

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

RICARDO FAGUNDES DA ROCHA

**UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Porto Alegre

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

RICARDO FAGUNDES DA ROCHA

**UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso da Licenciatura em Química”, como requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Química

Prof. Dr. Paulo Augusto Netz
Orientador

Porto Alegre

2018

What a sad era when it is easier to smash an atom than a prejudice.

Albert Einstein (1879-1955).

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às minhas queridas avós
Maria (*in memoriam*) e Rosália (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus e a Jesus, por iluminarem o meu caminho e o da minha família.

À minha família, que representa tudo o que mais amo. Em especial minha mãe (Catarina), meu pai (Eduardo), meu irmão (Dudu), meus sobrinhos (Duduzinho e Ricardinho) e minha madrinha (tia Alzira). Também aqueles que não estão mais entre nós, como minhas avós (Maria e Rosália), a quem dedico este trabalho, e o meu padrinho (tio Alceu). Tenho certeza que todas as demais pessoas da nossa família se sentem representadas por esses nomes.

Ao meu orientador, Professor Paulo Netz, pela orientação e pelos ensinamentos, bem como por me inspirar como modelo de Professor e de Pesquisador em Química.

Aos professores e aos colegas do Grupo de Química Teórica (GQT) por todo aprendizado e companheirismo.

A todos os professores e técnicos do Instituto de Química, da Faculdade de Educação, do Instituto de Matemática e Estatística e do Instituto de Física. Em especial às Professoras Tânia Salgado e Camila Passos, e ao Professor Maurício, por todo apoio, por toda solidariedade e por terem influenciado diretamente a construção da minha identidade docente.

A todos os amigos e colegas da Química, que trilharam toda essa trajetória junto a mim. Em especial aos colegas de estágio docente, que dividiram comigo todos os anseios e todas as alegrias na luta por uma educação transformadora, bem como aqueles que militaram ao meu lado no DAQ e no movimento estudantil da UFRGS, mantendo as Portas Abertas para construir espaços, de representação e de resistência, mais acolhedores, plurais e combativos.

Aos meus alunos tanto do Colégio Estadual Paulo Cônego de Nadal quanto da ONGEP (Organização Não-Governamental para Educação Popular).

RESUMO

Atualmente, o uso de tecnologias digitais (TD) vem cada vez mais se popularizando. Um grande número de pessoas tem acesso a *smartphones* e internet. Nesse sentido, cada vez mais vem sendo estudado e considerado o uso de TD para fins educativos, como no ensino de ciências. Entretanto, a informatização da educação não deveria ocorrer como uma imposição de mercado, mas sim para atender as demandas da sociedade. Nesse sentido, o uso de aplicativos de celular pode ser uma alternativa interessante para o estudo de conteúdos complexos e de difícil assimilação por parte dos estudantes, incluindo aqueles das escolas públicas e dos cursos de educação popular. A presente pesquisa tem por objetivo perceber como estudantes interagem com um aplicativo de ensino de ciências e o avaliam como ferramenta educacional para o ensino de Química. Uma sequência pedagógica baseada no uso do aplicativo PhET foi aplicada para o estudo de balanceamento químico em uma turma de segundo ano do ensino médio de uma escola pública (oito alunos) e em uma turma de um curso de educação popular (vinte alunos), ambas do município de Porto Alegre. Questionários com questões fechadas foram aplicadas para os estudantes de cada turma após a realização das respectivas atividades. Em termos de acessibilidade, a maioria dos estudantes possui acesso a aparelho celular com internet e *wi-fi* em casa. Porém, a maioria não possui acesso ao *wi-fi* na instituição de ensino. Os alunos consideram os conteúdos de Química difíceis, em sua maioria nunca tinham tido aulas com o uso de aplicativos. Os alunos do curso popular já faziam uso de aplicativos para fins educativos. A maioria dos alunos achou relevante o uso do PhET, gostaria que aplicativos de ensino fossem utilizadas nas aulas, assim como entendem que o uso de aplicativos poderia facilitar o seu aprendizado. Dessa forma, conclui-se que o uso de aplicativos, como o PhET, podem apresentar uma importante estratégia pedagógica para o ensino de Química.

Palavras-chave: Aplicativos. Ensino de Química. PhET.

ABSTRACT

Nowadays the use of digital technologies has becoming very popular, and many people have access to smartphones and internet. So, many studies have been conducted to better understand the use of technologies for education, specifically regarding science education. However, the informatization of learning and teaching process should not happen in response to a market imposition, but to attend society demands. Thus, the apps usage can represent a different way to study complex subjects which are hard to understanding by students, including those from public schools and popular education courses. Therefore, the present work aims to perceive how studens relate with an app of science and evalute it as an educational tool for Chemistry teaching. A sequence, based on PhET, was applied for chemical balancing study. Two different groups were tested, one from public high schools' second year and other from a popular education course. Questionnaires with closed questions were given to students after the respective activity with the app. Regarding accessibility, the most of students have smartphones with internet and wi-fi signal at home. However, the schools do not offer wi-fi to the students. Students regard Chemistry as a hard subject, and the most have never had classes using apps. On the other side, students from popular course usually study with apps. Students said PhET app is relevant and they would like to have more classes with apps. Additionally, they think apps can be useful to their learning. Therefore, we concluded that apps, like PhET, can be an important strategy for Chemistry teaching.

Key-words: Apps. Chemistry teaching. PhET.

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 – Perfil de acessibilidade entre os estudantes da escola
- GRÁFICO 2 – Grau de dificuldade da Química para os estudantes da escola
- GRÁFICO 3 – Aplicativos educativos para os estudantes da escola
- GRÁFICO 4 – Uso do PhET® para os estudantes da escola
- GRÁFICO 5 – Perfil de acessibilidade entre os estudantes do curso popular
- GRÁFICO 6 – Grau de dificuldade da Química para os estudantes do curso popular
- GRÁFICO 7 – Aplicativos educativos para os estudantes do curso popular
- GRÁFICO 8 – Uso do PhET® para os estudantes do curso popular
- GRÁFICO 9 – Perfil de acessibilidade entre os estagiários da Licenciatura em Química
- GRÁFICO 10 – Grau de dificuldade da Química para os estagiários da Licenciatura em Química
- GRÁFICO 11 – Aplicativos educativos para os estagiários da Licenciatura em Química
- GRÁFICO 12 – Uso do PhET® para os estagiários da Licenciatura em Química

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Objetivo geral	11
1.2. Objetivos específicos	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Informática na educação em ciências	12
2.2. Aplicativos e jogos no ensino de Química	13
2.3. Aplicativo PhET®	15
2.4. Educação popular	16
3. METODOLOGIA	17
3.1. Caráter, local e sujeitos	17
3.2. Sequência didática	17
3.3. Coleta de dados	19
3.4. Construção e validação do questionário	19
3.5. Análise dos dados	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Diários de campo	21
4.1.1. Diário de campo – Escola	21
4.1.2. Diário de campo – Curso popular	23
4.2. Questionário	24
4.3. Pesquisa de trabalhos realizados na literatura	34
5. CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A	40
APÊNDICE B	42
APÊNDICE C	44
APÊNDICE D	46
APÊNDICE E	48

1. INTRODUÇÃO

A construção do presente trabalho surge por uma série de percepções do autor a partir de suas práticas ao longo dos Estágios de Docência do curso de Licenciatura em Química e da sua experiência como professor voluntário em um curso popular preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e para o vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Nestas vivências observou as dificuldades que diversos estudantes apresentam em relação aos conteúdos de Química, como aqueles envolvendo o balanceamento de equações químicas, que requer um entendimento de proporções e é de fundamental importância para os demais temas estudados nessa disciplina, como Estequiometria, Termoquímica, Cinética Química e outros.

Nesse sentido, o autor e seu orientador pensaram na possibilidade do uso de um *software* para o ensino de ciências. De fato, o orientador deste trabalho já vem, há alguns anos, desenvolvendo projetos com o uso do *software* Modellus[®] para o ensino de diversos tópicos das disciplinas de Físico-Química (ensino superior), como Cinética Química e Teoria Cinética dos Gases. Esse *software* é bastante usado no ensino superior, principalmente em disciplinas de Físico-Química e de Física. Algumas das vantagens desse programa é que ele dá uma grande liberdade ao educador de programar diferentes modelos para aplicação e apresenta uma visualização bastante didática para o estudante. Além disso, é de conhecimento geral que vivemos em um período de notável avanço tecnológico e com cada vez mais acesso às tecnologias pela população. Dessa forma, vem crescendo a discussão a respeito do uso de tecnologias para o ensino e a aprendizagem.

A partir do problema apresentado pelo autor e do *know-how* do orientador com o uso do Modellus[®], foi construído um projeto de pesquisa sobre o uso deste *software* para o ensino de Química em uma escola estadual de ensino médio e em curso popular preparatório para o ENEM e para o vestibular da UFRGS, ambos do município de Porto Alegre. Entretanto, conforme o planejamento da execução do projeto avançou de forma mais pragmática, uma primeira grande barreira se impôs, a de haver a necessidade de laboratórios de informática com computadores para os estudantes, o que não havia nem na escola nem na sede do curso popular. Uma alternativa seria trazer os estudantes para a UFRGS. Porém, essa possibilidade apresentou dois problemas. O primeiro seria encontrar um laboratório de informática maior do que o do Instituto de Química (com um número maior de computadores) e reservá-lo em um prazo viável, bem como ter a certeza que fosse possível a instalação do programa. O Modellus[®], infelizmente, é um projeto que foi descontinuado e suas versões não podem ser

baixadas em todos os sistemas operacionais. O segundo problema seria uma possível baixa adesão dos alunos da escola, pois eles moram na zona sul de Porto Alegre (relativamente longe do Campus do Vale) e estudam a noite, ou seja, muitos trabalham durante o dia.

Frente a esses problemas, fortaleceu-se o entendimento de que o uso de um aplicativo de celular seria algo muito mais prático, pois dispensaria a necessidade de um laboratório de informática, visto que grande parte das pessoas possui um aparelho de celular (mesmo pessoas com menor poder aquisitivo) e permitiria um maior dinamismo. Aliás, o uso indevido de celulares em aula tem sido uma reclamação recorrente por parte de vários educadores. Logo, atribuir um sentido pedagógico ao celular poderia ser algo interessante no convívio da sala de aula. Dessa forma, optou-se pelo uso do PhET[®], uma plataforma *online* de simulações matemáticas, físicas e químicas, e que possui uma versão adaptada para aparelhos de celular, como estratégia didática para o estudo de balanceamento químico em uma escola estadual de ensino médio e em curso popular preparatório para o ENEM e para o vestibular da UFRGS.

1.1. Objetivo geral

A presente pesquisa tem por objetivo perceber como estudantes interagem com um aplicativo de ensino de ciências e o avaliam como ferramenta educacional para o ensino de Química.

