

Contribuições e desafios de um modelo análogo ao microscópio óptico baseado em *smartphone* para o ensino de Ciências

Contributions and challenges of an analogical model of the optical microscope based on *smartphone* for Science Teaching

Felipe Vieira Freitas

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
felipevieirafreitas@ymail.com

Ronaldo Luiz Nagem

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
ronaldonagem@gmail.com

Gínia Cesar Bontempo

Universidade Federal de Viçosa
ginia@ufv.br

Resumo

Apesar de ter sua importância reconhecida, o trabalho prático no ensino de Ciências geralmente tem sua implementação limitada nas escolas principalmente pela falta de equipamentos e materiais. Este artigo tem por objetivo apresentar um estudo sobre as potencialidades e desafios para o uso de um microscópio óptico alternativo, baseado em *smartphone*, no trabalho prático em Ciências, baseado na perspectiva de estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. A metodologia foi orientada por um enfoque qualitativo do tipo exploratório, o qual incluiu a aplicação de um questionário, uma oficina e um grupo focal junto a 11 licenciandos. Os resultados obtidos permitem considerar que, apesar de limitado, o modelo análogo pode oferecer muitas contribuições para o trabalho prático em Ciências como um recurso didático mediacional.

Palavras chave: ensino de ciências, microscopia; modelos, trabalho prático.

Abstract

Despite its importance, the practical work in science education generally has its implementation limited in schools, mainly by the lack of equipment and materials. This article aims to present a study on the potentials and challenges to use an alternative optical microscope based on *smartphone* in practical work, based on the perspective of students of a course in Biological Sciences. The methodology was guided by a qualitative exploratory approach, which included the application of a questionnaire, a workshop and a focal group

with 11 undergraduates. The results allow us to consider that, although limited, the analog model can provide many contributions to the practical work as a mediational resource.

Key words: science teaching, microscopy, models, practical work

Introdução

Os microscópios e lupas foram equipamentos cruciais no desenvolvimento de diversas teorias científicas como a teoria celular e hoje continuam desempenhando importante papel no ensino, constituindo-se em equipamentos essenciais para o desenvolvimento de muitas atividades relacionadas ao trabalho prático. Por sua vez, a importância do trabalho prático, na figura da experimentação, é reconhecida e discutida há centenas de anos (GIORDAN, 1999).

Krasilchik (2011) sugere que para uma classe de trinta alunos, devem estar disponíveis ao menos dez microscópios e cinco lupas para o desenvolvimento satisfatório das aulas práticas que demandam estes equipamentos. Porém, segundo os dados do Censo da Educação da Brasil (BRASIL, 2011) e outros levantamentos (WALLAU et al., 2008; FREITAS; RIGOLON; BONTEMPO, 2013), estes números parecem ser impraticáveis em grande parte das escolas públicas brasileiras.

A ausência de laboratórios didáticos nas escolas públicas agrava ainda mais essa situação. De acordo com o censo da Educação de 2010, apenas 10% das escolas públicas que ofertam o Ensino Fundamental possuem essas instalações, enquanto a situação no Ensino Médio é um pouco melhor, com 47,3% de instituições atendidas (BRASIL, 2011). Muitos desses ambientes encontram-se sucateados e não possuem equipamentos e materiais suficientes para os alunos (AXT, 1991; BORGES, 2002).

Por sua vez, os modelos são muito utilizados no ensino de Ciências e Biologia. Eles podem ser considerados como representações da realidade (GILBERT; BOULTER, 1998) que, para sua materialização, requerem exercícios de simbolização (BORGES, 2002) podendo funcionar como alternativas a objetos e recursos materiais de laboratório, agregando contribuições relevantes para o processo de ensino e de aprendizagem.

