

JOGOS DIDÁTICOS E AULAS EXPERIMENTAIS: CRIANDO UM LABORATÓRIO VIRTUAL PARA ANÁLISE SISTEMÁTICA DE CÁTIONS DO GRUPO IIA

José Vitor de Aquino Lima Cardoso – zeevytur@gmail.com

*Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá “Prof. Carlos Augusto Patrício Amorim”
Avenida Ariberto Pereira da Cunha, 333
12416-510 – Guaratinguetá – SP*

Maria da Rosa Capri – mariarosa@usp.br

*Escola de Engenharia de Lorena – EEL_USP
Estrada Municipal do Campinho, s/n, Campinho
12602-810 – Lorena – SP*

Ângelo Capri Neto – capri@usp.br

*Escola de Engenharia de Lorena – EEL_USP
Estrada Municipal do Campinho, s/n, Campinho
12602-810 – Lorena – SP*

Resumo: *este trabalho propõe o desenvolvimento de material multimídia educativo na forma de um jogo para smartphones com o sistema operacional Android®, cujo objetivo é que o aluno/jogador possa realizar uma análise sistemática dos cátions do Grupo IIA sem erros, no menor tempo possível. O código do jogo foi desenvolvido por meio do software Android Studio® (versão 2) para a versão 6 do Android (marshmallow) e os desenhos dos materiais e equipamentos utilizando software livre e/ou gratuito disponível na Internet. Os efeitos de animação e simulação de gravidade foram criados por meio de ferramentas específicas (AndEngine e AndEngine Physics Box2D Extension). O jogo permite a simulação completa do experimento, sendo previstos os principais erros cometidos usualmente pelos alunos no laboratório real e suas consequências.*

Palavras-chave: *Jogos educativos. Laboratório virtual. Química Analítica.*

1 INTRODUÇÃO

A disciplina Química Analítica para a Engenharia (60 horas) da Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP) foi criada a partir da junção das disciplinas Química Analítica I (60 horas) e Química Analítica II (60 horas), e é obrigatório para os cursos de Engenharia Química e Engenharia Bioquímica. Embora a carga horária total tenha sido reduzida à metade, o conteúdo programático permaneceu o mesmo, de modo que a ementa da nova disciplina prevê somente 30 horas para ministrar todo o conteúdo da Química Analítica Qualitativa por via úmida, incluindo teoria e prática. Este conteúdo normalmente é ministrado entre 60 a 90 horas nos cursos de nível superior e o dobro disso em cursos técnicos.

A partir desta alteração, a dificuldade dos alunos para acompanhar o curso aumentou significativamente, sendo as principais reclamações a pequena carga horária experimental e a

falta de tempo para repetições dos experimentos que eventualmente não tenham sido executados corretamente durante a aula.

Estes experimentos são fundamentais para que os alunos entendam não só os princípios teóricos envolvidos na análise qualitativa sistemática mas, principalmente, como estes princípios devem ser aplicados para levar a resultados corretos. Falhas experimentais, às vezes até grosseiras, levam frequentemente a resultados opostos ao correto, potencialmente catastrófico para o desenvolvimento acadêmico dos alunos quando ocorrem em um laboratório didático, mas com consequências muito piores em termos sanitários e ambientais quando ocorrem na vida profissional subsequente. Ou seja, erros experimentais podem levar à reprovação do aluno na disciplina mas também podem levar à construção de empreendimentos comerciais ou residenciais em terrenos contaminados por metais pesados, como tem sido noticiado com relativa frequência pela imprensa. (COSTA, 2012, G1, 2014).