1.2. Objetivos específicos

A presente pesquisa tem por objetivos:

- Perceber como estudantes de uma escola estadual, da zona sul de Porto Alegre, interagem com o aplicativo PhET[®], utilizado para o estudo de balanceamento químico, e o avaliam como ferramenta que favoreça o processo de ensino-aprendizagem.
- Perceber como estudantes de um curso popular preparatório para o ENEM e para o vestibular da UFRGS, do Centro Histórico de Porto Alegre, interagem com o aplicativo PhET[®], utilizado para o estudo de balanceamento químico, e o avaliam como ferramenta que favoreça o processo de ensino-aprendizagem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Informática na educação em ciências

Atualmente, se tem uma grande facilidade de acesso a computadores e à internet, sendo importante para os educadores e estudantes (re)conhecer os recursos da era digital. Nesse sentido, o Governo Federal mantém o Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo)^[1], programa que leva computadores e recursos digitais às escolas públicas com o objetivo de fomentar a utilização da informática como ferramenta pedagógica. Porém, de acordo com Eichler e Del Pino^[2], a tecnologia deve atender às necessidades da sociedade, e não a sociedade se adaptar à uma imposição mercadológica. Dessa forma, eles discutem que uma avaliação contextualizada dos *softwares* é imprescindível, de forma a garantir que sejam acessíveis à comunidade escolar, que satisfaçam às características dos professores e dos alunos e que sejam pertinentes aos currículos. Ribeiro e Greca^[3] ressaltam que o uso de *softwares* pode apresentar uma alternativa interessante para o ensino de química, a qual possui símbolos muito específicos, que se tornam “invisíveis” aos alunos. Nesse sentido, a informática exerce um papel importante ao trabalhar uma competência representativa. Porém, os autores chamam a atenção de que essa nova abordagem altera o contexto educacional e provoca mudanças nos papéis dentro das salas de aulas, o que deve ser analisado com muita prudência.

Ribeiro e Greca^[3] salientam ainda que ferramentas computacionais de simulação podem ser utilizadas dentro de uma perspectiva construtivista, já que a partir da modelização, que inclui o estabelecimento e a mudança de parâmetros que afetam os fenômenos estudados, se permite a realização de testes e adaptações, os quais proporcionam um conhecimento científico construído. Entretanto, Jong & van Joolingen^[4] atentam que quando não há, por parte dos alunos, a existência de algumas habilidades específicas (como gerar hipóteses ou interpretar resultados), o professor deve fornecer recursos de suporte, como a aplicação de tarefas paralelas (como jogos e exercícios). Em termos de modelização, é importante citar o trabalho de Eichler e Del Pino^[2], que trata da aplicação do software Rutherford a um grupo de professores para o estudo de estrutura atômica. Com o uso desse programa é possível avaliar a dispersão de partículas alfa, bem como definir e controlar alguns parâmetros, como o tempo de contagens do cintilador e qual metal que será o alvo do bombardeio das partículas. Com o Rutherford se pode analisar a relação entre o número de contagens do cintilador e as energias das partículas, o que permite se direcionar um estudo sobre as relações serem diretamente ou

inversamente proporcionais e de que forma isso pode ser explicado. Os pesquisadores constataram uma surpresa por parte dos professores com a obtenção de uma relação inversa, o que levou, então, à discussão de ideias e à construção de modelos para a explicação do fenômeno. Balen e Netz^[5] fizeram uso do software Modellus[®] para trabalhar as representações microscópica, macroscópica e simbólica de modelos de gases reais e ideais com estudantes universitários das áreas de ciência e tecnologia. Concluiu-se nesse trabalho que a metodologia adotada através do uso do programa propiciou uma evolução conceitual, principalmente considerando os níveis simbólico e macroscópico. Em 2012 foi publicado um trabalho por Mendes *et al*^[6] com a aplicação do *software* Modellus[®] para o estudo de mecânica no primeiro ano do ensino médio. Os autores optaram por esse programa pelo fato de ele ser obtido gratuitamente pela internet, não necessitar de um alto desempenho de máquina e não exigir conhecimentos aprofundados de linguagem de programação. Nesse trabalho se concluiu que a utilização da simulação computacional aliada à experimentação proporcionou uma aprendizagem mais significativa do que a simulação ou a experimentação de formas isoladas.

2.2. Aplicativos e jogos no ensino de Química

No ano de 2016, Nichele e Do Canto^[7] fizeram um importante levantamento a respeito de trabalhos na literatura em que foram utilizados aplicativos como recursos didáticos. As autoras ressaltam a utilização de tecnologias digitais (TD), como *smartphones* e *tablets*, como estratégias para romper o sistema tradicional de ensino, centrado na sala de aula e na transmissão de conhecimentos, a partir da possibilidade da interação entre as pessoas a partir de qualquer local e em qualquer momento, o que é conhecido como *mobile learning*, ou seja, aprendizagem com mobilidade, a qual propicia a prática do *bring your own device* (BYOD)^[8], ou seja, traga o seu próprio dispositivo, bem como a criação de ambientes educacionais híbridos, nos quais ocorre uma conexão entre as atividades em sala de aula com as atividades a distância de forma dinâmica. As autoras observam que existem diferentes formas de se trabalhar com ambientes híbridos, sendo uma delas o *flippedlearning*^[9], ou seja, sala de aula invertida (tradução livre das autoras). Com o *flippedlearning*, os alunos podem estudar previamente os conteúdos através do uso das TD. Alguns exemplos citados são a possibilidade de assistir a vídeos ou da leitura de *e-books*, entre outros. A partir do uso de algumas palavras-chaves, como *chemistry*, *app*, *tablets* e outras, Nichele e Do Canto identificaram 50 artigos entre os anos de 2011 e 2015 relacionados ao uso de TD para o

ensino de Química. Dos 50 artigos encontrados, foi feito um refinamento e observou-se que apenas 7 trabalhos de fatos tratavam da utilização de aplicativos no ensino de Química, sendo que desses 7 apenas 1 era voltado ao ensino básico, os outros 6 estavam relacionados ao ensino superior. A análise desses trabalhos ainda permitiu a visualização de que parte deles utilizava aplicativos “gerais” para o ensino de Química, como o Notability[®] (que possibilita a realização de anotações, substituindo, dessa forma, o caderno) e o Bamboo Paper[®] (que permite anotações de várias cores, com o uso de fotos e imagens). Outros trabalhos utilizavam aplicativos específicos de Química, como o Moléculas[®], K12 Periodic Table[®], Socrative Teacher[®], iMolview[®] e outros. As autoras ponderam que alguns fatores devem ser considerados para a utilização das TD no ensino, tanto no contexto do BYOD quanto no do *flippedlearning*, tais como os alunos terem acesso às TD, a disponibilidade do aplicativo no sistema operacional (a grande maioria dos aparelhos opera com Android e iOS) e a gratuidade, tanto quando se pensa em alunos da rede pública quanto nos da rede privada.

Uma das diferentes formas pelas quais os aplicativos podem ser utilizados é através dos jogos. Porém, de acordo com Cunha^[10], um jogo somente pode ser aceito como tendo caráter educacional se ele apresentar dois requisitos fundamentais em equilíbrio, ser lúdico (prazer envolvido na prática) e educativo (permite o desenvolvimento e a construção de conhecimentos e habilidades). A autora ainda destaca os objetivos que devem nortear o uso de jogos no ensino de Química:

... Dentre os muitos objetivos relacionados ao ensino, podemos destacar:

- a) proporcionar aprendizagem e revisão de conceitos, buscando sua construção mediante a experiência e atividade desenvolvida pelo próprio estudante;
- b) motivar os estudantes para aprendizagem de conceitos químicos, melhorando o seu rendimento na disciplina;
- c) desenvolver habilidades de busca e problematização de conceitos;
- d) contribuir para formação social do estudante, pois os jogos promovem o debate e a comunicação em sala de aula;
- e) representar situações e conceitos químicos de forma esquemática ou por meio de modelos que possam representá-los (CUNHA, p. 95).

A autora ainda faz algumas críticas com relação ao uso dos jogos meramente como recurso em sala de aula, sem que se leve em consideração todo um contexto pedagógico, e ainda apresenta algumas inquietações:

Por que se joga nas aulas de química? Como se constrói um jogo realmente didático em química? Que fatores pedagógicos e sociais devem ser considerados quando se pretende utilizar atividades lúdicas em sala de aula? Como se joga numa sala de aula (CUNHA, P. 98)?

Um jogo que tem sido referência na área é o Carbópolis^{®[11]}, desenvolvido pela Área de Educação em Química da UFRGS com auxílio do PET/Informática, também da UFRGS, e está disponível de forma gratuita para *download*. O jogo é uma simulação fictícia sobre questões ambientais relacionadas à poluição e à chuva ácida e que utiliza a resolução de problemas como estratégia.

2.3. Aplicativo PhET[®]

Dentre os diversos aplicativos disponíveis, um dos mais populares é o PhET^{®[12]}, que representa, na verdade, um grande projeto, PhET[®] Interactive Simulations, fundado em 2002 pelo prêmio Nobel Carl Wieman. O projeto foi desenvolvido na Universidade do Colorado Boulder e tem como propósito o desenvolvimento de simulações, de forma gratuita, nas áreas de matemática, física e química. As simulações podem ser feitas de forma *online* no *site* do PhET[®], que pode ser visualizado na Figura 1, ou através do *download* do aplicativo em *smartphones*.

Figura 1.



2.4. Educação popular

Pesquisas que envolvam a utilização de aplicativos, que possibilitem a compreensão de fenômenos químicos, de difícil assimilação por parte dos alunos, principalmente em relação aqueles temas que apresentam um maior grau de dificuldade, são de grande importância para a educação, principalmente quando se pensa na educação pública e na educação popular. Conforme Pereira^[13], a educação popular se apresenta como uma alternativa para estudantes oriundos de classes historicamente excluídas da sociedade. No Rio Grande do Sul, um número muito pequeno de jovens chega ao ensino superior e um número ainda menor tem acesso à universidade pública. O ingresso no ensino superior se dá através do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e da realização de provas em vestibulares, os quais se apresentam como barreiras entre a educação básica e o ensino superior. Para conseguir a aprovação nesses processos seletivos, é comum os estudantes buscarem os chamados “cursinhos”. No entanto, os custos de um cursinho privado são muito elevados, o que acaba por excluir ainda mais as massas assalariada e desempregada, sem falar na forma como esses cursos se constituem, seguindo uma lógica de mercado e se apresentando como prestadores de serviço. Surgem então os cursos populares, que atuam em uma lógica diferente, sem fins lucrativos, em que os estudantes tem acesso a um ensino gratuito ou a um baixo custo (somente para cobrir despesas, como aluguel de espaço e auxílio para professores). Além do aspecto financeiro, o autor ainda ressalta a respeito dos cursos populares:

... procuram operar em uma dimensão crítica da educação, não se limitando à revisão de conteúdos para as provas do vestibular, por mais que não possam abrir mão disso, avançando em busca de dotar o ato pedagógico de sentido dentro da realidade concreta do seu público (PEREIRA, p. 55).

Em Porto Alegre existem algumas iniciativas de espaços alternativos para a educação popular com objetivo de preparação para os processos seletivos das universidades, principalmente para o ingresso na UFRGS, como o curso do Centro dos Estudantes Universitários de Engenharia (CEUE) e o Zumbi dos Palmares, que são precursores na capital. Além deles, outros projetos se tornaram bastante conhecidos, como a Organização Não Governamental para Educação Popular (ONGEP), o Alternativa Cidadã (PEAC) e o Resgate.

