes no aplicativo são apresentados de maneira organizada.	0%	0%	0%	25%	75%
3	A linguagem é adequada, clara e de fácil compreensão para discentes de graduação.	0%	0%	0%	0%	100%
4	Os conceitos químicos são apresentados de forma objetiva, com clareza e profundidade adequada.	0%	0%	0%	50%	50%
5	Os conceitos químicos são cientificamente precisos.	0%	0%	0%	25%	75%
6	Os gráficos e figuras contribuem para o entendimento dos conceitos científicos.	0%	0%	25%	0%	75%
7	O App possui ilustrações que complementam o texto.	0%	0%	0%	50%	50%
8	A abordagem dos conceitos químicos é adequada para a compreensão dos estudantes.	0%	0%	0%	25%	75%
9	O App pode ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos relacionados à química, abordados no Ensino Médio.	0%	0%	25%	0%	75%
10	O App pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados à química no Ensino Superior, podendo ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos básicos.	0%	0%	25%	0%	75%
11	Os livros, sites, vídeos e aplicativos indicados na seção "Para saber mais", ao final de cada tópico, são úteis para ampliar a compreensão relativa aos conceitos e aprofundamento dos estudos, caso seja de interesse.	0%	0%	0%	0%	100%
12	O App, de modo geral, possui características que justifiquem a sua utilização para o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados à química dentro e/ou fora de sala de aula.	0%	0%	0%	0%	100%

Fonte: Os autores (2022).

De modo específico, verificou-se que 75% dos avaliadores concordaram totalmente com a afirmação de que o processo de download e instalação do App é fácil e intuitivo, enquanto 100% dos mesmos responderam concordar totalmente quanto aos menus e botões funcionarem adequadamente e a não ter havido problemas de mau funcionamento durante o teste do aplicativo. Em relação ao tempo de resposta, velocidade de execução dos comandos e carregamento das abas, e facilidade de manuseio do App, 100% dos avaliadores concordaram totalmente com as afirmações referentes ao tempo de resposta

aos comandos e carregamento das abas ser adequado e à facilidade de manuseio do aplicativo.

Também foi inserida no questionário uma questão objetivando avaliar o aplicativo quanto aos aspectos técnicos, de modo geral. Em resposta a essa questão, 75% dos especialistas avaliaram o App como ótimo, enquanto 25% avaliaram-no como regular. A seguir, no quadro 3, são apresentadas as questões e respostas dos especialistas quanto aos aspectos pedagógicos do aplicativo.

A partir das respostas apresentadas no quadro 3, podemos verificar que 75% ou mais dos avaliadores concordaram total ou parcialmente quanto ao atendimento, por parte do App, de todos os aspectos avaliados, sendo o percentual de especialistas a concordar totalmente com as afirmações sempre igual ou superior a 50%. Cabe destacar, ainda, que nenhum dos avaliadores respondeu discordar, total ou parcialmente, das afirmações apresentadas quanto aos aspectos pedagógicos.

Com relação a questões específicas, merece destaque o percentual de 75% dos avaliadores que responderam concordar totalmente com a afirmação de que “o App pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados à química no Ensino Superior, podendo ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos básicos” mostrando, dessa forma, que o aplicativo atende aos objetivos a que se propõe, na percepção dos especialistas.

O mesmo percentual de especialistas manifestou, também, concordância total com relação ao App poder ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos relacionados à química, abordados no Ensino Médio.

Tal característica, em nossa avaliação, qualifica o aplicativo não somente para utilização por parte de graduandos, para a revisão de conceitos básicos, mas, possivelmente, também, para uso por estudantes do Ensino Médio. Diante disso, estabelecemos como perspectiva futura realizar a validação do aplicativo junto a discentes do Ensino Médio para avaliar tais potencialidades.

Adicionalmente, podemos observar, ainda, que todos os especialistas concordaram totalmente com a afirmação de que “o App, de modo geral, possui características que justifiquem a sua utilização para o ensino e a aprendizagem de conceitos relacionados à química dentro e/ou fora de sala de aula”.

Por fim, nas questões abertas, foram destacados pelos respondentes aspectos positivos do aplicativo desenvolvido e, também, sugestões de aprimoramentos.