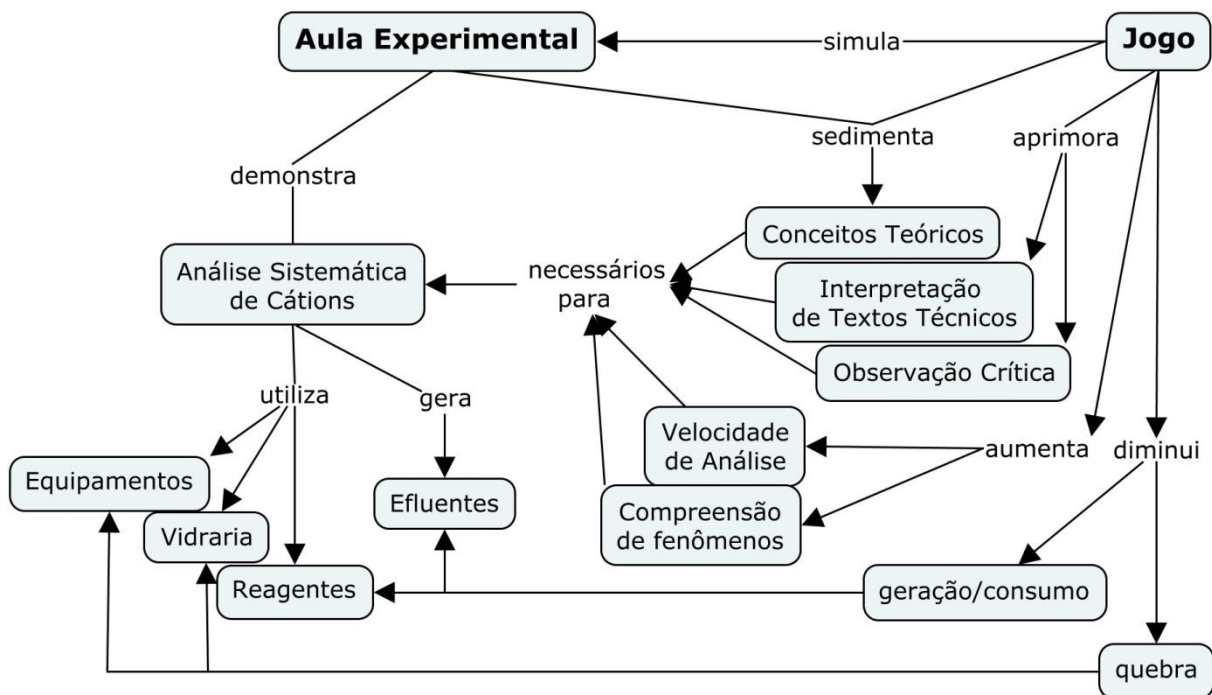
Normalmente são oferecidas de 4 a 5 turmas com 40 vagas por semestre somente desta disciplina, o que impede a repetição de experimentos por falta de tempo, pessoal e disponibilidade do laboratório fora dos horários de aula. Neste contexto, o uso de material multimídia de apoio pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem por meio de textos e imagens que os alunos podem acessar e estudar em períodos extraclasse. Em trabalhos anteriores (LINARES, 2011, ANTUNES, 2014), foram desenvolvidos vários materiais multimídia específicos para o conteúdo da disciplina, que são disponibilizados aos alunos por meio do ambiente virtual de apoio à graduação e pós-graduação da Universidade (e-Disciplinas USP). Dessa forma, o trabalho no laboratório é facilitado pois os estudantes podem ter uma visualização antecipada e bastante clara do que ele vai realizar no experimento, uma vez que as fotos e desenhos são diretamente vinculados aos roteiros experimentais. Esta estratégia tem mostrado respostas bastante positivas em termos de facilitação do entendimento do conteúdo teórico e sua relação com os experimentos realizados.

Um passo evolutivo natural nesta estratégia didática é tornar o material de apoio mais atrativo para as novas gerações de estudantes, muito mais acostumados com novas tecnologias e com o uso de *smartphones* como o principal meio de acesso à informação. Dessa forma, a criação de um jogo simulando o experimento a ser realizado no laboratório leva o aluno a uma atitude ativa no processo ensino-aprendizagem, pois ele só pode chegar ao final passando por todas as fases do roteiro/procedimento. Da mesma forma, a possibilidade de repetir o jogo até conseguir chegar ao final leva a um "treinamento" virtual para o laboratório, mostrando antecipadamente a ele os possíveis erros e acertos que podem levá-lo à execução correta do experimento.