3. METODOLOGIA

3.1. Caráter, local e sujeitos

A pesquisa teve caráter qualitativo e foi realizada durante o segundo semestre letivo do ano de 2018 em duas turmas diferentes: 1. uma turma noturna com 8 estudantes de segundo ano do ensino médio de uma escola pública estadual da zona sul do município de Porto Alegre/Rio Grande do Sul/Brasil, na qual o autor (formando do curso de Licenciatura em Química da UFRGS) atuou realizando o seu Estágio de Docência em Ensino de Química III – C (QUI01043); 2. uma turma diurna (manhã) com 20 estudantes de um curso popular preparatório para o ENEM e para o vestibular da UFRGS, do Centro Histórico de de Porto Alegre/Rio Grande do Sul/Brasil, na qual o autor atua como professor voluntário desde o ano de 2014.

3.2. Sequencia didática

O método aplicado consistiu na utilização do aplicativo PhET[®] em uma aula com o intuito de se estudar o balanceamento de equações químicas. A sequencia didática realizou-se nas seguintes etapas:

-Na aula anterior à realização da atividade proposta, o autor solicitou que os estudantes fizessem o *download* do aplicativo, caso tivessem acesso à internet. Essa etapa foi determinante para a realização da atividade na escola, que não disponibilizava *wi-fi* para os alunos.

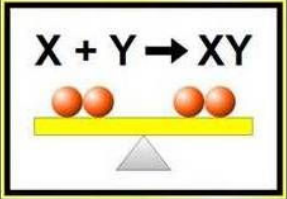
-No dia da atividade, o autor abriu uma apresentação de *slides* e a iniciou orientando os alunos que ainda não tinham feito o *download* do aplicativo a fazê-lo. Obviamente, esta etapa se aplicou somente aos alunos do curso popular, que tinham acesso à rede.

-Em seguida, os alunos foram orientados com a manipulação inicial do aplicativo. Foi solicitado aos estudantes que trabalhassem com a versão em inglês.

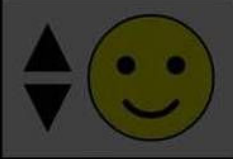
-No item “*Introduction*” (Figura 2), o autor trabalhou dois exemplos fornecidos pelo aplicativo, o de síntese da amônia e o da hidrólise, enquanto deixou o exemplo da combustão do metano para os próprios alunos praticarem. Nesta etapa, foi sugerido aos estudantes que inserissem a ferramenta da representação ilustrativa de uma balança (Figura 3).

Figura 2.

Balancing Chemical Equations



Introduction



Game





PhET 

Figura 3.

Tools:  


0 0




0 N₂ + 0 H₂

→




0 0




0 NH₃

Make Ammonia
 Separate Water
 Combust Methane


Balancing Chemical Equations

PhET 

-Por fim, foi solicitado que os estudantes selecionassem o ítem “Game” e foi dado um tempo livre para que eles praticassem o jogo proposto pelo aplicativo no *Level 1* (nível mais fácil).

3.3. Coleta de dados

Após, os estudantes foram convidados a participarem da pesquisa, sendo fornecido um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A e Apêndice B) e um Questionário (Apêndice C) para eles assinarem e responderem, respectivamente. Os dados foram coletados de três diferentes formas: 1. Escrita de um diário de campo^[14]; 2. Aplicação de um Questionário após a atividade; 3. Pesquisa de trabalhos realizados na literatura. De acordo com Campos^[15], a obtenção de diferentes fontes de dados, o que é chamada de triangulação de teorias, é uma importante forma de se buscar uma validação intrínseca da análise, a partir do embasamento de cada uma das diferentes teorias.

3.4. Construção e validação do Questionário

O questionário foi construído com 16 questões fechadas^[16], sobre a caracterização dos sujeitos, a acessibilidade, a dificuldade em relação aos conteúdos de Química, o uso de aplicativos com fins educativos, específicas sobre o PhET[®] e, por fim, um espaço livre para comentários.

Foram perguntadas três questões de caracterização dos sujeitos:

Q01. Qual a sua idade? _____.

Q02. Qual o seu gênero? Masculino () Feminino () Não-binário () Outro ()

Q03. Em qual instituição de ensino você estuda atualmente? _____.

As respostas para as questões de **Q04 a Q16** seguiram a Escala Likert^[17], variando de 1 a 5: 1-Discordo, 2-Discordo parcialmente, 3-Nem concordo nem discordo, 4-Concordo parcialmente e 5-Concordo.

As questões de acessibilidade foram as seguintes:

Q04. Possui celular com acesso à internet?

Q05. Tem acesso ao *wi-fi* em casa?

Q06. Tem acesso ao *wi-fi* na escola?

Com relação às dificuldades que os estudantes encontram em relação aos conteúdos de Química, duas questões foram feitas:

Q09. Considera os conteúdos de Química difíceis?

Q10. Considera os conteúdos de Química abstratos?

As questões relacionadas ao uso e aplicativos para fins educativos foram as seguintes:

Q07. Utiliza (ou já utilizou) aplicativos para fins educativos?

Q14. Algum(a) professor(a) já tinha feito uso de algum aplicativo em sala de aula?

Q15. Gostaria que algum aplicativo fosse utilizado como recurso nas aulas?

Q16. O uso de algum aplicativo facilitaria o teu aprendizado em Química?

Por fim, mais quatro questões específicas a respeito do PhET® foram realizadas:

Q08. Já conhecia o aplicativo PhET®?

Q11. Houve facilidade para baixar o aplicativo PhET®?

Q12. A manipulação do aplicativo PhET® foi fácil?

Q13. Considerou relevante o uso do aplicativo PhET®?

A ordem das questões seguiu uma ordem relacionada à sequência didática e não de acordo com bloco ao qual cada uma pertencia. Para validação, o questionário foi aplicado em uma amostra de 6 alunos do curso de Licenciatura em Química da UFRGS, matriculados na disciplina de Estágio 3. Essa amostra foi escolhida por conveniência. Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D) específico foi assinado pelos voluntários.

3.5. Análise dos dados

Com relação à análise propriamente dita, os dados serão analisados através de uma Análise de Conteúdo^[18], que faz uso de um conjunto de técnicas que possibilite a busca do sentido ou dos sentidos de um documento. Campos^[15] define, *apud* Rodrigues e Leopard^[19], Análise de Conteúdo como:

... estudo tanto dos conteúdos nas figuras de linguagem, reticências, entrelinhas, quanto dos manifestos (CAMPOS, p. 612).

A análise de conteúdo foi feita com o intuito de se perceber a forma pela qual os alunos nomeiam seu relacionamento com o aplicativo PhET®, bem como compreender de que forma eles o avaliam pelos sentidos dados na suas falas/escritas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diários de campo

Os diários de campo foram escritos após as atividades realizadas na escola e no curso popular, antes de qualquer análise dos questionários respondidos pelos alunos. Foram escritos dois diários diferentes para cada uma das atividades. A escrita do diário pelo autor é apresentada a seguir na primeira pessoa do singular.

4.1.1. Diário de campo – Escola

No dia 06/11/2018 eu cheguei na escola em torno das 18h45, pois gostaria de deixar o *data show* instalado previamente ao início da aula, que seria às 19h. Obviamente, havia certo nervosismo, que passava desde a ansiedade para não haver problema com o *data show* até a preocupação de que os alunos não faltassem à aula e que fizessem a atividade. Tive que aguardar um pouco até a supervisora pedagógica chegar, pois ela é quem tinha acesso ao equipamento. Enquanto eu esperava, fiquei sabendo que haveria uma palestra no segundo período (das 19h45 às 20h30), o que impossibilitaria a realização da atividade que havia planejado com a turma 203 (minha aula com a turma é sempre nos dois primeiros períodos, 19h às 20h30, das terças-feiras). Porém, assim que a supervisora chegou, ela disse que a minha turma não precisaria assistir à palestra e que eu poderia tranquilamente realizar a atividade com ela. Fomos então para a sala da turma, a Professora instalou o *data show* e eu abri a apresentação de slides. Inicialmente, aguardei em torno de 15 minutos para que mais alunos chegassem. Um número considerável de alunos da turma tem o hábito ou de faltar ou de chegar bastante atrasado. Em torno das 19h30 eu comecei a atividade com nove alunos, sendo que uma aluna entrou no segundo período, completando dez estudantes. Como já tinham se passado algumas aulas que os alunos haviam estudado o tema “balanceamento químico” (nosso conteúdo alvo), eu fiz uma breve revisão no quadro negro sobre balanceamento, usando uma equação química como exemplo. Para minha surpresa, era como se eu estivesse falando pela primeira vez sobre o assunto. Isso tornou o início da atividade mais difícil do que o previsto. Dado início à apresentação em *slides*, brevemente eu mostrei como era feito o *download* do aplicativo. Como a escola não disponibiliza *wi-fi* para os alunos, na aula anterior eu já havia solicitado que os alunos baixassem o aplicativo, caso tivessem acesso à rede em algum local. Em virtude de parte da turma não ter podido efetuar o

download, eu sugeri que os estudantes trabalhassem em duplas ou em trios. Os passos iniciais da manipulação do aplicativo foram aparentemente tranquilos, até que chegamos ao balanceamento da primeira equação, a de síntese da amônia. Essa etapa foi bastante difícil. Os alunos tiveram muita dificuldade em “enxergar” o que estava acontecendo, como se não fizesse sentido algum para eles aquilo, o que me fez, inclusive, recorrer ao quadro negro. Um aluno acabou até comentando “ah, professor, eu prefiro no quadro, do jeito tradicional”. Em seguida, retomamos a sequencia didática proposta com a exemplificação da quebra da água. A partir desse exemplo os alunos começaram a demonstrar um maior entendimento e passaram a conseguir relacionar o uso da animação da balança com os ajustes na equação. O último exemplo, da combustão do metano, eu deixei para que eles fizessem sozinhos. Conforme foram tentando, eu pude ir passando de grupo em grupo e percebendo as dificuldades específicas e tentando ajudá-los com essas dificuldades, mas ao mesmo tempo me “policinando” para não responder de fato. Foi possível perceber a dificuldade dos estudantes em identificar os coeficientes estequiométricos como números que representam o número de moléculas. Nesse aspecto, me parece que o aplicativo poderia ser aperfeiçoado para que as representações das moléculas ficassem, ao menos, maiores. Claramente os alunos se confundiam quando tentavam olhar o quadro com as moléculas, mas foram se acostumando com o uso da representação da balança com os átomos. Outro ponto de dificuldade aparece quando trabalhamos com moléculas que chamamos habitualmente com o mesmo nome do elemento, como no caso do O_2 , que de forma habitual chamamos como oxigênio ao invés de dióxigênio. Para os alunos essa situação gera uma espécie de conflito de informações, principalmente quando ainda não está clara para eles a diferença entre átomos e compostos moleculares. Mesmo que alguns alunos apresentassem maiores ou menores dificuldades, todos conseguiram realizar o exemplo da combustão do metano com êxito. Por fim, eu os orientei sobre como realizar o *game* proposto pelo aplicativo. Em um primeiro momento, houve certa decepção por parte dos alunos quando perceberam que para o jogo não tinha a opção da representação da balança, ou seja, eles deveriam ajustar a equação sem esse auxílio. Por um lado pensei que essa seria uma limitação do aplicativo, já que a representação da balança se mostrou importante para os acertos dos alunos. Por outro lado, me dei conta de que o uso contínuo da balança poderia gerar um acerto “artificial”, já que a pessoa poderia de forma aleatória modificar os coeficientes até que as balanças se tornem equilibradas. Conforme os alunos foram praticando, mais uma vez eu fui passando pelos grupos para auxiliar nas dúvidas (nesta situação também evitando responder de fato). Infelizmente, por conta do tempo, não pude deixá-los praticarem muito, mas o pouco que observei foi o