O Avaliador A destacou o App como um recurso auxiliar para o ensino-aprendizagem, que permite consultas rápidas a conteúdos confiáveis. O Avaliador B, por sua vez, destacou a “organização estrutural, rapidez e praticidade de uso” como aspectos positivos, enquanto o Avaliador C destacou a “objetividade e clareza” com que o App apresenta os conceitos.

Uma sugestão recebida foi a de reavaliação das cores utilizadas no aplicativo, visando ao uso do App por pessoas daltônicas. Em atendimento à sugestão apresentada, encaminhamos o App para ser manuseado e avaliado por uma pessoa com daltonismo para verificarmos, assim, a necessidade de ajustes nas cores. Outra sugestão recebida foi a inserção de alguns materiais suplementares específicos. Em vista disso, foram indicados novos materiais ao final de alguns tópicos.

Por fim, a partir das respostas apresentadas acima, podemos concluir que o aplicativo Quimiguia possui características que o qualificam como uma ferramenta que pode

contribuir no processo de ensino-aprendizagem de química no Ensino Superior, na avaliação dos especialistas.

Validação junto ao público-alvo – Etapa 2

Na segunda etapa de validação, o aplicativo foi testado e avaliado pelo público-alvo, ou seja, discentes de cursos de graduação que possuem componentes curriculares relacionados à química.

Para esta etapa, foi elaborado um instrumento de validação para o aplicativo, contendo oito problemas básicos de química, elaborados e/ou adaptados de questões de vestibular e de livros de química geral, comumente utilizados como bibliografia em componentes curriculares de química em cursos de graduação, que deveriam ser respondidas pelos estudantes utilizando o App como material de apoio e consulta. O instrumento de validação continha, ainda, questões referentes a aspectos técnicos e pedagógicos.

Quanto aos aspectos técnicos, foram inseridas questões redigidas pelos autores e, também, questões adaptadas dos trabalhos de Bactong et al. (2021), Marques e Gallão (2020), Mühlbeier et al. (2014), Pereira et al. (2017) e Santos (2015).

Em relação aos aspectos pedagógicos, foram inseridas questões relativas à organização, clareza, profundidade e forma de abordagem dos conteúdos e conceitos de química, potencialidades do aplicativo como ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem de química no Ensino Superior e pertinência, qualidade e utilidade dos materiais suplementares indicados ao final dos tópicos.

A seguir, com a finalidade de validar o aplicativo junto ao público-alvo, estudantes matriculados em duas turmas do componente curricular de Química Analítica Teórica, de uma universidade da região sul do Rio Grande do Sul, oriundos dos cursos de Engenharia Química, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Energia e Licenciatura em Química, foram convidados a participar da validação do aplicativo testando-o e respondendo ao instrumento de validação.

Quadro 4 – Temas dos problemas de química contidos no instrumento de validação do aplicativo junto ao público-alvo e percentual de estudantes que responderam corretamente as questões com o auxílio do App

Questão	Tema	Percentual de acertos
1	Densidade	100%
2	Eletronegatividade	75%
3	Isótopos	65%
4	Quantidade de matéria (mol)	94%
5	Concentração em mols/L	81%
6	Determinação do NOX	77%
7	pH	71%
8	Classificação das cadeias carbônicas	65%
Percentual médio de acertos		78%

Fonte: Os autores (2022).

Aceitaram participar da validação do Aplicativo um total de 17 discentes dos cursos acima citados, tratando-se, em sua maioria, de estudantes do segundo semestre de seus respectivos cursos.

No quadro 4, temos os temas dos problemas de química contidos no instrumento de validação e o percentual de estudantes que resolveram corretamente as questões, com o auxílio do App.

Podemos verificar que a média do percentual de acertos nas oito questões foi de 78%, o que consideramos um excelente resultado. Podemos, ainda, observar que todas as questões individualmente também obtiveram índices satisfatórios de acertos, que foram de 65% a 100%.

As questões sobre densidade, quantidade de matéria e concentração em mol/L foram os problemas com os maiores percentuais de acertos. Enquanto isso, os problemas sobre isótopos e classificação das cadeias carbônicas foram os que apresentaram o menor percentual de respostas corretas. Embora tais índices de acerto ainda sejam satisfatórios, procuramos, após a validação, complementar os tópicos em questão com a inclusão de novos exemplos e materiais suplementares.