Este trabalho apresenta o *smartscópio*, um modelo análogo ao microscópio óptico que funciona a partir de *gadgets* eletrônicos dotados de câmera digital, como *smartphones* e *tablets*, mais um conversor de *smartphone* em microscópio óptico digital desenvolvido por Kenji Yoshino (INSTRUCTABLES, 2013). Este modelo surge como uma alternativa ao microscópio óptico, capaz de oferecer contribuições para o ensino das disciplinas de Ciências e Biologia, não somente para suprir a falta microscópios na escola, mas por permitir ao professor e ao aluno novas formas de interação entre si e com os espécimes microscópicos. Contudo, sabe-se que muitos modelos usados no ensino podem apresentar fragilidades que ultrapassam seus benefícios o que implica na necessidade de sua avaliação e até mesmo sua reconstrução (GIORDAN; VECCHI, 1996).

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo apresentar um estudo sobre as potencialidades e desafios para o uso do *smartscópio* no trabalho prático em Ciências e Biologia, baseado na perspectiva de estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos foram orientados por uma abordagem qualitativa de pesquisa do tipo exploratória. Este tipo de abordagem é flexível e seu caráter multimetodológico permite a reestruturação do processo de investigação no decorrer do mesmo (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDZNAJDER, 1998). A pesquisa foi desenvolvida durante os meses de junho e julho de 2014 no município de Viçosa, Minas Gerais. Os sujeitos participantes da pesquisa foram 11 licenciandos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Viçosa. Todos os participantes estavam regularmente matriculados na disciplina BIO 494 – Estágio Supervisionado em Ciências e Biologia III.

A escolha desses licenciandos foi baseada nos seguintes fatores: todos os alunos já haviam terminado a maioria das disciplinas da grade curricular, assim como os três estágios em ensino; e possuíam experiência no manuseio do microscópio óptico convencional (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2010). O local de realização da pesquisa se justifica por possuir um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas bem consolidado e pela existência de uma investigação já realizada no município que aponta a escassez de laboratórios, equipamentos e materiais nas suas escolas públicas, principalmente de microscópios ópticos para atender a todos os alunos (FREITAS; RIGOLON; BONTEMPO, 2013).

Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados um questionário, uma Oficina de Montagem e Exploração do *Smartscópio*, e um grupo focal. O Questionário teve como objetivo a caracterização dos sujeitos da pesquisa; reunir informações a respeito das impressões que os licenciandos tiveram sobre o *smartscópio*; seu processo de montagem e manuseio; sua utilização no ensino de Ciências e Biologia; as semelhanças e diferenças entre o *smartscópio* e o microscópio óptico convencional; assim como outras possibilidades de uso deste equipamento.

A oficina de montagem e exploração do *smartscópio* foi orientada por um roteiro baseado nas orientações encontradas em Instructables (2013). A atividade foi ministrada pelos pesquisadores e teve 150 minutos de duração, organizada em três aulas de 50 minutos. Os participantes foram reunidos em duplas e um aluno só. Organizou-se a oficina em três momentos distintos: a apresentação das ferramentas e materiais necessários para a construção do conversor de *smartphone* em microscópio óptico digital; a montagem do *smartscópio*; e a exploração deste equipamento alternativo. O *smartscópio* consiste em um *smartphone* ou *tablet* acoplado a um suporte conversor de *smartphone* em microscópio óptico digital. Para conseguir a ampliação óptica necessária para observar estruturas microscópicas foram extraídas lentes presentes em apontadores *laser*. O suporte conversor (Figura 1a) e o *smartscópio* funcional (Figura 1b) estão representados na Figura 1.

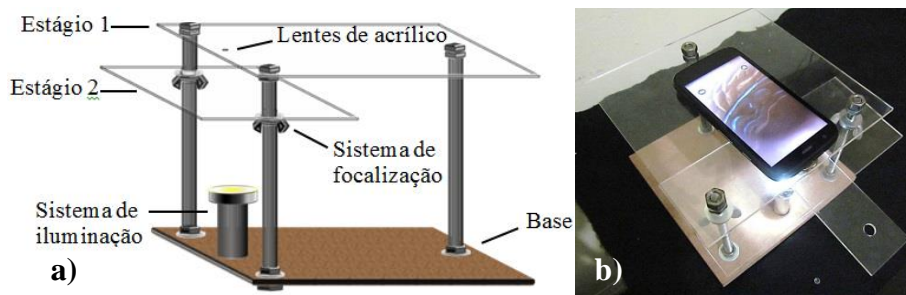


Figura 1: Modelo análogo ao microscópio óptico. a) Suporte conversor de *smartphone* em microscópio óptico digital. b) Observação de uma moeda ao *smartscópio*.