suficiente para perceber que eles se divertiram com o jogo. Ou seja, mesmo sendo sobre um conteúdo de Química, a partir das intervenções do professor o jogo consegue “prender” a atenção de quem joga e é capaz de se tornar interessante. Ao final, eu convidei os alunos a responderem ao questionário e expliquei sobre o termo de consentimento. Um aluno pediu ajuda para interpretar o texto do termo, então expliquei que ali estava descrito que os dados do questionário seriam utilizados com propósitos acadêmicos e científicos, e que as identidades dos alunos seriam mantidas sob sigilo. Com relação às respostas do questionário, um estudante perguntou o que era “não-binário” na pergunta sobre o gênero. Então uma colega aproveitou a pergunta para também ter sua dúvida sanada. Ela questionou se isso era relacionado ao fato de a pessoa ser gay ou não. Então eu expliquei que essa era uma questão de gênero, que não tinha a ver com sexualidade, e que pessoas não-binárias são aquelas que não se identificam nem como homens nem como mulheres. Outro questionamento partiu de uma aluna, que não tinha entendido se a pergunta sobre o conhecimento prévio do aplicativo era em relação ao período anterior ou posterior à aula, pois com a atividade ela passou a conhecer o aplicativo. Neste momento expliquei que a questão se tratava ao período anterior à aula. Após, dois alunos disseram que não haviam entendido o significado de “abstrata” (em relação à Química), o que me levou a explicar como sendo algo que não fizesse sentido para eles, que eles não pudessem “enxergar” no “mundo real”. Por fim, houve também certa confusão em relação à Escala Likert, fazendo com que eu a explicasse.

4.1.2. Diário de campo – Curso popular

No dia 07/11/2018 eu cheguei no curso em torno das 8h20, pois ministraria o Pré-ENEM de Química a partir das 8h30. A primeira parte foi dedicada à revisão de questões relacionadas à prova do ENEM, sem relação com a aplicação da metodologia do Trabalho de Conclusão. Foi dado um intervalo para os estudantes das 10h às 10h20 e, após isso, retomei com a realização da atividade. Inicialmente, coloquei no quadro a senha do *wi-fi* e instruí os alunos a fazerem o *download* do aplicativo. Assim como havia ocorrido no dia anterior, neste dia também havia um nervosismo relacionado à incerteza de que as coisas funcionassem. Ainda mais quando uma aluna disse que não estava conseguindo o sinal da rede. Porém, logo ela conseguiu e todos os demais também conseguiram acessar. Além disso, a grande maioria já havia baixado ao longo da semana, pois eu havia solicitado isso na aula anterior, justamente para que não houvesse uma sobrecarga de muitos usuários fazendo *download* ao mesmo tempo. A atividade se deu com a presença de 21 alunos. No início houve um pouco de

confusão na manipulação do aplicativo, pois alguns dos alunos selecionaram o idioma português, que acaba ficando em uma configuração diferente (mais confusa, inclusive) do inglês. Então auxiliei os alunos a retornarem ao *Home* e selecionarem o idioma inglês. Diferente do que havia ocorrido na escola, os alunos do curso acompanharam com bem menos dificuldade desde o início. Não somente a representação da balança, mas também a representação das moléculas pareceu fazer sentido para a turma. Assim como eu havia feito na escola, fiz junto com a turma os exemplos da síntese da amônia e da quebra da água, e deixei o exemplo da combustão do metano para a turma fazer. Claro que alguns alunos apresentaram dificuldades muito semelhantes às dos alunos da escola, mas que foram sendo superadas mais facilmente, inclusive através das ferramentas do aplicativo. Em seguida, estimulei os alunos a realizarem o *game* disponibilizado pelo aplicativo. Esse foi de fato o ponto alto da manhã. Eles realmente demonstraram bastante satisfação e diversão ao jogar, foram por si só aumentando o nível de dificuldade (o aplicativo fornece três níveis) e passaram aos poucos a competir entre si. Como eu tinha mais tempo disponível do que tive na escola, eu deixei os alunos jogando por um tempo um pouco maior. Apesar de os estudantes estarem em um ótimo momento de descontração com o aplicativo, em dado momento eu tive que interrompê-los e convidá-los a preencherem o questionário. Algumas dúvidas foram similares às que apareceram na escola, como o conceito de “abstrata” (em relação à Química). Outro questionamento que apareceu foi sobre o que de fato se poderia escrever no espaço livre para comentários. Alguns alunos ficaram em dúvida se deveriam falar especificamente sobre a prática realizada, sobre o aplicativo exclusivamente, ou ainda se poderiam falar sobre a Química de forma mais abrangente. Eu respondi que eles tinham total liberdade para escrever, que todas essas possibilidades levantadas eram válidas.

4.2. Questionário

As respostas relacionadas à caracterização dos sujeitos são apresentadas na Tabela 1. A idade média dos alunos da escola se apresenta um pouco acima do esperado para o segundo ano do ensino médio, que seria de 16 anos. Porém, essa era uma turma noturna, que possui um número significativo de pessoas que já reprovaram ou que tiveram que interromper os estudos, por motivos diversos, anteriormente. Dos 10 estudantes presentes na aula em que a atividade foi realizada, havia apenas duas meninas e um menino menor de idade. Porém, como o menino e uma das meninas haviam se esquecido de trazer o termo de consentimento assinado pelos responsáveis, as respostas deles não foram recolhidas e seguiu-se a análise

com $n = 8$. Uma das alunas do curso popular também era menor de idade e não havia trazido o termo de consentimento assinado pelos responsáveis, logo, suas respostas não foram recolhidas e seguiu-se a análise com $n = 20$. Percebe-se claramente também um maior desvio padrão na idade da turma do curso popular. Isso resulta de uma maior faixa de idades na turma do curso popular, na que apresenta uma aluna de 33 anos e um aluno de 42 anos. Os resultados marcam também a maioria absoluta de mulheres em ambas as turmas. Apenas uma pessoa em todo o estudo se identificou de forma não binário em relação à sua identificação de gênero.

Tabela 1. Caracterização dos sujeitos.

		Escola	Curso popular
^a Idade (anos)		18,88 ± 1,55	20,75 ± 5,06
	Feminino	6 (75 %)	14 (70 %)
^b Gênero	Masculino	2 (25 %)	5 (25 %)
	Não binário	–	1 (5 %)

^aResultados apresentados como média ± desvio padrão.

^bNúmero absoluto de pessoas (percentual).

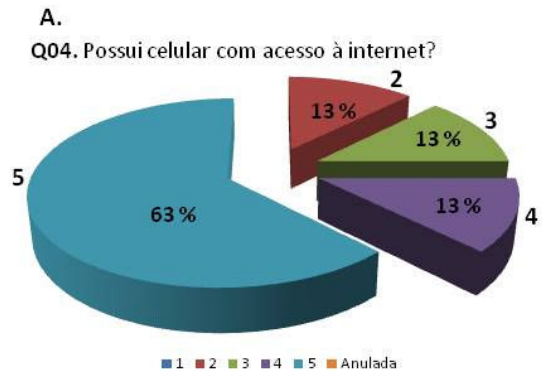
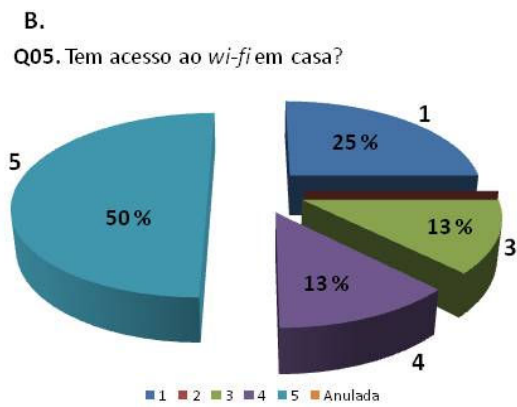
Para as questões de Q04 a Q16, foram consideradas “Anuladas” as questões que apresentaram respostas em branco ou duas ou mais respostas para uma mesma questão. O Gráfico 1 e o Gráfico 2 apresentam o perfil de acessibilidade dos estudantes da escola e do curso popular, respectivamente. As respostas apresentadas nesses gráficos demonstram que o acesso a aparelho de telefone celular e a rede *wi-fi* em casa não é um limitante para os estudantes tanto da escola quanto do curso. Entretanto, apesar de nenhum aluno da escola ter discordado de possuir celular com acesso à internet, um estudante fez o seguinte comentário no espaço livre:

Comentário 1 (escola): *Obs: não tenho celular.*

Como 13 % responderam que discordavam parcialmente, é possível que o estudante esteja diferenciando o fato de não ter um celular de fato dele, mas ter acesso aos aparelhos de pessoas próximas. Já em relação ao acesso ao *wi-fi* na escola ou no curso percebe-se uma carência das instituições. Tanto a escola quanto o curso possuem redes de *wi-fi*, no entanto, não as disponibilizam para os alunos. No curso, em algumas situações especiais, como foi a de aplicação desta atividade, existe a possibilidade de disponibilização da rede, o que poderia

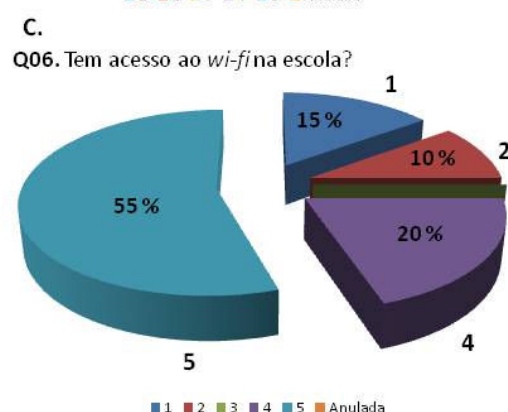
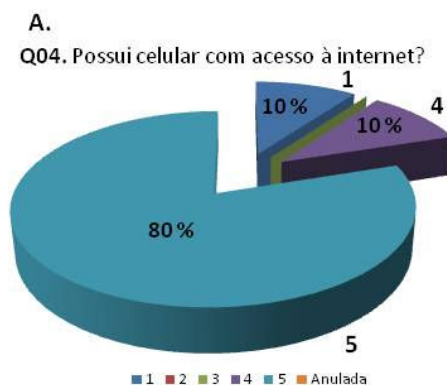
justificar uma maior variabilidade nas respostas dos alunos do curso em relação aos alunos da escola.

Gráfico 1. Perfil de acessibilidade entre os estudantes da escola. **A.** Q04. **B.** Q05. **C.** Q06.



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Gráfico 2. Perfil de acessibilidade entre os estudantes do curso popular.
A. Q04. B. Q05. C. Q06.