Quadro 5 – Respostas dos discentes às questões relativas aos aspectos técnicos do aplicativo

Questões	Respostas					
	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	
1	O processo de <i>download</i> e instalação do aplicativo é fácil e intuitivo.	0%	0%	5,9%	17,6%	76,5%
2	Os menus e botões funcionam adequadamente e executam o que deveriam.	0%	0%	0%	17,6%	82,4%
3	O tempo de resposta e velocidade de execução dos comandos e carregamento das abas é aceitável.	0%	0%	0%	29,4%	70,6%
4	O App é de fácil manuseio, não havendo a necessidade de conhecimentos prévios, orientação e/ou acompanhamento para utilizá-lo.	0%	0%	5,9%	35,3%	58,8%
5	Não houve problemas referentes a travamentos, textos ilegíveis ou outro tipo de mau funcionamento durante o uso.	0%	0%	0%	17,6%	82,4%
6	O aplicativo apresenta um <i>layout</i> satisfatório quanto ao tamanho e cores das fontes, cores das telas e qualidade dos ícones e figuras.	0%	0%	11,8%	5,9%	82,3%

Fonte: Os autores (2022).

Concluimos que os resultados obtidos através da resolução de problemas de química pelos estudantes, com auxílio do aplicativo, foram satisfatórios. Acreditamos, ainda, que no dia a dia, com maior foco e tempo para consulta de tópicos e resolução de problemas específicos, o aplicativo permita que os estudantes consigam realizar consultas, sanar dúvidas e resolver problemas com ainda maior êxito.

O quadro 5 traz as respostas dos discentes às questões relativas aos aspectos técnicos.

Podemos observar que um percentual igual ou superior a 76,5% dos discentes manifestou concordar totalmente com as afirmações referentes à facilidade de instalação do App, funcionamento adequado de botões e menus, e não ocorrência de mau funcionamento, caracterizando, assim, uma excelente avaliação quanto a esses aspectos.

Foram também avaliados o tempo de resposta, a velocidade de execução dos comandos e o tempo de carregamento das abas. Quanto a esse aspecto, 70,6% dos discentes concordaram totalmente com a afirmação de que o desempenho do aplicativo, quanto a esse parâmetro, é aceitável, enquanto 29,4% concordaram parcialmente com essa afirmação.

Quadro 6 – Respostas dos discentes às questões relativas aos aspectos pedagógicos do aplicativo

Questões		Respostas				
		Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	Os conteúdos de cada tópico atenderam a sua expectativa.	0%	0%	0%	29,4%	70,6%
2	Os conteúdos presentes no aplicativo são apresentados de maneira organizada.	0%	0%	0%	11,8%	88,2%
3	A linguagem é clara e de fácil compreensão.	0%	0%	0%	5,9%	94,1%
4	Os conceitos químicos são apresentados de forma objetiva, com clareza e profundidade adequada.	0%	0%	5,9%	5,9%	88,2%
5	O App possui ilustrações que complementam o texto.	0%	0%	11,8%	17,6%	70,6%
6	A abordagem dos conceitos químicos é adequada para a sua compreensão.	0%	0%	0%	11,8%	88,2%
7	O App pode ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos relacionados à química abordados no Ensino Médio, para você que está no Ensino Superior.	0%	0%	0%	5,9%	94,1%
8	O App pode contribuir para a aprendizagem de conceitos relacionados à química no Ensino Superior, podendo ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos básicos.	0%	0%	0%	17,6%	82,4%
9	Os livros, sites, vídeos e aplicativos indicados na seção "Para saber mais", ao final de cada tópico, são úteis para o aprofundamento dos estudos, caso seja de interesse.	0%	0%	0%	11,8%	88,2%
10	O App, de modo geral, possui características que justifiquem a sua utilização para auxiliar na aprendizagem de conceitos relacionados à química dentro e/ou fora de sala de aula.	0%	0%	0%	5,9%	94,1%

Fonte: Os autores (2022).

Por fim, 82% dos discentes avaliaram o aplicativo como ótimo quanto aos aspectos técnicos, de modo geral, enquanto 18% classificaram-no como bom.