O grupo focal foi a última atividade realizada com os participantes da pesquisa e pretendeu abarcar questões que não puderam ser contempladas nos questionários além de dar voz aos

participantes da pesquisa, ajudando a elucidar novas questões trazidas pelos mesmos durante a oficina e aplicação do questionário. Durante essa etapa um dos participantes se ausentou, logo o grupo foca contou com 10 licenciandos. Os participantes foram identificados em GFm – GFm1, GFm2, GFm3, GFm4, GFm5 – para estudantes do sexo masculino e GFf – GFf1, GFf2, GFf3, GFf4, GFf5 – para as licenciandas.

A metodologia utilizada para a análise dos dados foi a análise de conteúdo por meio da técnica de análise categorial como descrita por Bardin (2011).

A pesquisa seguiu as orientações éticas da Resolução 466/12 que determina as diretrizes para o desenvolvimento de pesquisas envolvendo seres humanos direta ou indiretamente, individual ou coletivamente no Brasil (BRASIL, 2012).

Resultados e discussão

Dentre os 11 licenciandos pesquisados, seis já possuíam experiência como professores de Ciências ou Biologia. Sendo que três deles eram professores a menos de um ano, dois já eram professores a dois anos e um tinha mais de três anos de experiência. Um dos participantes da pesquisa não possuía *smartphone* ou *tablet* eletrônico.

No questionário foi solicitado aos participantes que apontassem as vantagens e desvantagens identificadas por eles em se utilizar o *smartscópio* no ensino de Ciências e Biologia em comparação ao microscópio óptico convencional, baseando em sua experiência com o microscópio óptico e com as informações adquiridas no decorrer da oficina de montagem e exploração do equipamento alternativo. Os dados coletados foram reunidos nas categorias: acesso; manuseio; praticidade; recurso didático; e visualização. Foram identificadas 27 vantagens e 22 desvantagens.

As principais vantagens indicadas estiveram relacionadas à acessibilidade e ao custo. O fácil acesso e o baixo custo das peças para a construção do suporte conversor facilitariam a obtenção de mais microscópios ópticos alternativos para a escola. Foi indicado que montagem do equipamento alternativo é fácil e ele é resistente. Seu peso leve torna-o prático auxiliando o seu transporte. Como um recurso didático ele ajuda a integrar teoria à prática, promove aulas mais interessantes e ainda pode servir como um modelo para ensinar microscopia. Os aspectos positivos da visualização são a possibilidade de ampliação digital, além de permitir o registro imediato das imagens, o que significou para alguns licenciandos que o equipamento oferece uma boa focalização e fácil visualização. As desvantagens mais recorrentes relacionam-se ao manuseio e a visualização. Foi verificado que, apesar do fácil acesso à maioria dos materiais, alguns deles ainda são difíceis de encontrar, como o acrílico. Os licenciandos indicaram problemas com o encaixe da lente no suporte conversor e a pouca estabilidade do equipamento, o que pode transparecer fragilidade. De acordo com a visualização, registrou-se que a focalização pode ser muito difícil e as imagens obtidas foram consideradas de má qualidade.

Diante da recorrente falta de ambientes destinados à realização de atividades relacionadas ao trabalho prático nas escolas, os licenciandos foram requisitados a apresentar, de acordo com a sua experiência escolar, quais as facilidades e dificuldades que poderiam ser atribuídas para o desenvolvimento destas atividades em sala de aula com o auxílio do *smartscópio*. Foram anotadas 26 facilidades e 24 dificuldades para tal, muitas delas parecidas com as vantagens e desvantagens do uso do *smartscópio* comparado ao microscópio óptico. Os benefícios citados mais frequentemente foram a possibilidade de fornecer mais microscópios por alunos, a fácil montagem, o pouco espaço necessário, o fácil manuseio e a possibilidade de fotografar. As

dificuldades foram mais pontuais que as facilidades. Mais de 30% dos problemas identificados relacionaram-se ao smartphone, seja por sua ausência ou por dispersar a atenção dos alunos devido a outros recursos do aparelho. O tempo de focalização e montagem e a dificuldade na focalização foram apontados.