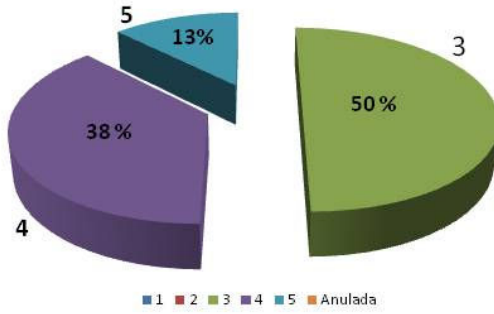
1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Com relação ao nível de dificuldade da Química, é possível observar pelo Gráfico 3 e pelo Gráfico 4 que os alunos tanto da escola quanto do curso realmente consideram os conteúdos de Química difíceis, já que um percentual muito baixo discordou ou discordou parcialmente disso. Também é possível observar que a maioria dos alunos da escola considera os conteúdos de Química como sendo abstratos. No curso, mais alunos concordam ou concordam parcialmente do que discordam ou discordam parcialmente de que esses conteúdos sejam abstratos, porém, com uma diferença bem menor. Vale ressaltar, neste momento, que tanto na escola quanto no curso, alguns alunos questionaram o conceito de “abstrato”, como relatado nos diários de campo. Por isso, há de se considerar com mais cuidado essa questão. Talvez ela deva ser abordada novamente em outro momento e de outra forma.

Gráfico 3. Grau de dificuldade da Química para os estudantes da escola.

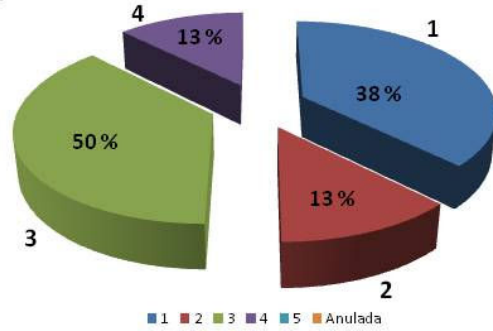
A.

Q09. Considera os conteúdos de Química difíceis??



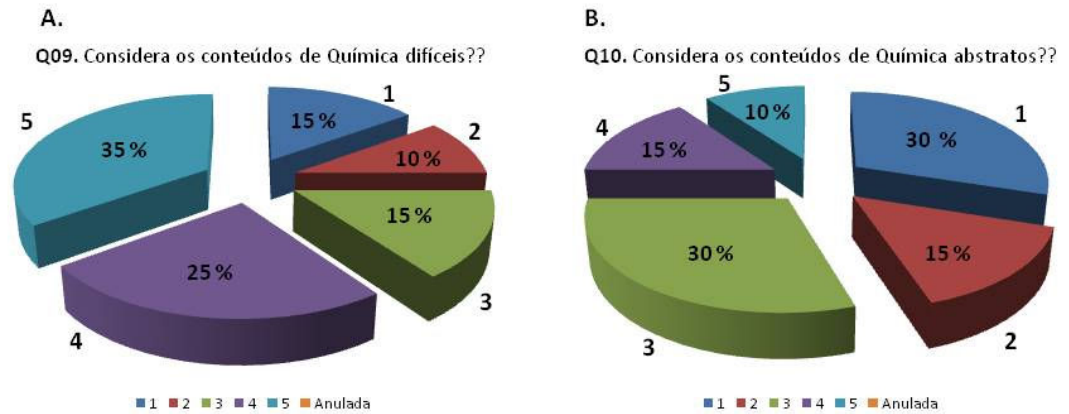
B.

Q10. Considera os conteúdos de Química abstratos??



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Gráfico 4. Grau de dificuldade da Química para os estudantes do curso popular.

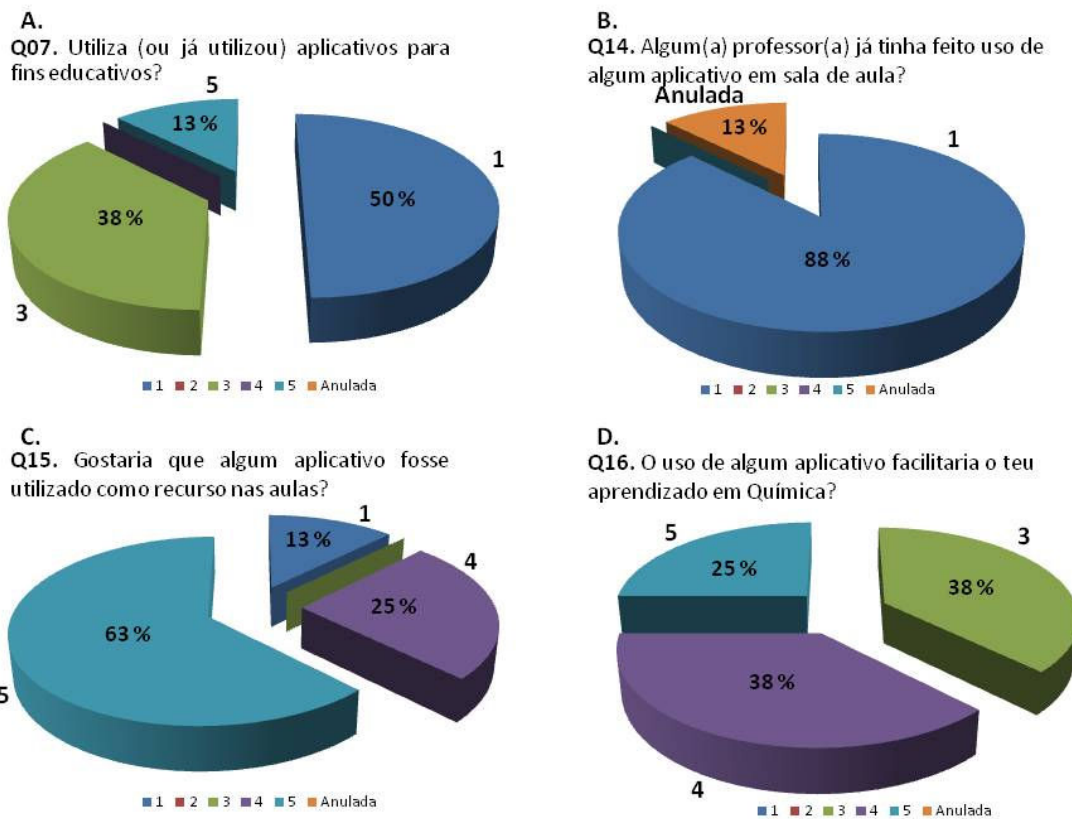


1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Quando abordado o uso de aplicativos, de uma forma geral, para fins educativos, pode-se observar pelo Gráfico 5 e pelo Gráfico 6 nota-se uma diferença bem marcante entre os alunos da escola e do curso, enquanto a maioria na escola nunca havia utilizado aplicativos para fins educativos, no curso o fenômeno é exatamente o contrário. Convém salientar também que na escola, como relatado no diário de campo, houve dúvidas com relação às respostas da Q07 e da Q08. É possível que alguns alunos tenham concordado ou concordado parcialmente sobre o uso pelo fato de terem utilizado o PhET[®] naquela aula. Já quando perguntados sobre a utilização de aplicativos por professores em sala de aula, a maioria tanto dos alunos da escola quanto dos do curso apontou que isso nunca havia ocorrido. Aqui, percebe-se, que os professores do curso popular não fazem o uso de aplicativos como uma estratégia pedagógica, mesmo que os próprios alunos já recorram a essas ferramentas. Esse aspecto poderia ser analisado com mais profundidade em outra oportunidade. Quando perguntados se gostariam que algum aplicativo fosse utilizado nas aulas, a maioria dos alunos da escola concordou. Porém, se isso facilitaria o seu aprendizado, a maioria concordou, mas

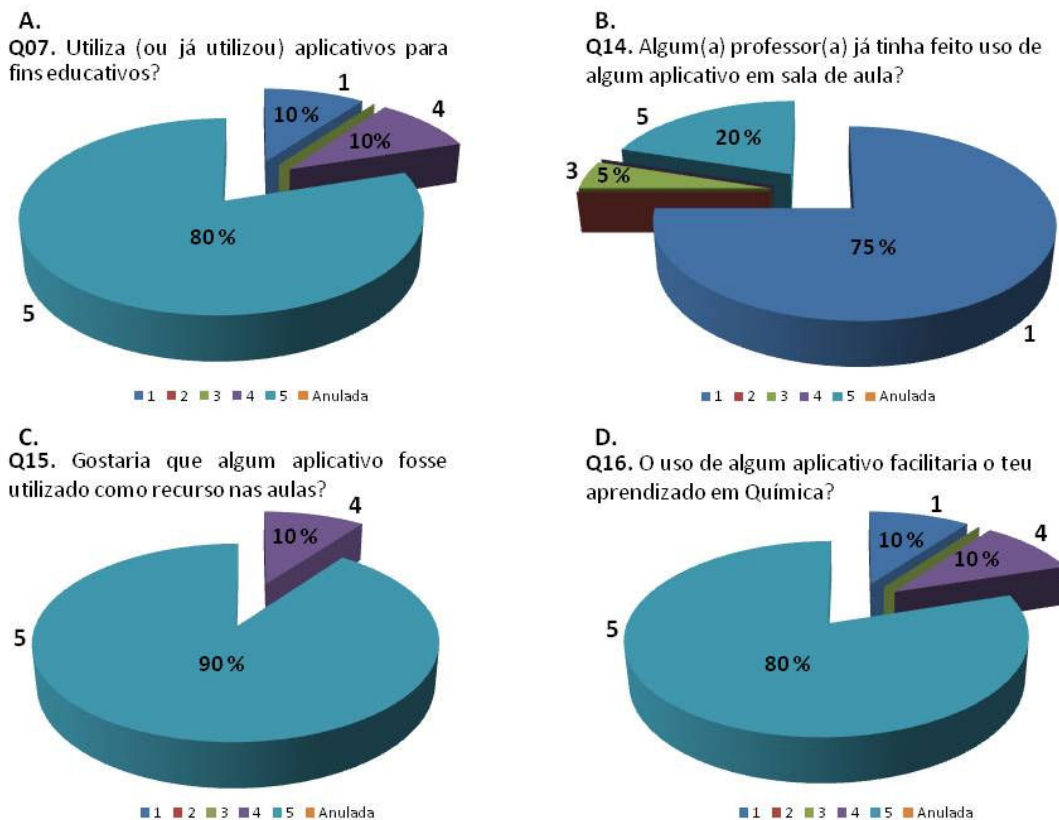
de forma parcial. Já com relação aos alunos do curso, a grande maioria, de 90 % e de 80 %, concordou que gostaria que algum aplicativo fosse utilizado nas aulas e que isso facilitaria a sua aprendizagem, respectivamente. Esse resultado expressivo em relação aos alunos do curso foi ao encontro do resultado anterior que mostrou que a utilização de aplicativos já é um hábito deles, independente de os professores levarem isso para a sala de aula.

Gráfico 5. Aplicativos educativos para os estudantes da escola. **A.** Q07. **B.** Q14. **C.** Q15. **D.** Q16.



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Gráfico 6. Aplicativos educativos para os estudantes do curso popular. **A.** Q07. **B.** Q14. **C.** Q15. **D.** Q16.