A Figura 1 mostra um mapa conceitual relacionando os benefícios esperados de um jogo criado especificamente para uma determinada atividade experimental, neste caso para análise sistemática de cátions do Grupo IIA. Neste caso, o jogo proposto funciona como um simulador virtual do experimento, respondendo aos comandos do analista/jogador de forma bastante realista em relação ao que acontece no laboratório real.

O principal problema encontrado pelos alunos na atividade experimental é que um erro cometido no início do procedimento provavelmente só será percebido no seu final, não dando tempo para que se apliquem correções ou que se reinicie a análise. Isso gera desperdício de tempo, de reagentes e aumenta a geração de efluentes e a quebra de material (equipamentos e vidraria) por manuseio inapto ou inadequado.

Figura 1: contribuição de um jogo específico para a aprendizagem de atividades práticas.



Fonte: elaborado pelo autor

O jogo, por outro lado, permite repetições e correções de procedimentos e atitudes sem as quebras e desperdícios que ocorrem no procedimento real, além de não consumir reagentes nem gerar resíduos. Os pressupostos necessários para se sair bem no jogo são os mesmos do laboratório real, quais sejam, o entendimento dos conceitos teóricos que suportam os procedimentos analíticos (especialmente equilíbrio químico), a correta interpretação dos textos analíticos, como executar os protocolos de análise de modo adequado e, por fim, a observação crítica dos resultados, baseada nos modelos teóricos envolvidos no processo, permitindo chegar às conclusões corretas. Esse treinamento prévio, obviamente, diminui drasticamente as possibilidades de erros operacionais reais, permitindo aos alunos melhor aproveitamento das aulas experimentais.

Para que essa proposta de metodologia de ensino funcione com eficiência são necessárias duas condições fundamentais: a primeira é que o material multimídia aplicado reflita com realismo o procedimento experimental que será aplicado no laboratório, ou seja, os resultados do jogo devem ser muito parecidos com os obtidos no experimento real (formação de gases ou precipitados, suas cores, periculosidade, etc.). A segunda é que o jogo seja, por si só, um instrumento de ensino-aprendizagem potencialmente motivador, de modo a estimular os alunos a jogarem de forma espontânea e prazerosa. Como os procedimentos experimentais geralmente são adaptados às condições encontradas em cada estabelecimento de ensino, eles diferem em maior ou menor grau de Escola para Escola, de modo que as condições descritas só poderiam ser plenamente atingidas para jogos didáticos criados especificamente para as aulas experimentais aplicadas naquela Escola.

Nesse sentido, este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo para smartphones seguindo o roteiro adaptado da análise sistemática de cátions do Grupo IIA por via úmida aplicado nas aulas de Química Analítica para Engenharia da Escola de Engenharia de Lorena (EEL_USP). Pelo que foi exposto, esse jogo atingiria plenamente o seu objetivo somente

quando utilizado pelos alunos da EEL, embora pudesse ser utilizado com relativo sucesso em outras escolas com disciplinas semelhantes. Para ampliar os horizontes de aplicação deste trabalho, está sendo elaborada uma documentação adequada para planejamento, desenvolvimento e divulgação do jogo criado, formando a base organizada de uma estrutura de pesquisa facilitadora de trabalhos futuros, que podem ser tanto adaptações no jogo quanto a criação de jogos semelhantes para outros procedimentos experimentais, seja para aulas de química, física ou engenharia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Google[®] tem sua plataforma de desenvolvimento de aplicativos, o Android Studio[®]. Neste projeto foi utilizada a versão 2.0 do Android Studio para desenvolver o jogo para a versão 6.0 do sistema Android para *smartphones*. Para funcionar, o projeto precisa de uma série de ferramentas que devem ser carregadas juntamente com programa principal. As ferramentas utilizadas neste projeto estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1: ferramentas utilizadas no projeto.