As informações coletadas com o auxílio da atividade de pesquisa do Grupo Focal mostraram que os licenciandos percebem que o smartscópio contribui para o acesso ao trabalho prático não só por possibilitar à escola ou aluno a aquisição de mais microscópios, atingindo o número de 3 microscópio por estudantes em um laboratório (KRASILCHIK, 2011), mas apontaram também que o equipamento pode democratizar o acesso à microscopia em áreas mais isoladas e carentes de infraestrutura básica como a energia elétrica. Em contrapartida, a compra dos materiais necessários para a construção pode comprometer o seu acesso. Os participantes da pesquisa demonstraram preocupação sobre quem seriam os responsáveis por adquirir estes componentes.

Eu acho que a desvantagem é mesmo, por exemplo, quem é que vai bancar isso (sic)? É barato? É barato um. Agora, na sala você tem 40 alunos. Tem que ter no mínimo 20 pra ter dois (microscópios por aluno). (Gff2)

Essa preocupação é corroborada por Axt (1991) ao afirmar que a construção dos equipamentos alternativos não deve ficar sob a responsabilidade do professor, porque além de sobrecarrega-lo, transfere a ele uma responsabilidade que é das autoridades educacionais e da sociedade. Os licenciandos também apontaram que muitos alunos possuem aparelhos celulares com câmera, contudo eles reconhecem que alguns estudantes não possuem condições financeiras para adquiri-los ou simplesmente preferem não possuí-los. Por isso, pensar o smartscópio como uma alternativa ao microscópio também implica em refletir sobre as questões dos equipamentos alternativos e kits para laboratório. O professor deve manter um pensamento crítico a fim de questionar as ideologias existentes por trás do uso de apenas materiais de baixo custo em escolas públicas e a atribuição de funções extras aos professores e a resposta acrítica às pressões consumistas do mercado (GIOPPO; SCHEFFER; NEVES, 1998; BORGES, 2002).

Em relação ao manuseio e a praticidade do equipamento foi observado que apesar de serem características geralmente indicadas como pontos positivos nos questionários, ainda é um desafio desenvolver a sua montagem e a visualização de espécimes em tempo hábil para uma aula de Ciências, tendo em vista que o tempo necessário para aprender a usar o aparelho e a instabilidade de algumas de suas partes. Para os licenciandos a frustração gerada pela instabilidade e as dificuldades no processo de focalização podem diminuir o interesse dos estudantes pela atividade prática a ser realizada. Isto indica que mudanças estruturais nas partes mecânicas são necessárias para trazer mais rigidez, estabilidade e precisão ao equipamento, de modo que o sistema mecânico realize sua função de forma adequada.

Uma das maiores contribuições proporcionadas pelo equipamento alternativo é a possibilidade de observar por meio de um *smartphone*. Isso permite ao observador registrar instantaneamente o material observado e reutilizar esta fotografia posteriormente. Um licenciando destacou a possibilidade de edição de imagens enquanto está sendo realizada a visualização como uma contribuição importante.

[...] as imagens que eles vão ver ali, já tem todas na internet. Se ele pesquisar ‘célula tal’, vai aparecer a célula linda, toda bonitinha. Então eu acho que vê isso mesmo, mostrar a célula: ‘Será que a gente consegue ver isso mesmo?’. Então, às vezes, usando um aparelho como você (moderador) fez, que eu acho que foi o mais legal. Ele (moderador) usou o tablet e pôde

circular e passar isso pra uma TV, por exemplo [...] (GFf2).