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Por fim, o Gráfico 7 e o Gráfico 8 mostram especificamente como os estudantes se relacionaram com o PhET[®]. Observa-se que tanto os alunos da escola quanto os alunos do curso ainda não conheciam o aplicativo apresentado. Porém, nota-se que 13 % das respostas indicaram que essa faixa de alunos da escola concordou que já conhecia o aplicativo, enquanto outros 13 % afirmaram nem discordar nem concordar. Mais uma vez, como já havia sido comentado para a Q07, e possível que essa diferença na escola tenha se dado às dúvidas que os alunos tiveram em relação à Q07 e à Q08, como relatado no diário de campo. Adicionalmente, a maioria dos alunos de ambas as instituições não apresentou dificuldades para fazer o download ou para manipular o PhET[®], assim como a maioria expressiva, 100 % para a escola e 85 % para o curso, considerou relevante o uso dele naquela aula. Quatro alunos do curso ainda fizeram comentários positivos em relação ao uso do aplicativo.

Comentário 1 (curso): *O aplicativo é muito eficiente e ajuda a melhorar o entendimento de Química. Foi uma ótima experiência e vai me ajudar muito daqui pra frente.*

Comentário 2 (curso): *O aplicativo PhET[®] foi muito útil em sala de aula, com certeza facilita o aprendizado no conteúdo de Química. Uma ótima maneira de entender a matéria usando a tecnologia de um jeito descontraído.*

Comentário 3 (curso): *Aplicativo ajuda a aumentar o interesse pois é divertido e estimula novas tentativas já que possui correção.*

Comentário 4 (curso): *Achei divertido.*

Os comentários acima corroboram com as respostas dadas no questionário. Além disso, o Comentário 4 (curso) ilustra a percepção do autor, como foi narrada no diário de campo, principalmente no momento do jogo. Ainda em acordo com o diário de campo, um comentário faz uma crítica ao aplicativo.

Comentário 5 (curso): *O aplicativo poderia ser mais amplo como no PC.*

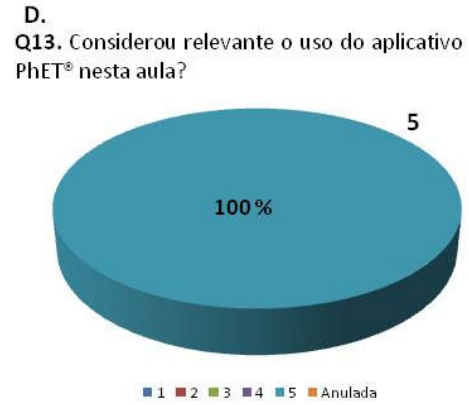
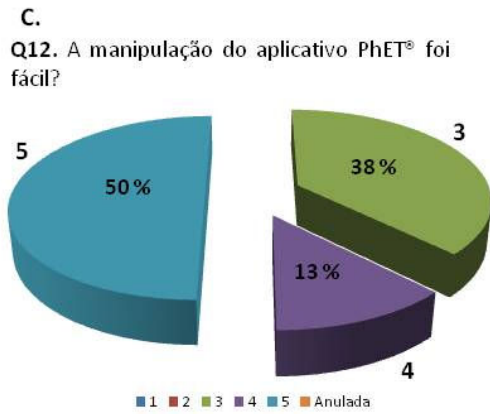
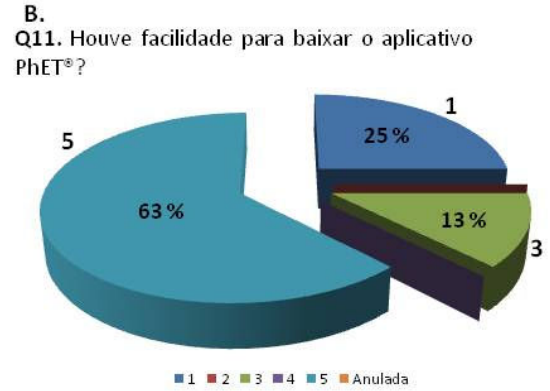
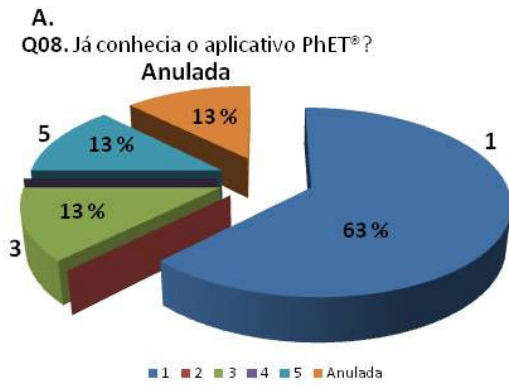
Provavelmente esse comentário utilize o termo “amplo” no sentido de tamanho mesmo, já que no aplicativo não há a opção de aumentá-lo, o que faz com que várias representações, como as das moléculas e dos átomos, fiquem pequenas.

Um aluno da escola ainda fez um comentário surpreendente:

Comentário 2 (escola): *Acho muito interessante as aulas de Química mas o uso do celular em aula sou contra.*

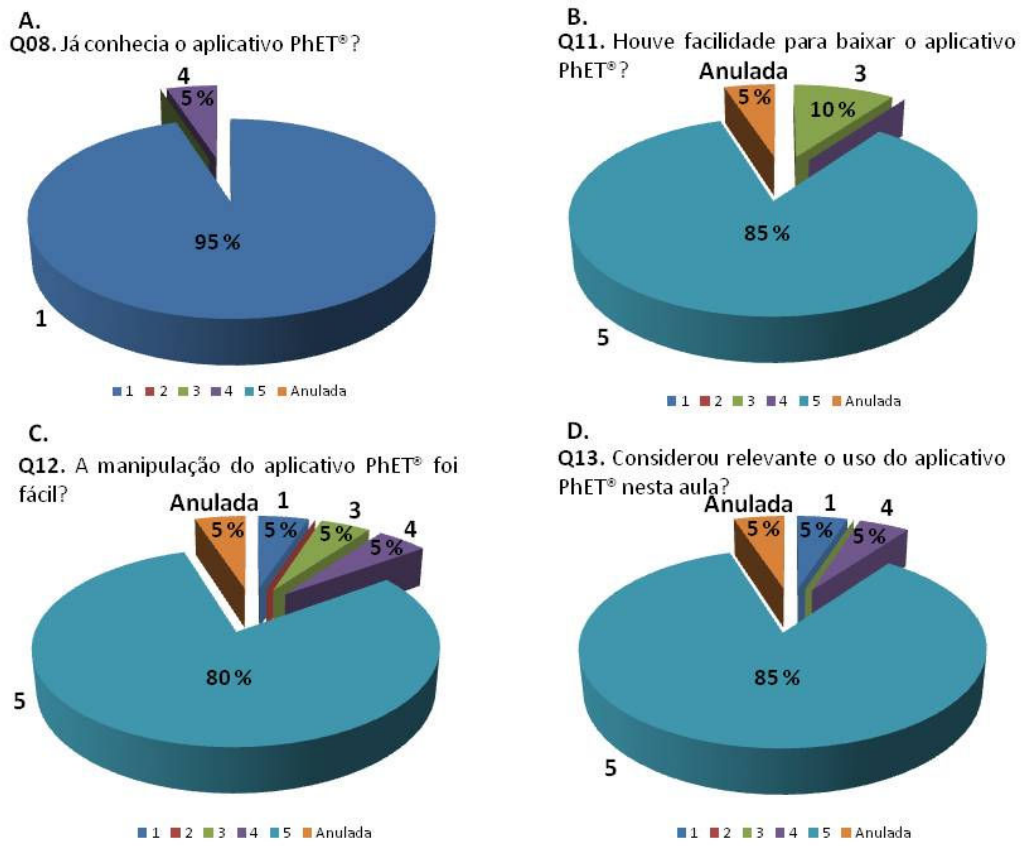
Esse comentário, mesmo que possa representar uma opinião isolada, demonstra que os aspectos levados em consideração pelos estudantes (e talvez pelos professores?) quando se pensa a respeito do uso de tecnologias vai além da acessibilidade e das características didáticas (como a forma e o tamanho das representações do aplicativo), pode envolver também aspectos morais. Essa é uma perspectiva interessante e bastante complexa de ser pensada. Mais estudos podem ser feitos a ponto de melhor compreender essa fala e o que de fato ela pode representar.

Gráfico 7. Uso do PhET® para os estudantes da escola. **A.** Q08. **B.** Q11. **C.** Q12. **D.** Q13.



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Gráfico 8. Uso do PhET® para os estudantes do curso popular. **A.** Q08. **B.** Q11. **C.** Q12. **D.** Q13.



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Os resultados relacionados à validação do questionário encontram-se no Apêndice E.

4.3. Pesquisa de trabalhos realizados na literatura

No ano de 2015, Silva *et al*^[20], desenvolveram e analisaram um aplicativo, em extensão .apk, para o estudo de materiais de laboratório com um grupo de quatro professores de Química da rede pública do município de Esperança na Paraíba. O aplicativo criado foi o Studylab®, que está disponível de forma livre e gratuita. Após terem acesso ao aplicativo, os professores voluntários responderam questionários abertos, que posteriormente foram analisados a partir de uma Análise de Conteúdo. A análise mostrou que 50 % dos professores reconheceram a importância do aplicativo como ferramenta que auxilia no processo de ensino e de aprendizagem, enquanto 25 % relataram que o aplicativo despertou a atenção e a

curiosidade dos estudantes. Além disso, 75 % dos professores disseram que recomendariam o aplicativo.

Já em 2016, a plataforma *online* PhET[®] foi utilizada por Silva e Melo^[21] em uma sequência didática para o estudo de “Trabalho de força” na disciplina de Física de uma turma de primeiro ano do ensino médio de uma escola pública do município de Teresina no Piauí. A turma contava com 29 alunos. A sequência didática foi organizada em duas aulas, a primeira uma aula expositiva sobre o conteúdo e a segunda uma aula de simulações com o uso do PhET. Após as simulações, foram aplicados dois questionários, um deles direcionado aos alunos e o outro deles direcionado ao professor da turma, ambos construídos com perguntas dicotômicas e de múltipla escolha. A análise dos questionários mostrou que os alunos consideram os conteúdos de Física muito abstratos, o que está em acordo com os achados do presente trabalho a respeito dos conteúdos de Química. Ainda em acordo com o presente trabalho, 90 % dos alunos consideraram relevante ou muito relevante o uso do aplicativo em sala de aula, 97 % gostariam que as simulações fossem utilizadas em aula e 83 % acreditam que as simulações facilitariam ou facilitariam muito o seu aprendizado. Porém, diferentemente do presente trabalho 72 % dos alunos de Teresina afirmaram que algum professor já tinha feito uso de algum simulador em sala de aula anteriormente. O professor da turma nunca havia feito uso de algum simulador e considerou o uso importante e que pode facilitar o aprendizado de Física.