FERRAMENTA	API	REVISÃO
Android SDK Tools		25.1.3
Android SDK Plataform-tools		23.1
Android SDK Build-Tools		23.0.3
Android SDK Build-Tools		24 rc3
SDK Plataform	19	4
SDK Plataform	23	3
Sources for Android SDK	23	1

Fonte: elaborado pelo autor

O treinamento para utilização do programa foi feito a partir de informações obtidas em sítios da internet, como o tutorialspoint (TUTORIALS POINT, 2016).

Para auxiliar no processo de criação, existe a *game engine* (motor de jogo), um auxílio para os desenvolvedores, formado por um programa ou um conjunto de bibliotecas capaz de criar todos os elementos necessários para a elaboração de um jogo. Geralmente inclui motor gráfico (para renderizar em 2D ou 3D), motor de física (para detectar as colisões ou criar gravidade), entre outros. Neste projeto foram utilizadas a AndEngine e a AndEngine Physics Box2D Extension, a ferramentas *open source* desenvolvida por Nicolas Gramlich (GRAMLICH, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

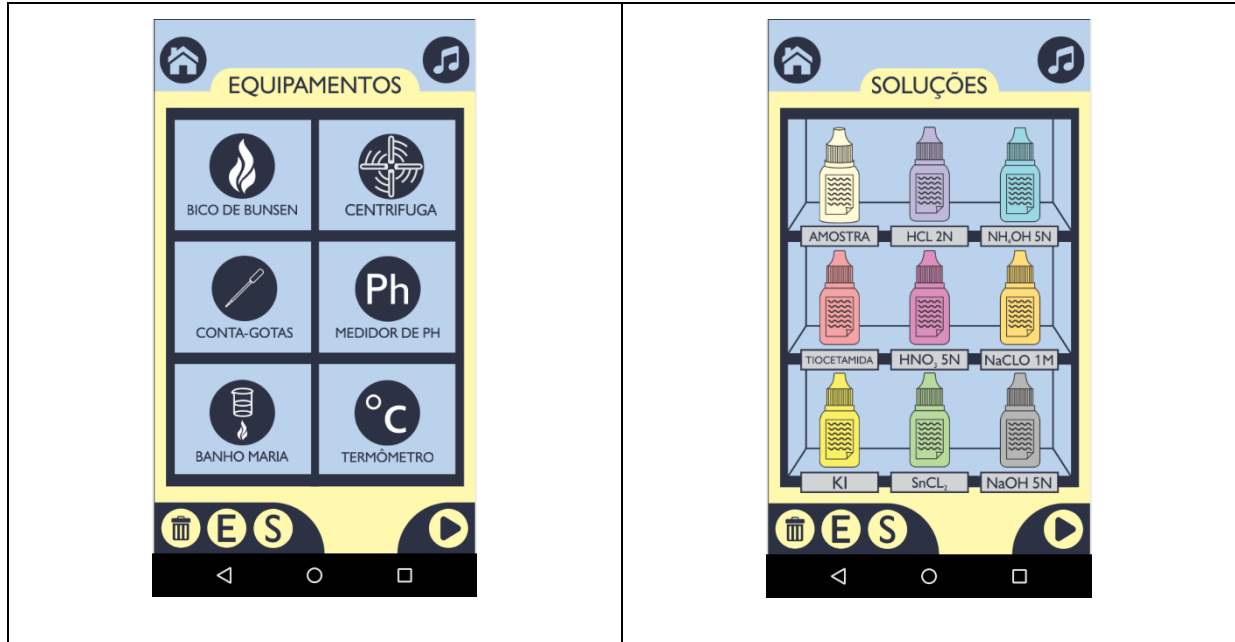
A programação é feita em Java[®], mas o processo de instalação do programa se tornou um dos maiores desafios. Levou-se mais uma semana só para concluir a instalação complexa que envolvia a instalação de alguns pacotes de desenvolvimentos diferentes, de acordo com a versão do Android Studio[®]. Visando facilitar a continuidade dos trabalhos por novos alunos desenvolvedores, foi elaborado um tutorial simplificado para instalação e início de novos projetos.

3.1 Criando Recursos Visuais

Todo aplicativo necessita de recursos visuais que facilitem a interatividade com o usuário, ainda mais sendo um simulador para um experimento químico. Na internet são encontrados sítios como o “Vidraria de Laboratório” (MEYER, 2016) mostrando vários materiais de laboratório. Estes materiais foram utilizados como referência, mas não puderam

ser utilizados diretamente neste projeto em função da especificidade do jogo. Por isso todos os materiais e equipamentos utilizados no jogo foram desenhados pelos autores. Na Figura 2 e 3 são mostrados exemplos de telas criadas para o aplicativo.

Figura 2: telas do aplicativo para escolha de reagentes e equipamentos.

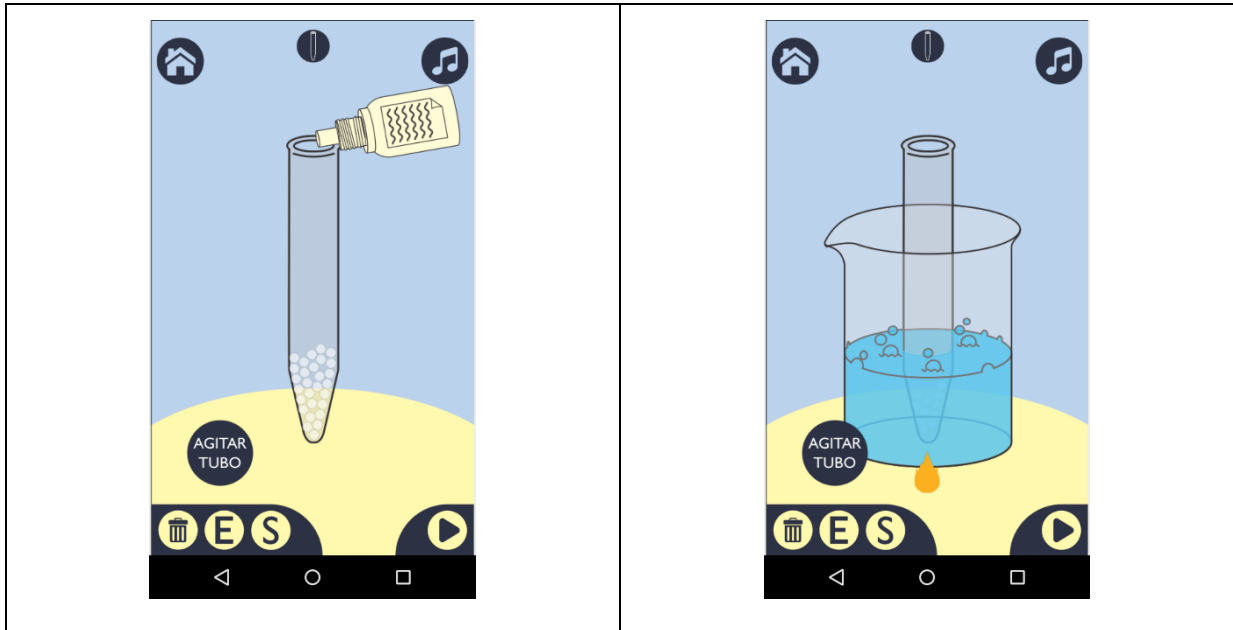


Fonte: elaborado pelo autor

Tal como acontece no laboratório real, a amostra e os reagentes são disponibilizados em frascos conta-gotas, um detalhe aparentemente simples, mas que direcionou todo o projeto gráfico do jogo.

No início do jogo o jogador deve escolher o material a ser utilizado (tubo de ensaio ou de centrífuga) e adicionar os reagentes nas quantidades e sequencia determinadas pelo roteiro de análise. Escolhas erradas ou diferenças nas quantidades ou sequencia de adição de amostra e reagentes levam a resultados analíticos equivocados, incluindo a explosão do “laboratório” ou a “morte” do jogador em casos extremos. O mesmo acontece com os procedimentos analíticos específicos, como lavagem de precipitados, verificação de precipitação quantitativa ou o uso de equipamento inadequado para determinada tarefa como, por exemplo, utilizar bico de bunsen no lugar de banho-maria.

Figura 3: telas do aplicativo para adição de reagentes e utilização de banho-maria.



Fonte: elaborado pelo autor

A figura 4 mostra algumas telas com opções de procedimento que são disponibilizadas para o jogador. Estas escolhas, tal como nos casos dos reagentes e equipamentos, pode levar a resultados analíticos corretos ou errados, o que exige dos jogadores conhecimentos teóricos específicos, interpretação de textos analíticos, observação crítica e compreensão dos fenômenos físicos e químicos envolvidos, tal como mostrado no mapa conceitual da Figura 1.

Figura 4: telas do aplicativo para opções de procedimentos técnicos.



Fonte: elaborado pelo autor

Neste caso o aluno pode escolher entre retirar parte ou todo sobrenadante do tubo e onde descartar esse líquido, se no frasco de resíduos comum ou se no específico para soluções contendo cianeto. A escolha errada, neste caso, pode levar a problemas seríssimos de intoxicação por ácido cianídrico, um dos procedimentos mais críticos do experimento em termos de segurança.

Durante a execução do jogo, em alguns momentos os jogadores tentam alguma ação que exige outra ação anterior, porém sem executar a primeira. Por exemplo, descartar o conteúdo do conta-gotas sem enchê-lo primeiro. Nestes casos aparecem alertas ou mensagens de erro como mostrado na Figura 5.

Em alguns pontos do jogo o aluno recebe instruções pontuais sobre como utilizar o aquecimento e a informação de que após cessar o aquecimento o tubo começa a esfriar, portanto as ações subsequentes têm que ser feitas na ordem e tempo adequados para que a solução seja utilizada enquanto ainda está quente. A falta de observação destes tempos é uma das fontes de erros experimentais mais comuns no laboratório real.

Figura 5: telas do aplicativo para instruções ao jogador.



Fonte: elaborado pelo autor

3.2 Limitações

Escrever um código para um aplicativo é um processo demorado e trabalhoso, mas tudo é possível com dedicação e tempo suficientes. Neste projeto, devido ao tempo disponível, não foi possível criar todas as possibilidades de ocorrências de um laboratório real, ou seja, caso o usuário tente fazer outra experiência utilizando as ferramentas disponíveis no aplicativo não haverá nenhum resultado, já que o código está programado apenas para atender as necessidades de uma experiência específica.

Os erros básicos e mais comuns foram previstos no jogo, mas quando se trata de interação com pessoas diferentes, as possibilidades de erros são infinitas. A utilização do recurso em testes com jogadores que tenham prática nos procedimentos experimentais, como técnicos e professores da disciplina, fornecerão informações essenciais para as próximas

atualizações do código, quando se pretende incorporar mais erros experimentais e alternativas analíticas visando o aperfeiçoamento da ferramenta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se da necessidade constante de aprimorar os métodos de ensino para auxiliar os alunos em seus estudos. A criação de um material didático focado em novas tecnologias para conseguir chamar a atenção dos alunos é gratificante.