Essa nova forma de observação traz perspectivas para trabalhar o equipamento como um recurso didático diferenciado, utilizando recursos de conectividade proporcionados pelos *smartphones* e *tablets*. Perspectivar o seu uso em conjunto com as redes sociais, por meio das redes virtuais de colaboração orientadas pelo professor, compreende discutir as tecnologias de informação e comunicação, em especial as orientadas pelo aprendizado com mobilidade. O aprendizado com mobilidade, ou *m-learning*, envolve o uso de tecnologia móvel, como *smartphones*, *tablets* e *notebooks*, tanto sozinhos ou em combinação com outras tecnologias de comunicação e informação, para permitir o aprendizado a qualquer momento e qualquer lugar. No *m-learning* o aprendizado pode ocorrer de várias formas: as pessoas podem usar aparelhos móveis para acessar recursos educacionais, conectar-se com outros, criar conteúdo, tanto dentro quando fora da sala de aula (UNESCO, 2013).

[...] aqui numa sala, provavelmente se tivesse a oportunidade, todos estivessem na internet e com o auxílio do *smartsópio*, dá pra fazer algumas discussões utilizando as imagens que foram tiradas explorando as estruturas. O que, dependendo, dá pra marcar as estruturas e tudo mais. Acho que dá pra fazer um compartilhamento na aula trabalhando em cima do uso de Facebook, Dropbox, por exemplo, e outras ferramentas associadas, aí sim, é bem interessante. (GFm4)

Como foi observado na colocação de GFm4, é possível a integração do aparelho alternativo aos recursos oferecidos pela web 2.0, como as redes sociais, e programas de compartilhamento e armazenamento, a exemplo do Dropbox.

[...] E tentar atrair para que ele (o aluno) procure na internet. Até ajudar a ele a forma de procurar pra ele ver o que ele tá procurando certo, se o trabalho que ele tá fazendo é num site confiável. Nem tudo que tá lá realmente é verdade, então, às vezes até pra ensinar a usar a tecnologia de uma maneira certa, né? [...] (GFf2)

Neste âmbito o equipamento pode proporcionar meios ao professor desenvolver-se como um mediador entre o aluno e o conhecimento com o auxílio das tecnologias de informação e comunicação. Sendo assim, o equipamento alternativo pode permitir ao professor exercer seu papel como orientador/mediador nas diversas dimensões apresentadas por Moran (2013) como mediador/intelectual, informando, ajudando a escolher as informações mais importantes, auxiliando os alunos em sua compreensão e adaptação aos seus conceitos pessoais; como mediador/emocional motivando, incentivando e estimulando; como mediador gerencial e comunicacional organizando grupos, atividades de pesquisas, ritmos e integrações; e orientador ético ensinando os alunos a assumir, vivenciar valores construtivos, individuais, organizando socialmente de forma contínua.

Contudo, usar o *smartphone* em sala de aula ainda é um desafio. Os participantes da pesquisa identificaram que a qualidade das imagens obtidas esteve relacionada à qualidade da câmera e do *smartphone* utilizado, sendo que os aparelhos com tecnologia mais avançada tendem a ser menos acessíveis. Como a distribuição desses equipamentos em sala de aula é pouco democrática, os licenciandos acreditam que isso pode reforçar desigualdades sociais na escola. Além disso, atribui-se aos aparelhos celulares a dispersão da atenção dos alunos o que pode comprometer a sua aceitação no ambiente escolar. A escola ainda permanece uma instituição mais tradicional que inovadora e conseqüentemente a cultura escolar tem resistido às mudanças trazidas pelos ciberinstrumentos (MORAN, 2013). Os participantes da pesquisa reconhecem que estratégias de sensibilização e contextualização do uso celular antes da introdução de atividades que sejam mediadas pelo equipamento alternativo aqui abordado, o

que é corroborado por Lunetta, Hofstein e Coulgh (2007).