Diante das respostas obtidas, consideramos que o aplicativo atingiu excelentes resultados, sendo aprovado quanto a todos os critérios técnicos avaliados junto aos graduandos.

No quadro 6, são apresentadas as respostas dos graduandos às questões referentes aos aspectos pedagógicos.

Com relação aos conteúdos do aplicativo (questões 1, 2 e 3 do quadro 6), podemos verificar que um percentual superior a 70% dos discentes manifestou concordar totalmente com o atendimento de suas expectativas em relação ao conteúdo do App e à organização e clareza da linguagem.

Quanto à objetividade, clareza, profundidade e adequação da abordagem relativa aos conceitos químicos, em específico, houve concordância total de 88,2% dos respondentes quanto ao atendimento desses aspectos pelo aplicativo. O mesmo percentual de estudantes também afirmou concordar totalmente quanto à utilidade dos livros, *sites* e vídeos indicados ao final dos tópicos para aprofundamento dos estudos relativos aos conceitos.

Dos 17 discentes respondentes, 94,1% concordaram totalmente com a afirmação de que o App pode ser utilizado por graduandos para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos relacionados à química abordados no Ensino Médio, enquanto 82,4% dos estudantes também concordaram totalmente que o App pode contribuir para a aprendizagem de conceitos relacionados à química no Ensino Superior, podendo ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos básicos.

Por fim, tivemos a concordância total de 94,1% dos respondentes quanto ao App, de modo geral, possuir características que justifiquem a sua utilização para auxiliar na aprendizagem de conceitos relacionados à química, dentro e fora de sala de aula.

Nas questões abertas, nas quais os discentes poderiam deixar considerações adicionais sobre o aplicativo, foram destacados como aspectos positivos do App fácil manuseio, praticidade, clareza, abordagem direta e objetiva dos assuntos e, também, como sendo uma boa ferramenta para relembrar conceitos básicos.

A menção a aspectos positivos como facilidade e praticidade de uso do aplicativo Quimiguia podem ser exemplificados na resposta do estudante A,

“É ótimo ter um guia para estudar química que, ao digitar palavras-chave, já apareça todo conteúdo prévio de conhecimento necessário! Gostei muito da experiência e com certeza vou seguir utilizando o app” (Estudante A).

O Estudante B, por sua vez, destaca aspectos como a categorização e organização dos conteúdos e as potencialidades do App como um aliado na busca por conhecimento.

“A maneira como os conteúdos estão bem categorizados facilita muito até para quem é mais leigo e/ou iniciante no estudo da química, podendo ser um bom aliado para qualquer estudante que busca uma informação relacionada à disciplina” (Estudante B).

Foram apresentadas como sugestões de aprimoramentos a melhoraria no *click* dos botões (Estudante C) e a possibilidade de visualização de uma prévia do conteúdo das abas, antes de acessá-las (Estudante D). Todavia, não foi possível acatar tais sugestões devido à plataforma utilizada para o desenvolvimento do aplicativo não as permitir.

Por fim, a partir das respostas dos discentes e especialistas na validação, em relação a todos os aspectos avaliados, concluímos que o aplicativo desenvolvido atende aos objetivos

a que se propõe como uma ferramenta de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem de química para estudantes de graduação.

Concluída a validação, a versão final do aplicativo foi disponibilizada para *download* e utilização gratuita pelo público em geral. Pretendemos, ainda, a partir dos *feedbacks* recebidos pela seção “Fale conosco”, manter o App em constante aprimoramento.

Considerações finais

Podemos concluir, a partir dos resultados da validação do aplicativo, junto a especialistas e graduandos, que o App desenvolvido é uma ferramenta que pode contribuir para o ensino e a aprendizagem de química no âmbito de graduação, auxiliando estudantes ao possibilitar a consulta e revisão de conceitos básicos de química, assim como sendo também um guia que possibilita ao discente encontrar materiais confiáveis que lhe permitam aprofundar seus conhecimentos sobre os tópicos de seu interesse. Como o nosso aplicativo não tem por alvo processos seletivos como o ENEM, ele permanece atual como fonte de consulta.