Os laboratórios da EEL só podem ser usados pelos alunos durante as aulas e sempre com supervisão de um profissional. O uso de ferramentas modernas como a proposta neste trabalho amplia as possibilidades de aprendizagem já que o aplicativo permite que os alunos simulem o experimento quantas vezes desejar. Este projeto está em constante desenvolvimento, procurando melhorar a sua usabilidade e a capacidade de simular com realismo o laboratório real, procurando melhorar o desempenho dos alunos nas aulas experimentais. Também é interessante ressaltar a possibilidade de continuar o projeto até o ponto de ser possível simular um laboratório completo dentro do celular, com todos os experimentos relativos a uma determinada disciplina do curso. Neste projeto apresentamos um experimento de uma disciplina, mas a continuidade dos trabalhos poderá levar à simulação de todos os experimentos de várias disciplinas do curso, nas áreas de química, física e engenharia.

Este tipo de material de apoio pedagógico se encaixa perfeitamente nos postulados das novas diretrizes curriculares para as engenharias, uma vez que permite aos alunos a experimentação virtual de atividades práticas, onde ele testa e aprimora os próprios conhecimentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Escola de Engenharia de Lorena pelo apoio recebido, disponibilizando a oportunidade de Estágio não remunerado para execução deste projeto.

REFERÊNCIAS

COSTA, N. Prédio de luxo no ABC têm solo contaminado. Disponível em: <<https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,predios-de-luxo-no-abc-tem-solo-contaminado,902662>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

ANTUNES, F., SILVA, L. C., CAPRI NETO, A. CAPRI, M.R. **A informática e a química: produção de material didático digital para o ensino de volumetria de neutralização.** Disponível em:<<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/5/Artigos/129165.pdf>>. Acesso em 10 de maio 2018.

G1. **USP Leste anuncia interdição a partir desta quinta e transfere aulas**, disponível em <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2014/01/usp-leste-anuncia-interdicao-partir-desta-quinta-e-transfere-aulas.html>>. Acesso em:10 de maio 2019.

GRAMLICH, N. **GitHub – nicolasgramlich/AndEngine: Free Android 2D OpenGL Game Engine.** Local de hospedagem da AndEgnine para download gratuito. Disponível em: <<https://github.com/nicolasgramlich/AndEngine>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

GRAMLICH, N. **GitHub – nicolasgramlich/AndEnginePhysicsBox2DExtension: And Engine – Physics Box2D Extension**. Local de hospedagem da AndEgninePhysicsBox2DExtension para download gratuito Disponível em: <<https://github.com/nicolasgramlich/AndEnginePhysicsBox2DExtension>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

LINARES, R. **Material didático multimídia de apoio ao ensino de química analítica qualitativa para engenharia**. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2011/sexoestec/art1753.pdf>> Acesso em 15 mar. 2016.

MEYER, E. **Vidraria de Laboratório**. Disponível em: <<http://www.vidrariadelaboratorio.com.br/vidrarias-de-laboratorio-2/>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

TUTORIALS POINT. **Android Studio**. Tutorial de como instalar o Android Studio. Disponível em: <http://www.tutorialspoint.com/android/android_studio.htm>. Acesso em: 04 abr. 2016.

DIDACTIC GAMES AND EXPERIMENTAL LESSONS: CREATING A VIRTUAL LABORATORY FOR SYSTEMATIC ANALYSIS OF GROUPS IIA

Abstract: *this work proposes the development of multimedia educational material in the form of a game for smartphones with the Android® operating system, whose objective is that the student / player can perform a systematic analysis of the cations of the Group IIA without errors, in the shortest possible time. The game code was developed using Android Studio® software (version 2) for version 6 of Android (marshmallow) and designs of materials and equipment using free software available on the Internet. The effects of animation and gravity simulation were created using specific tools (AndEngine and AndEngine Physics Box2D Extension). The game allows the complete simulation of the experiment, being foreseen the main mistakes usually committed by students in the real laboratory and its consequences.*

Key-words: *Educational games. Virtual laboratory. Analytical chemistry.*