Por fim, foi apontado que o *smartscópio* pode ser usado para ensinar os fundamentos básicos da microscopia, incluindo as partes e o funcionamento de um microscópio, à medida que podem ser feitas correlações diretas entre as partes dos mesmos. Especialmente no que tange o ensino de Física e Óptica por meio do estudo das lentes e da formação da imagem, trazendo perspectivas para trabalhar inclusive com a Matemática e Geometria. Os participantes da pesquisa indicaram também que uma das dimensões mais importantes em se trabalhar com este tipo de equipamento alternativo não é o resultado final que se obtém, mas todo o processo de construção, montagem e exploração em conjunto com os alunos, permitindo-os identificar-se como sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem.

Considerações Finais

Os resultados apresentados permitem considerar que o modelo análogo ao microscópio óptico, aqui denominado *smartscópio*, possui potencial para ser usado no trabalho prático em Ciências e Biologia. Entretanto, este equipamento alternativo apresenta problemas estruturais que devem ser melhorados para que possa ser usado efetivamente no ensino. Além disso, estratégias de ensino mediadas por este equipamento devem ser elaboradas e desenvolvidas junto a estudantes de Ciências, de forma a compreender melhor como alunos e professores podem interagir com este tipo de equipamento e se as contribuições superam suas limitações.

Finalmente, considera-se que o *smartscópio* deve ser entendido como uma ferramenta complementar ao microscópio óptico que oferece formas diferentes de se ensinar e aprender. Lembrando que por si só o uso do *smartscópio* não implicará em aprendizado, mas sim abordagem escolhida e desenvolvida pelo professor em sala de aula.

Agradecimentos e apoios

Ao Grupo de Estudos em Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia na Educação e na Ciência (GEMATEC); à Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG); aos participantes da pesquisa; à Universidade Federal de Viçosa; e a Kenji Yoshino por autorizar o uso do design intitulado *\$10 Smartphone to digital microscope conversion*.

Referências

- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 2001.
- AXT, R. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra. 1. ed. 1991. 109p
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto. ed. 1, São Paulo: Edições 70, 2011.
- BORGES, T. A. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resumo Técnico - Censo Escolar 2010**. Brasília, DF: INEP, 42p. 2011.
- _____. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Manual Operacional para comitês de ética em pesquisa**. Brasília, 2012.

FREITAS, F. V., RIGOLON, G. R.; BONTEMPO, G. C. Avaliação e diagnóstico dos laboratórios didáticos das escolas públicas de Viçosa/MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Águas de Lindóia: SP 2013. pp. 1-8. Online Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1180-1.pdf> acesso em 15 de jul. de 2014

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. Aprendendo Ciências através de modelos e modelagem. In: COULINVAUX, D. (Ed.). **Modelos e educação em ciências**. Rio de Janeiro: Ravil, 1998. p. 13-53

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E. W. O.; NEVES, M. C. D. O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. **Educar em Revista**, Curitiba, v.14, n. 14, p. 39-57, 1998.

GIORDAN, A; VECCHI, G. **Las Orígenes Del saber:** de las concepciones personales a los conceptos científicos. Sevilla: Díada. 2 ed., 1996.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

INSTRUCTABLES. **\$10 Smartphone to digital microscope conversion**. 2013. Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/10-Smartphone-to-digital-microscope-conversion>>. Acessado em 15 dez 2013

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 4. ed. 2011. 199p.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; COULGH, M. Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice. In: LEDERMAN, L; ABEL, S (Org). **Handbook of research on science education**. Mahwah : Lawrence Erlbaum, 2007. cap. 15, p. 393-441.

MORAN, J. M. Integrar as tecnologias de forma inovadora. In: MORAN, J. M; BEHRENS, M. A.; MASETTO, M. T. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papirus. p. 36-46 2013.

UNESCO. **Policy guidelines for mobile learning**. Paris: UNESCO. 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Catálogo de graduação 2010**. (Online) Viçosa, MG, 2010. Disponível em :<<http://www.dti.ufv.br/catalogo/catalogo2010>> acesso em 12 de nov. de 2013.

WALLAU, G. L. *et al* Construindo um microscópio, de baixo custo, que permite observações semelhantes às dos primeiros microscopistas. **Revista Genética na Escola**. v.3, n.1, p. 1-3, 2008.