Dessa forma, acreditamos que o aplicativo contribua para um melhor aprendizado nos componentes curriculares de química na graduação, especialmente naqueles ofertados nos semestres iniciais dos cursos, contribuindo, assim, para uma redução nos índices de evasão e retenção dos estudantes nos cursos.

Como perspectivas futuras, temos a incorporação, ao aplicativo, de novos tópicos abordando temáticas como termoquímica e cinética química, por exemplo. Assim como a inclusão de novos exemplos e materiais suplementares ao final dos tópicos. Pretendemos, ainda, validar o aplicativo Quimiguia junto a estudantes do Ensino Médio, tendo em vista a constatação, a partir da avaliação dos especialistas, de que o App desenvolvido pode também ser utilizado para consulta, revisão e/ou reforço de conceitos relacionados à química abordados no Ensino Médio. Convidamos você a baixar nosso aplicativo através do link https://app.vc/quimiguia_2542372 e deixar um comentário depois de utilizá-lo.

Agradecimentos

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

Referências

ANDRADE, M. V. M.; ARAÚJO JÚNIOR, C. F.; SILVEIRA, I. F. Estabelecimento de Critérios de Qualidade para Aplicativos Educacionais no Contexto dos Dispositivos Móveis (m-Learning). **EaD em Foco**, v. 7, n. 2, p. 178-193, 2017.

BACTONG, G. G.; SABAS, A. D. H.; SALVA, K. M. M.; LITUANAS, A. J. B.; WALAG, A. M. P. Design, Development, and Evaluation of CHEMBOND: An Educational Mobile Application for the Mastery of Binary Ionic Bonding Topic in Chemistry. **Journal of Innovations in Teaching and Learning**, v. 1, n. 1, p. 4-9, 2021.

- BARBOSA, M. E. Q.; SOUZA, N. L.; SILVA, A. G. C.; LINZ, R. C. Alfabetize: um aplicativo móvel de apoio à alfabetização. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 215-222, 2019.
- BATISTA, M. F.; RAMOS, R. A.; BRITO, L. F. Utilizando o Aplicativo Criptomática para Ensinar Conteúdos Matemáticos do Ensino Médio com Uso da Criptografia. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 2, p. 362-371, 2018.
- BERTOLINI, C. T.; BRAGA, J. C.; PIMENTEL, E.; RAMOS, S. Laboratório Virtual Interativo para reprodução de Experimentos de Química através de Dispositivos Móveis. **Brazilian Symposium on Computers in Education**, [s. l.], p. 285, 2013. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2507>. Acesso em: 3 dez. 2021.
- CASTRO, A. K. S. S.; TEIXEIRA, M. A. P. Evasão universitária: modelos teóricos internacionais e o panorama das pesquisas no Brasil. **Psicologia Argumento**, v. 32, n. 79, p. 9-17, 2014.
- CHEN, B.; DENOYELLES, A. Exploring Students' Mobile Learning Practices in Higher Education. **EDUCAUSE Review**, 2013. Disponível em: <http://er.educause.edu/articles/2013/10/exploring-students-mobile-learning-practices-in-higher-education>. Acesso em: 3 dez. 2021.
- CRACOLICE, M. S.; BUSBY, B. D. Preparation for College General Chemistry: More than Just a Matter of Content Knowledge Acquisition. **J. Chem. Educ.**, v. 92, n. 11, p. 1790-1797, 2015.
- ESTEVAM, R. S.; PEREIRA, S. F. P.; SANTOS, D. C.; COSTA, H. C. Produção e avaliação de um aplicativo móvel para ensino de química ambiental. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 17, n. 38, p. 22-33, 2021.
- FARIA, R. W. S. C.; ROMANELLO, L. A.; DOMINGUES, N. S. Fases das tecnologias digitais na exploração matemática em sala de aula: das calculadoras gráficas aos celulares inteligentes. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, p. 105-122, 2018.
- GRUND, F. B.; GIL, D. J. G. Estado del Mobile Learning en España. **Educar em Revista**, n. 4, p. 99-128, 2014.
- INEP. **Sinopses estatísticas da educação superior - Graduação**. Brasília: MEC, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-superior-graduacao>. Acesso em: 3 dez. 2021.
- JESUS, J. A.; SILVA, M. S.; SANTANA, G. P.; Evasão dos Discentes de Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). **Scientia Amazonia**, v. 2, n. 3, p. 28-39, 2013.
- LEITE, M. A. P.; RODRIGUES, S. J. S. M-Learning no ensino técnico de química: classificação e avaliação de aplicativos móveis. **Revista CIENTEC**, v. 9, n. 1, p. 24-34, 2017.
- LIBMAN, D.; HUANG, L. Chemistry on the Go: Review of Chemistry Apps on Smartphones. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 3, p. 320-325, 2013.
- MARÇAL, E.; ANDRADE, R.; RIOS, R. Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n. 1, 2005.
- MARQUES, R. A. D. F.; GALLÃO, M. I. Desenvolvimento e validação do aplicativo *Android* RAbiomas. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, n. 1, 2020.
- MÜHLBEIER, A. R. K.; MEDINA, R. D.; MOZZAQUATRO, P. M.; OLIVEIRA, L. C.; MOREIRA, R. C. Mobile HQ: O uso de *softwares* educativos na modalidade *m-learning*. **Revista de Informática Aplicada**, v. 10, n. 1, p. 48-55, 2014.