O *software* PhET[®] também foi usado para o ensino de “estados físicos da matéria” em uma turma de primeiro ano do ensino médio de uma escola pública do município de Manaus, como apresentado no estudo de Silva *et al*^[22]. A turma contava com 23 alunos e os dados foram coletados entre setembro e outubro de 2015, com um total de 13 encontros e carga horária de 3h por semana. Os dados foram coletados por observação e questionários abertos. A pesquisa foi conduzida através da metodologia de pesquisa-ação e os dados analisados a partir de uma Análise de Conteúdo. A sequência didática foi adaptada dos momentos pedagógicos de Paulo Freire^[23], que divide a prática em três momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Inicialmente, na problematização inicial, percebeu-se que os alunos apresentaram dificuldades em lembrar conceitos básicos trabalhados no trimestre anterior, bem como não conseguiam fazer associação com o cotidiano. O simulador PhET[®] foi utilizado, então, na etapa de organização do conhecimento, na qual foi trabalhada através da interdisciplinaridade com o professor de Física. As ferramentas fornecidas pelo programa, como a visualização de partículas microscópicas por modelos representativos, contribuíram de forma significativa para a

aprendizagem do conteúdo por parte dos alunos. Na etapa de aplicação do conhecimento, os alunos reelaboraram as questões da problematização inicial, agora com maior rigor científico, corroborando com a aprendizagem observada.

Assim como realizado no presente trabalho, em 2015 Mendes *et al*^[24] pesquisaram sobre o uso do *software* PhET[®] como ferramenta educacional para o ensino de balanceamento químico. Para tal, os conceitos de balanceamento químico foram trabalhados com duas turmas de segundo de ensino médio de uma escola pública do município de Tefé no Amazonas. Em uma das turmas, Turma A (35 alunos), o conteúdo foi trabalhado a partir de uma didática baseada no uso do PhET[®], enquanto na outra turma, Turma B (26 alunos), o conteúdo foi trabalhado de forma clássica, ou seja, aula tradicional, de caráter expositivo. Após cada uma das aulas, um teste de balanceamento foi aplicado, e verificou-se que a Turma A apresentou um maior número de pessoas com mais acertos. Além disso, 85 % dos alunos da Turma A classificaram o *software* como bom ou ótimo, enquanto 77 % dos alunos da Turma B relataram que gostariam de utilizar um software para o estudo do balanceamento químico. O resultado e que 85 % dos alunos da Turma A aprovam o *software* vai ao encontro com as observações do presente trabalho. Entretanto, o artigo de Mendes *et al* adota uma metodologia de pesquisa de comparação de desempenho entre duas metodologias de ensino diferentes. Devido ao caráter complexo do conceito de aprendizagem e dos múltiplos fatores que a envolvem, assim como o estabelecimento de um desempenho em um teste, esse tipo de abordagem e suas conclusões podem ser equivocadas. Nesse sentido, parece inadequado, para uma pesquisa de caráter qualitativo, fazer esse tipo de comparação.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A realização da presente pesquisa possibilitou a compreensão de como os estudantes de uma escola pública e os de um curso popular de Porto Alegre se relacionam com um aplicativo para o ensino de ciências. Concluiu-se que apesar de os estudantes terem acesso a aparelhos de telefone celular e, até mesmo, à rede de *wi-fi* em casa, o acesso à rede e à tecnologia nas instituições ainda é limitado. A grande maioria dos estudantes entendem que os conteúdos de Química são difíceis. Porém, se essa dificuldade está relacionada ao fato de a Química ser abstrata para os estudantes, novas pesquisas devem ser realizadas com esse propósito. Com relação ao uso de aplicativos de ensino, apesar de os alunos da escola nunca terem utilizado antes, eles gostariam que esse tipo de ferramenta fosse mais utilizada e acreditam que isso facilitaria a sua aprendizagem. Já os alunos do curso possuem o hábito de utilizar aplicativos, mas também gostariam que essa ferramenta fosse mais utilizada em aula e também acreditam que essa é uma forma de ter o seu aprendizado facilitado. Porém, ainda carece de um maior entendimento do porquê dessa diferença de hábitos entre os alunos da escola pública e do curso popular, bem como do fato de os professores do curso popular não acompanharem essa “cultura tecnológica” que já é vivenciada pelos seus alunos. Mais pesquisas devem ser realizadas a fim de aprofundar essas relações. Especificamente sobre o aplicativo PhET[®], os estudantes consideraram o seu uso relevante e não encontraram dificuldades com relação ao seu manuseio. No entanto, o aplicativo poderia melhorar, principalmente em relação aos tamanhos das representações. Portanto, o uso de aplicativos pode ser uma importante estratégia pedagógica para o ensino de Química tanto para alunos do ensino médio quanto para alunos de cursos populares.

REFERÊNCIAS

- [1] Site: portal.mec.gov.br/proinfo. Acessado em 06 de julho de 2018 às 21:10, horário de Brasília/ Distrito Federal/ Brasil.
- [2] Eichler, M & Del Pino JC. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*. 2000, 23(6), 835-840.
- [3] Ribeiro, AA & Greca IM. Simulações computacionais de ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. *Química Nova*. 2003, 26(4), 542-549.
- [4] Jong, T & van Joolingen WR. Scientific Discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*. 1998, 68(2), 179-201.
- [5] Balen, O; Netz, PA. Aplicação da modelagem e simulação no ensino de modelos de sistemas gasosos. *Acta Scientiae*. 2005, 7(2), 29-39.
- [6] Mendes, JF; Costa IF; Sousa, CMSG. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos atividades experimentais de tópicos de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 2012, 34(1), 2402/1-2402/9.
- [7] Nichele, AG; Do Canto LZ. Ensino de Química com Smartphones e Tablets. *Revista Novas Tecnologias na Educação*. 2016, 14(1), 1-10.
- [8] UNESCO. Policy Guidelines for Mobile Learning. Disponível em: <http://unesdoc.org/images/0021/002196/219641e.pdf>.
- [9] Sams, AJ. Flipped Classroom meets Mobile Learning. In: Berge ZL; Muilenburg, LY. *Handbook of Mobile Learning*. New York and London: Routledge, 2013.
- [10] Cunha MB. Jogos no ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. 2012, 34(2), 92-98.
- [11] Eichler ML; Del Pino JC. Carbópolis, um *software* para educação química. *Educação em Química e Multimídia*. 2000, 11.
- [12] PhET. PhET: interactive simulations. Disponível em <http://phet.colorado.edu/>.
- [13] Pereira, IS. Pré-vestibulares populares em Porto Alegre: na fronteira entre o público e o privado. Dissertação de Mestrado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007.
- [14] Porlán R, Martín J. El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula. 2000.
- [15] Campos, JF. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*. 2004, 57(5), 611-604.

- [16] Nogueira, R. Elaboração e análise de questionários: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real. Relatórios Coppead. 2002.
- [17] Likert R. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology. 1932, 22(140), 44-53.
- [18] Bardin L. Análise de conteúdo. Terceira Reimpressão. Lisboa: Edições. 2011, 70.
- [19] Rodrigues, MSP & Leopardi, MT. Fortaleza CE: Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura. 1999.
- [20] Da Silva PF; Da Silva TP; Da Silva GN. StudyLab: Construção e avaliação de um aplicativo para auxiliar o Ensino de Química por professores da Educação Básica. Revista Tecnologias na Educação. 2015, 7(13), 1-11.
- [21] Da Silva SR; Melo CAD. A utilização da simulação “força e movimento” da plataforma PhET, como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem no ensino médio. Revista Educação e Emancipação. 2016, 9(2), 257-277.
- [22] Da Silva GML; De Magalhães Netto JF; De Souza RH. A abordagem didática da simulação virtual no ensino da Química: um olhar para os novos paradigmas da educação. In: Anais do XXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2016), V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). 2016, 339-348.
- [23] Delizoicov D; Angotti JA; Pernambuco MM. Ensino de ciências – fundamentos e métodos. Quarta Edição. Cortez Editora. 2011.
- [24] Mendes AP; Santana GP; Pessoa Júnior ESF. O uso do software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. Revista Areté. 2015, 8(16), 52-60.

APÊNDICE A

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Química

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro(a) aluno(a),

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo intitulado *Utilização de um aplicativo como ferramenta educacional para o ensino de Química*, conduzida pelo pesquisador Ricardo Fagundes da Rocha e orientada pelo Professor Dr. Paulo Augusto Netz. Este estudo tem por objetivo perceber como estudantes se relacionam com um aplicativo de ensino de ciências e o avaliam como promotor de aprendizagens e de ludicidade.

Sua participação nessa pesquisa consistirá em participar das atividades propostas em sala de aula, bem como em responder a um questionário ao final. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois esses dados farão parte de um Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química. É importante que você expresse a sua opinião livremente ao responder ao questionário. Em hipótese alguma os resultados terão influência na avaliação e nas notas desta disciplina. A sua identidade será mantida em sigilo.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, declaro que fui esclarecido(a) sobre os objetivos e justificativas deste estudo de forma clara e detalhada e que concordo em participar desta pesquisa.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do(a) aluno(a): _____.

Assinatura do pesquisador: _____.

APÊNDICE B

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Química

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro(a) aluno(a),

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo intitulado *Utilização de um aplicativo como ferramenta educacional para o ensino de Química*, conduzida pelo pesquisador Ricardo Fagundes da Rocha e orientada pelo Professor Dr. Paulo Augusto Netz. Este estudo tem por objetivo perceber como estudantes se relacionam com um aplicativo de ensino de ciências e o avaliam como promotor de aprendizagens e de ludicidade.

Sua participação nessa pesquisa consistirá em participar das atividades propostas em sala de aula, bem como em responder a um questionário ao final. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois esses dados farão parte de um Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química. É importante que você expresse a sua opinião livremente ao responder ao questionário. Em hipótese alguma os resultados terão influência na avaliação e nas notas desta disciplina. A sua identidade será mantida em sigilo.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, responsável pelo aluno(a) _____, declaro que fui esclarecido(a) sobre os objetivos e justificativas deste estudo de forma clara e detalhada e que concordo em participar desta pesquisa.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do(a) responsável: _____.

Assinatura do pesquisador: _____.

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO

Cada **questão** é indicada pela letra **Q** e o seu respectivo número. As questões estão divididas em dois blocos. Ao final é disponibilizado um espaço livre para comentários.

BLOCO I – Q01 a Q03

A **Q01**, a **Q02** e a **Q03** estão relacionadas apenas à caracterização da amostra. Marque apenas uma opção na **Q02**.

Q01.

Qual a sua idade? _____.

Q02.

Qual o seu gênero?

Masculino () Feminino () Não-binário () Outro ()

Q03.

Em qual instituição de ensino você estuda atualmente? _____.

BLOCO II – Q11 a Q16

Para cada uma das questões deste bloco, **Q04** à **Q16**, marque apenas uma opção. As opções apresentam-se em uma escala que vai de 1 a 5, conforme ilustração abaixo:

1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

	1	2	3	4	5
Q04. Possui celular com acesso à internet?					
Q05. Tem acesso ao <i>wi-fi</i> em casa?					
Q06. Tem acesso ao <i>wi-fi</i> na escola?					
Q07. Utiliza (ou já utilizou) aplicativos para fins educativos?					
Q08. Já conhecia o aplicativo PhET®?					
Q09. Considera os conteúdos de Química difíceis?					
Q10. Considera os conteúdos de Química abstratos?					
Q11. Houve facilidade para baixar o aplicativo PhET®?					
Q12. A manipulação do aplicativo PhET® foi fácil?					
Q13. Considerou relevante o uso do aplicativo PhET® nesta aula?					
Q14. Algum(a) professor(a) já tinha feito uso de algum aplicativo em sala de aula?					
Q15. Gostaria que algum aplicativo fosse utilizado como recurso nas aulas?					
Q16. O uso de algum aplicativo facilitaria o teu aprendizado em Química?					