MOURA, M. P. C.; NUNES, R. P.; MOCBEL, M. A. R.; FARIAS, F. S. Protótipo de Aplicativo Educativo para o ensino de POO: Avaliação da Usabilidade e Experiência do Usuário. **RENOTE**: Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 3, 2019.

PACZKOWSKI, I. M.; PASSOS, C. G. *WhatsApp*: uma ferramenta pedagógica para o ensino de Química. **RENOTE**: Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 1, p. 316-325, 2019.

PASTORIZA, B. S.; ROSA, A. F. M.; ARAÚJO, M. B. C.; AMARAL, S. T.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. Um objeto de aprendizagem para o ensino de Química Geral. **RENOTE**: Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 5, n. 2, 2007.

PEREIRA, A. S.; CARNEIRO, T. C. J.; BRASIL, G. H.; CORASSA, M. A. C. Fatores relevantes no processo de permanência prolongada de discentes nos cursos de graduação presencial: um estudo na Universidade Federal do Espírito Santo. **Ensaio**: aval. pol. públ. Educ., v. 23, n. 89, p. 1015-1039, 2015.

PEREIRA, F. G. F.; FROTA, N. M.; SILVA, D. V.; SOUSA, L. M. O.; ALMEIDA, J. C.; CYSNE FILHO, F. M. S. Avaliação de aplicativo digital para o ensino de sinais vitais. **REME**: Rev. Min. Enferm., v. 21, e-104, 2017. DOI: 10.5935/1415-2762.20170044.

PINTO, C. A. C.; BOSCOLO, O. H. Produção de Aplicativos para Android como Material Didático Digital Especializado na Perspectiva da Educação Inclusiva. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO, CIDADANIA E EXCLUSÃO, 5., 2018, Niterói. **Anais** [...]. Niterói: Editora Realize, 2018. v. 2.

ROSA, A. S.; ROEHRS, R. Aplicativos móveis: algumas possibilidades para o ensino de Química. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e33984955, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4955>.

SANTOS, G. G.; RIBEIRO, T. N.; SOUZA, D. N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir da experimentação e problematização. **Amazônia**: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 14, n. 30, p. 141-158, 2018.

SANTOS, M. A. I. **Utilização de Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional**: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

SILVA, P. F.; SILVA, T. P.; SILVA, G. N. Studylab: Construção e Avaliação de um aplicativo para auxiliar o Ensino de Química por professores da Educação Básica. **Revista Tecnologias na Educação**, n. 13, 2015.

UNESCO. **UNESCO policy guidelines for mobile learning**. França: Unesco, 2013. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641.locale=en>. Acesso em: 3 dez. 2021.

VELOSO, T. C. M. A.; ALMEIDA, E. P. DE. Evasão nos cursos de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso, campus universitário de Cuiabá: um processo de exclusão. **Série-Estudos**: Periódico do Mestrado em Educação da UCDB, n. 13, p. 133-148, 2002.

YAMAGUCHI, K. K. L.; SILVA, J. S. Avaliação das Causas de Retenção em Química Geral na Universidade Federal do Amazonas. **Quim. Nova**, v. 42, n. 3, p. 346-354, 2019.