ESPAÇO LIVRE PARA COMENTÁRIOS

APÊNDICE D

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Química

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro(a) colega,

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da validação de um questionário do estudo intitulado *Utilização de um aplicativo como ferramenta educacional para o ensino de Química*, conduzida pelo pesquisador Ricardo Fagundes da Rocha e orientada pelo Professor Dr. Paulo Augusto Netz. Este estudo tem por objetivo perceber como estudantes se relacionam com um aplicativo de ensino de ciências e o avaliam como promotor de aprendizagens e de ludicidade.

Sua participação nessa pesquisa consistirá em realizar um conjunto de atividades com o uso de um aplicativo para o ensino de ciências, bem como em responder a um questionário ao final. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois esses dados farão parte de um Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química. É importante que você expresse a sua opinião livremente. Críticas e sugestões serão muito importantes para o aprimoramento do questionário. A sua identidade será mantida em sigilo.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, declaro que fui esclarecido(a) sobre os objetivos e justificativas deste estudo de forma clara e detalhada e que concordo em participar da validação do questionário desta pesquisa.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do(a) voluntário(a): _____.

Assinatura do pesquisador: _____.

APÊNDICE E

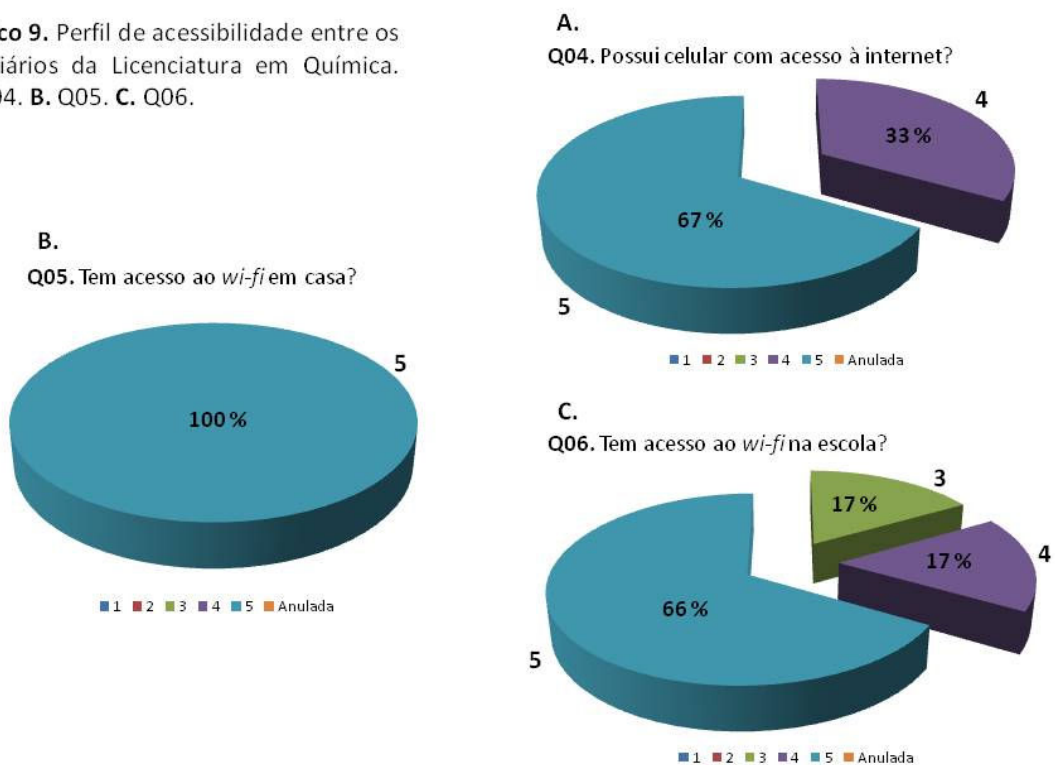
Tabela 2. Caracterização dos sujeitos.

		Licenciatura em Química
^a Idade (anos)		18,88 ± 1,55
^b Gênero	Feminino	6 (75 %)
	Masculino	2 (25 %)
	Não binário	–

^aResultados apresentados como média ± desvio padrão.

^bNúmero absoluto de pessoas (percentual).

Gráfico 9. Perfil de acessibilidade entre os estagiários da Licenciatura em Química. A. Q04. B. Q05. C. Q06.

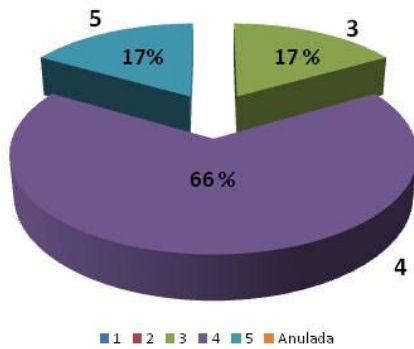


1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Gráfico 10. Grau de dificuldade da Química para os estagiários da Licenciatura em Química.

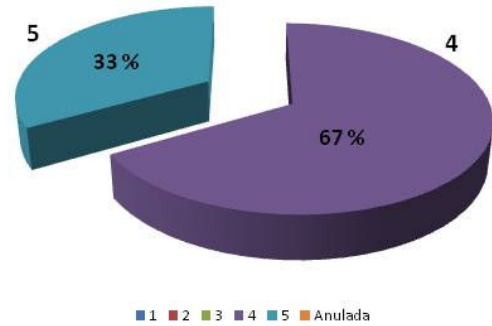
A.

Q09. Considera os conteúdos de Química difíceis??



B.

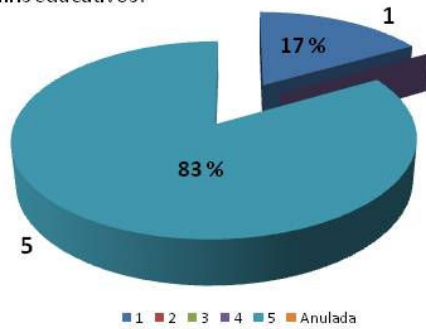
Q10. Considera os conteúdos de Química abstratos??



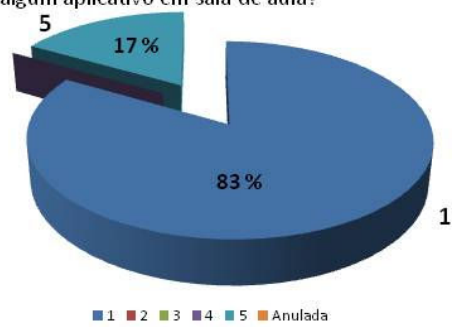
1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Gráfico 11. Aplicativos educativos para os estagiários da Licenciatura em Química. **A.** Q07. **B.** Q14. **C.** Q15. **D.** Q16.

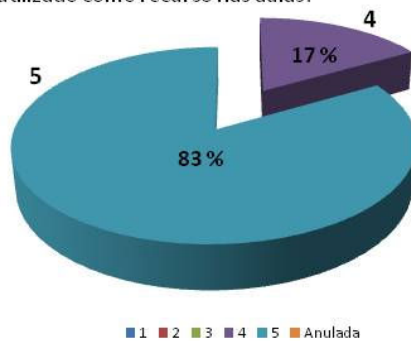
A.
Q07. Utiliza (ou já utilizou) aplicativos para fins educativos?



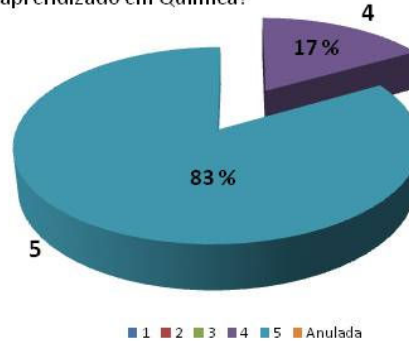
B.
Q14. Algum(a) professor(a) já tinha feito uso de algum aplicativo em sala de aula?



C.
Q15. Gostaria que algum aplicativo fosse utilizado como recurso nas aulas?

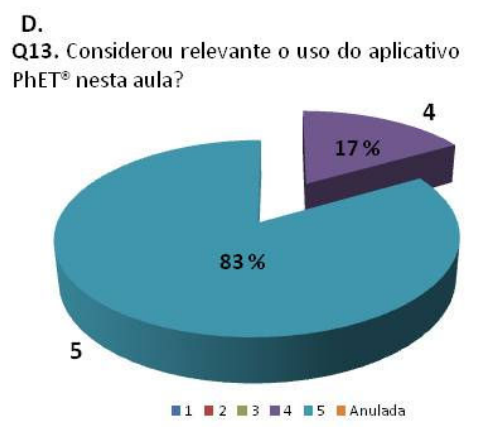
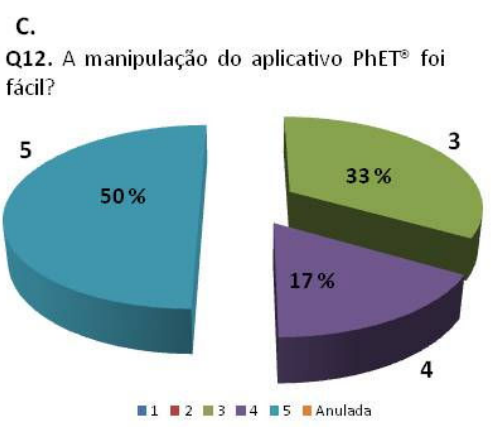
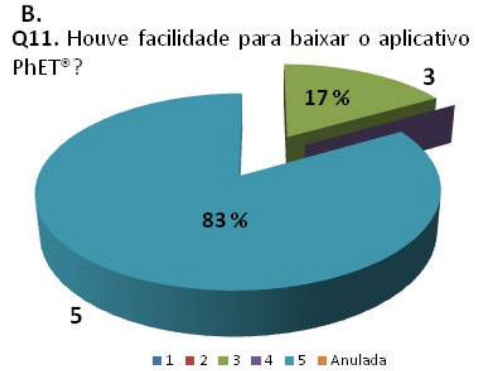
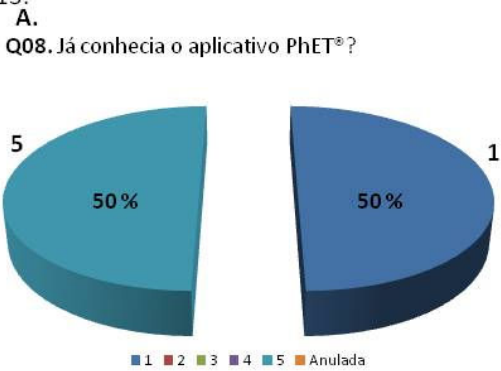


D.
Q16. O uso de algum aplicativo facilitaria o teu aprendizado em Química?



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo

Gráfico 12. Uso do PhET® para os estagiários da Licenciatura em Química. **A.** Q08. **B.** Q11. **C.** Q12. **D.** Q13.



1	2	3	4	5
Discordo	Discordo Parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo