

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337914582>

# Elaboração de materiais de realidade aumentada por estudantes de Ensino Médio: impactos e possibilidades

Article in *Revista de Ensino de Ciências e Matemática* · December 2019

DOI: 10.26843/rencima.v10i6.1752

CITATION

1

READS

77

2 authors, including:



Luciano Denardin

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

26 PUBLICATIONS 28 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Realidade Aumentada no Ensino de Física [View project](#)



A História da Física como elemento facilitador na aprendizagem da Mecânica dos Fluidos [View project](#)

# ELABORAÇÃO DE MATERIAIS DE REALIDADE AUMENTADA POR ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO: IMPACTOS E POSSIBILIDADES

## ELABORATION OF AUGMENTED REALITY MATERIALS BY HIGH SCHOOL STUDENTS: IMPACTS AND POSSIBILITIES

**Ruan Lopes Gonçalves**

Colégio Marista Assunção, ruan.goncalves@maristas.org.br

**Luciano Denardin**

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/ Escola Politécnica/ Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, luciano.denardin@puocs.br

### Resumo

Este trabalho apresenta uma avaliação da elaboração de materiais de realidade aumentada a partir do *software* Layar por 35 estudantes do segundo ano de ensino médio. As atividades foram desenvolvidas durante a aplicação de uma unidade de aprendizagem na disciplina de física envolvendo a temática dos processos de transferência de energia térmica. Os estudantes formaram equipes, pesquisaram sobre a temática, confeccionaram cartazes impressos incrementados com recursos de realidade aumentada e socializaram os resultados de suas investigações para os demais colegas. Por meio de uma análise qualitativa avaliando as observações em sala de aula e as respostas dos estudantes em um questionário aplicado ao final da unidade de aprendizagem pôde-se identificar que eles apresentaram motivação e engajamento com as questões escolares. Ademais, os estudantes não relataram dificuldades na manipulação do *software* de realidade aumentada e consideraram que o fato dessa tecnologia permitir a inclusão de elementos como vídeos e animações faz com que os conceitos estudados sejam dinamizados, facilitando a compreensão dos conteúdos. Dentre os pontos negativos apontados pelos estudantes estão a intermitência na conexão da rede *wi-fi* da escola e a capacidade de processamento dos computadores utilizados para a realização das pesquisas e editoração dos materiais de impressão interativa.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada; Inovação Educativa; Layar; Unidade de Aprendizagem; Impressão Interativa.

### Abstract

This paper presents an evaluation of the elaboration of augmented reality materials from the Layar *software* by 35 second year high school students. The activities were developed during the application of a unit of learning in the discipline of physics involving the thematic of the processes of heat exchanges. Students formed teams, researched thematic, made printed posters augmented with augmented reality features and socialized the results of

their investigations to the other colleagues. Through a qualitative analysis evaluating the observations in the classroom and the answers of the students in a questionnaire applied to the end of the learning unit, it was possible to identify that they presented motivation and engagement with the school issues. In addition, the students didn't report difficulties in the manipulation of the *software* of augmented reality and consider that the fact of this technology allows the inclusion of elements such as videos and animations makes that the studied concepts are dynamized, facilitating the understanding of the contents. Among the negative points pointed out by the students are the intermittence in the connection of the *wi-fi* network of the school and the processing capacity of the computers used for the research and publishing of interactive print materials.

**Keywords:** Augmented Reality; Educational Innovation; Layar; Unit of Learning; Interactive Printing.

## Introdução

Nas últimas décadas os professores de física têm feito uso de objetos digitais de aprendizagem (ODA) para auxiliarem na explicação dos fenômenos da natureza e para simularem experimentos físicos difíceis de serem realizados no ambiente escolar (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012). Tradicionalmente os professores têm utilizado animações, simulações e *applets* como recurso didático; contudo, nos últimos anos o uso de aplicativos para dispositivos móveis tem se intensificado, em parte pelo fato dos estudantes trazerem para a escola estes aparelhos (FIGUEIREDO et al., 2014). Dentre os aplicativos utilizados em sala de aula, aqueles que empregam a tecnologia de realidade aumentada (RA) tem se destacado (OLIVEIRA; MANZANO, 2016; LIMA et al., 2017; MORALES; GARCÍA, 2017; NADOLNY, 2017). Os elevados níveis de interatividade e flexibilidade da RA, aliados ao seu baixo custo e ao fato de contribuírem para que os estudantes fiquem mais interessados e motivados com as questões escolares, favorecendo a compreensão dos conteúdos, estão entre as justificativas para o crescente uso da RA em sala de aula (SWENSEN, 2016; DENARDIN; MANZANO, 2017; CHEN et al., 2017; MORALES; GARCÍA, 2017).

Neste trabalho são discutidas as impressões manifestadas por estudantes de ensino médio em relação à elaboração de ambientes de RA durante o desenvolvimento de uma unidade de aprendizagem (UA) na disciplina de física. Este trabalho é classificado como um estudo de caso (YIN, 2005), tendo como objetivos:

- 1) Analisar as percepções dos estudantes em relação ao uso da RA em sala de aula, no que tange às facilidades e dificuldades encontradas por eles para a incorporação de elementos digitais a materiais impressos;
- 2) identificar as possíveis contribuições do uso da RA para a construção do conhecimento e para a motivação nas questões escolares;
- 3) mapear os recursos disponibilizados na forma de RA pelos quais os estudantes mais manifestam interesse.

## Realidade Aumentada

Entende-se por RA a ampliação do senso de realidade a partir da sobreposição de elementos virtuais a um ambiente real utilizando algum dispositivo tecnológico (AZUMA, 1997).

A RA diferencia-se da Realidade Virtual, pois enquanto essa coloca o usuário em um ambiente totalmente fictício, aquela sobrepõe, instantaneamente, os mundos real e virtual por meio de um *software* (FORTE; KIRNER, 2009).

Para construir um ambiente de RA pode-se, basicamente, utilizar duas técnicas. A primeira consiste no emprego de marcadores ao estilo *QR Code* (Código de Resposta Rápida), que são pequenos cartões de papel com um código impresso na forma de *pixels* pretos e brancos que permitem a codificação de até várias centenas de caracteres (também conhecidos como marcadores fiduciais). O conteúdo vinculado ao código pode então ser decodificado e exibido utilizando um dispositivo móvel. Ao marcador fiducial sobrepõe-se o objeto virtual que é produzido por um *software* ou disponibilizado em uma biblioteca virtual específica de RA. O objeto virtual é associado ao respectivo marcador de forma que ao direcioná-lo para uma câmera de *smartphone* ou *webcam*, ela capta a imagem e a transmite para o *software* de RA. O *software* então identifica o objeto virtual que está associado ao respectivo marcador, posicionando-o corretamente sobre ele e reproduzindo-o na tela do computador/dispositivo móvel. Desta forma, observa-se um cenário predominantemente real com a incorporação de elementos virtuais. Contudo a RA não exige, obrigatoriamente, o uso de marcadores para o incremento de elementos virtuais a um ambiente real. Para utilizar a RA sem o uso de marcadores o usuário necessita instalar no seu dispositivo móvel um *software* de RA de sua preferência e direcionar a câmera para um material impresso previamente incrementado com recursos de RA. O próprio *layout* do material impresso é utilizado para a incorporação de elementos virtuais (DENARDIN; MANZANO, 2017). Este tipo de modalidade de RA é conhecido como impressão interativa (NADOLNY, 2017) e existem diversos aplicativos que operam desta forma.

Muitas das características da RA são atrativas para que ela possa ser usada nas salas de aula. Entre elas destacam-se o fato de proporcionar uma melhor visualização dos conteúdos e por fomentar a interatividade entre os envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem. A RA proporciona novas formas de interação humano-computador, auxiliando na manipulação de dados e aumenta a percepção do usuário no uso de uma interface computacional (ROLIM et al., 2011; ROSA, 2017). Além disso, no momento em que um material didático é incrementado com elementos virtuais amplia-se os aspectos sensoriais dele, podendo aumentar a capacidade cognitiva de aprendizagem (ROLIM et al., 2011; TANNER; KARAS; SCHOFIELD, 2014).

A utilização de RA para fins educativos é uma tecnologia que merece destaque e que vem sendo avaliada ultimamente. Essas avaliações mostram, como resultado, ganhos superiores de aprendizagem em comparação com diversas outras formas de interação (FORTE; KIRNER, 2009; MORALES; GARCÍA, 2017). A RA proporciona uma

experiência para o aluno superior àquela gerada por computadores. Enquanto que a visualização de objetos nas telas dos computadores faz com que o aluno interaja apenas com a realidade cibernética, a RA oportuniza a sobreposição das realidades mundana e cibernética (ROSA, 2017).

Os mais diversos campos de ensino têm experimentado a implementação de sistemas que utilizam técnicas de Realidades Virtual e Aumentada como medicina, indústria, aplicativos para matemática básica, experimentos virtuais de óptica geométrica e até simulações de circuitos integrados (FORTE; KIRNER, 2009). A física, de maneira geral, é um campo de ensino que pode também ser muito explorado com *softwares* e jogos em RA, pelas vantagens oferecidas por meio desta técnica de desenvolvimento e pela diversidade de fenômenos que podem ser visualizados. A aplicação de RA com fins educativos na aprendizagem da física, sobretudo para o ensino médio, além de um fator motivacional para os estudantes, admite a criação e observação de objetos, fenômenos e processos que dificilmente podem ser reproduzidos em aulas tradicionais ou nos laboratórios. Além disso, a RA viabiliza simular situações complexas ou inviáveis de serem realizadas em sala de aula (DENARDIN; MANZANO, 2017).

Diversos trabalhos que têm investigado o uso da RA no contexto escolar apresentam como principais conclusões:

- A ampliação da possibilidade de contextualização dos conteúdos estudados, abordando-os por múltiplas perspectivas (KERAWALLA et al., 2006; CAI; CHIANG; WANG, 2013; YUEN; YAOYUNEYOUNG; JOHNSON, 2011; DUNLEAVY; DEDE, 2014; DENARDIN; MANZANO, 2017);
- fazer com que o estudante assuma uma postura ativa no processo de aprendizagem, bem como que possa aprender no seu próprio ritmo (YUEN; YAOYUNEYOUNG; JOHNSON, 2011; IBÁÑEZ et al., 2014; ESTAPA; NADOLNY, 2015);
- o aumento da motivação, concentração, atenção e comprometimento dos estudantes com as questões escolares (CAI; CHIANG; WANG, 2013; IBÁÑEZ et al., 2014; ESTAPA; NADOLNY, 2015; SWENSEN, 2016; DENARDIN; MANZANO, 2017);
- a melhora no rendimento escolar dos estudantes (SWENSEN, 2016; MORALES; GARCÍA, 2017).

## O Software Layar

O Layar é um *software* de impressão interativa direcionado principalmente para a área da publicidade e propaganda e turismo. A empresa foi criada em 2009 e contava, em janeiro de 2016, com mais de 500.000 páginas com conteúdo de RA publicadas e com o aplicativo instalado em mais de 40 milhões de dispositivos móveis (OLIVEIRA; MANZANO, 2016). Ele incorpora materiais digitais ao mundo real, permitindo acesso a informações previamente preparadas por usuários do *software*.

O aplicativo Layar que realiza a leitura de materiais incrementados com RA está disponível gratuitamente para os sistemas operacionais *iOS* e *Android* e pode ser

instalado em qualquer dispositivo móvel. Com o *software* instalado o usuário usufrui dos recursos de RA previamente incorporados a um material impresso. Contudo, se o usuário deseja criar seu próprio ambiente de RA, isso é possível a partir de um cadastro no *site* da empresa. O *software online* Layar Creator permite a editoração de materiais para impressão interativa, oferecendo diversas opções de recursos para serem inseridos como elementos de RA, como por exemplo, imagens, vídeos e *links* para páginas da internet.

No trabalho de Oliveira e Manzano (2016) é possível encontrar uma descrição detalhada do funcionamento e dos recursos disponíveis do *software* Layar, bem como exemplos de seu uso como impressão interativa no ensino de física.

## Metodologia

Este estudo foi desenvolvido durante o segundo semestre do ano de 2016 e envolveu o uso da tecnologia de RA por parte dos estudantes como forma de complementar materiais produzidos por eles durante o desenvolvimento de uma UA.

Esta investigação é classificada como qualitativa do tipo estudo de caso (YIN, 2005). Bogdan e Biklen (1994) entendem que a pesquisa qualitativa tem por objetivo compreender um fenômeno não trivial a partir da perspectiva dos participantes da situação analisada. Para Yin (2005), o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa que envolve a investigação empírica de uma situação atual, pouco investigada e analisada dentro de um cenário bem delimitado. A análise específica do contexto pode gerar resultados particulares que, a partir deles, seja possível construir proposições teóricas a serem transferidas e estendidas a outras circunstâncias e situações.

O *corpus* discursivo deste estudo está baseado na análise e na interpretação das respostas dos estudantes a um questionário aplicado ao final da UA e também nas observações de sala de aula realizadas por um dos autores. Tal análise tem um cunho construtivista e interpretativo e busca compreender um determinado comportamento frente ao contexto e aos sujeitos investigados (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

## Contexto

Os participantes deste estudo foram 35 estudantes de duas turmas do turno diurno de segundo ano do ensino médio de uma escola pública estadual de Porto Alegre. A idade média dos estudantes era de 16 anos, sendo 24 mulheres (69%) e 11 homens (31%).

As atividades envolvendo a tecnologia de RA foram realizadas em encontros semanais de 100 minutos de duração, ao longo de uma UA colocada em prática por um dos autores deste trabalho e que também atuava como professor nas turmas investigadas. A UA pode ser entendida como uma forma de organização curricular que busca superar o planejamento sequencial e rígido de conteúdos (FRESCHI; RAMOS, 2009). Por essa razão, na UA o livro didático é visto apenas como mais um recurso a ser utilizado em sala de aula e não como um guia que dita a sequência didática que deva ser



seguida. A UA leva em consideração os conhecimentos dos estudantes, colocando-os em uma postura ativa cuja finalidade é promover a autonomia, a autoria e o desenvolvimento de habilidades (GONZÁLEZ et al., 1999; FRESCHI; RAMOS, 2009). A partir de atividades que abarquem a pesquisa e tenham alto poder de contextualização com situações do dia a dia, espera-se que os estudantes reconstruam os seus conhecimentos. As atividades da UA devem conduzir o estudante ao questionamento, à discussão, à explicação, à reflexão e à argumentação, preferencialmente em trabalhos em equipe nos quais o professor tem o papel de mediador da aprendizagem (FRESCHI; RAMOS, 2009).

A UA desenvolvida com os estudantes teve como temática os Processos de Transferência de Energia Térmica e, dentre as atividades realizadas, destacam-se:

### **1. A apresentação de perguntas relacionadas ao cotidiano dos estudantes (1º encontro):**

A problematização do conhecimento dos estudantes se deu a partir de 16 questões que envolviam a temática estudada e que tinham relação com o dia a dia. Perguntas como: “*Por que o congelador sempre fica na parte superior do refrigerador?*”, “*Como funciona uma garrafa térmica?*” e “*Por que no churrasco o assador usa um espeto de metal com o cabo de madeira?*” foram apresentadas aos estudantes. Neste mesmo encontro, para exemplificar o que seria realizado futuramente pelos estudantes, o professor apresentou um material de impressão interativa previamente preparado.

### **2. O trabalho em equipe (2º encontro):**

Os estudantes se organizaram em equipes de três a quatro componentes. Se optou pelo trabalho em equipe, uma vez que um aspecto da cultura do nativo digital – a cultura digital – que deve ser levado em consideração no processo de aprendizagem é a preferência por trabalhar em equipes, desenvolvendo a construção colaborativa do significado da informação recebida (JONES; SHAO; HALL, 2011). Além disso, o trabalho em equipe também favorece o desenvolvimento de atitudes cooperativas de forma que a discussão e o debate pode contribuir para que os estudantes aprendam com os seus pares.

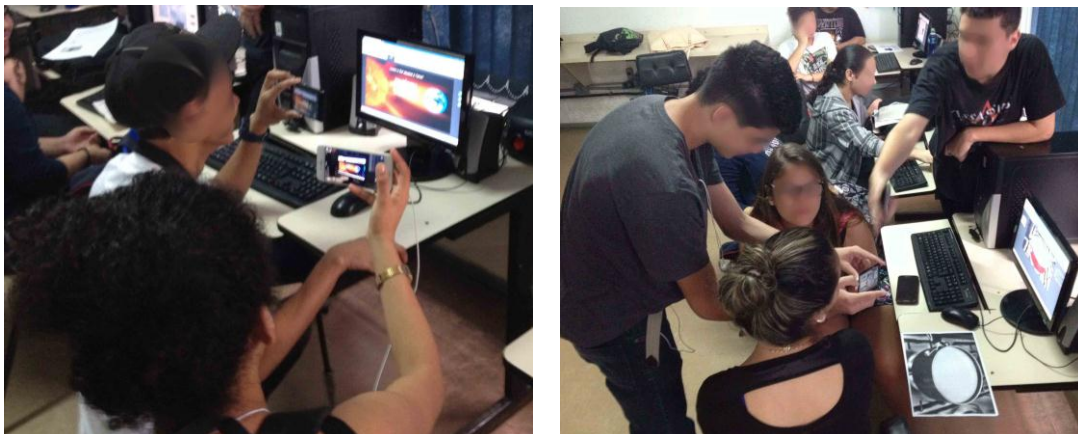
### **3. A pesquisa em sala de aula e a preparação de materiais de impressão interativa (2º, 3º, 4º e 5º encontros):**

A partir da escolha de uma ou mais perguntas, cada equipe deveria realizar uma pesquisa para respondê-las corretamente. Para isso, alguns encontros foram destinados para as equipes realizarem pesquisas em livros didáticos e na internet.

Uma das características da UA é que os estudantes, a partir de ações envolvendo a pesquisa, organizem e elaborem seus próprios materiais. Por essa razão, foi solicitado que as equipes confeccionassem cartazes contendo as perguntas iniciais e as respostas construídas por elas a partir das suas pesquisas e reflexões. Os cartazes foram produzidos digitalmente e convertidos para o formato de arquivo PDF (*portable document format*). A partir disso, os estudantes adicionaram aos cartazes elementos de RA. Eles se cadastraram no *site* do Layar e instalaram o aplicativo homônimo em seus dispositivos móveis. Nos 4º e 5º encontros os estudantes tinham a tarefa de vincularem materiais digitais ao PDF criado. Foram incorporados vídeos, imagens, *gifs* animados e *links* para

páginas da internet e redes sociais. A Figura 1 apresenta registros dos encontros nos quais os alunos realizaram pesquisas, editoraram os materiais de impressão interativa e realizaram testes dos recursos de RA.

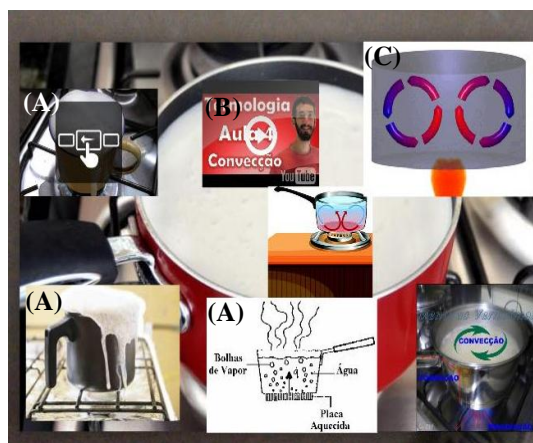
Figura 1 – Estudantes realizando pesquisas e utilizando o *software* Layar.



Fonte: Acervo pessoal dos autores

A Figura 2 reproduz um exemplo de material de impressão interativa construído pelos estudantes. Nele é possível identificar recursos como imagens (A), vídeos (B) e *gifs* animados (C).

Figura 2 – Exemplo de material de impressão interativa construído pelos estudantes.



Fonte: Acervo pessoal dos autores

#### **4. A socialização das pesquisas (6º encontro):**

Como a UA também prevê o desenvolvimento de habilidades relacionadas à argumentação e à comunicação (FRESCHI; RAMOS, 2009), em uma data preestabelecida as equipes deveriam socializar os resultados de suas pesquisas para os demais colegas da turma. Para tanto, os cartazes foram impressos e expostos. De posse dos dispositivos móveis cada estudante poderia acessar o conteúdo de RA incorporado



aos cartazes pelas diferentes equipes. Além disso, as explicações para as perguntas iniciais foram apresentadas oral e coletivamente por cada equipe (Figura 3).

Para todos os encontros foram disponibilizados o laboratório de informática da escola e a biblioteca. Além disso, o professor teve sempre o papel de mediador da aprendizagem, orientando e esclarecendo dúvidas dos estudantes sobre os recursos do software Layar e sobre os assuntos pesquisados.

Figura 3 – Registros da socialização das pesquisas realizadas pelas equipes (6º encontro).



Fonte: Acervo pessoal dos autores

### **Instrumento de Coleta de Dados**

A fim de avaliar as impressões dos estudantes em relação ao uso da RA na atividade realizada, ao final da UA eles responderam a um questionário contendo as seguintes perguntas:

*Você gostou de fazer a atividade com Realidade Aumentada na aula de física? Por quê?*

*Você acredita que materiais de Realidade Aumentada como os utilizados para realizar a atividade contribuem para teu aprendizado? Por quais motivos? Faça uma comparação com os materiais tradicionalmente usados em aula.*

*Quais foram as tuas dificuldades para realizar a atividade envolvendo o software LAYAR?*

*O uso do software de Realidade Aumentada facilitou a tua apresentação do trabalho? Comente.*

*Você gostaria que o seu livro didático oferecesse materiais de Realidade Aumentada ou atividades nas quais você mesmo construísse o material? Por quê?*

*Na tua opinião, quais os pontos positivos em utilizar materiais de Realidade Aumentada na aula de Física?*

*Na tua opinião, quais os pontos negativos em utilizar materiais de Realidade Aumentada na aula de Física?*

## *Como foi assistir as apresentações dos colegas com os recursos de Realidade Aumentada?*

Para Gil (1999, p.128) o questionário é uma “ técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas”.

O questionário que os estudantes responderam continha perguntas abertas, ou seja, aquelas que são respondidas da forma e na linguagem que o informante desejar, tentando reduzir a influência de respostas pré-estabelecidas pelo pesquisador que podem ocorrer em questionários de perguntas fechadas.

Dentre as vantagens da utilização do questionário estão a possibilidade de atingir um número maior de pessoas e a redução das chances de as respostas dos informantes serem influenciadas pelas colocações dos pesquisadores (GIL, 1999). Entretanto, comparada às entrevistas, o questionário não oportuniza o aprofundamento e desdobramento das respostas.

## **Resultados e discussão**

A partir da análise das respostas dos estudantes, assim como identificado na pesquisa de Morales e García (2017), verificou-se que eles foram muito receptivos com a atividade proposta. As palavras mais utilizadas pelos alunos foram “interessante” e diferente. Para ilustrar esse fato, trechos de algumas respostas são transcritos adiante:

*“Eu gostei, porque foi um tipo de trabalho que eu nunca tinha feito e foi bem interessante e diferente do que eu faço geralmente.” (Estudante B)*

*“Gostei bastante porque foi uma atividade nova e diferente.” (Estudante C)*

*“[...] foi uma experiência nova e bem legal.” (Estudante D)*

*“Foi a coisa mais diferente que a gente já fez no colégio. Eu gostei.” (Estudante F)*

As manifestações dos estudantes estão em concordância com o identificado por Cai; Chiang; Wang (2013) e Denardin e Manzano (2017) que, em pesquisa utilizando RA com estudantes do ensino médio, também constataram que eles ficam impressionados e surpreendidos com o recurso tecnológico supracitado. Nestes trabalhos, os estudantes caracterizaram a proposta como inovadora e interessante e que desperta a atenção deles.

Além disso, os estudantes na faixa etária dos participantes desta pesquisa podem ser classificados como nativos digitais (PRENSKY, 2001). Os nativos digitais têm como característica o imediatismo, o trabalho em rede, preferindo informações na forma de imagens, vídeos e sons do que em textos. Eles dominam e apreciam as tecnologias, como destacado pelos estudantes E e T:

*“Foi uma aula diferente do habitual e gosto dessas novas tecnologias.” (Estudante E)*

*“Eu gosto de usar tecnologia nas coisas do colégio, mas a gente quase nunca faz.” (Estudante T)*

Além de manifestar o interesse dos nativos digitais pelas tecnologias, o recorte discursivo do estudante T revela o reduzido número de propostas educacionais que, de fato, utilizam ODA. Esse aspecto ecoa no apresentado por García et al. (2007, p.3, tradução nossa):

[...] os alunos estão muito mais predispostos a usarem as tecnologias em atividades de estudo e aprendizagem do que as escolas podem oferecer. Essa situação pode gerar um sentimento de insatisfação com as práticas escolares, criando uma distância crescente entre alunos e professores em relação à experiência educacional.

O estudante L utiliza a gíria *barbada* para indicar que a utilização do *software online* de RA é de simples e fácil manipulação, o que também pode indicar uma crença de autoeficácia por parte do estudante (SWENSEN, 2016).

Na pesquisa conduzida por Morales e García (2017), os professores participantes destacaram que a falta de conhecimentos técnicos e de capacitação para a criação de conteúdos de RA é um problema. Este aspecto pode dificultar o uso de ODA em sala de aula e corrobora ao citado por García et al. (2007). Os professores, que na sua maioria são imigrantes digitais (PRENSKY, 2001), nasceram em uma era analógica e vêm incorporando as tecnologias digitais ao longo de suas vidas, o que pode explicar a dificuldade deles em utilizarem tecnologias emergentes como a RA. Essa dificuldade não foi encontrada na proposta aqui apresentada uma vez que os próprios estudantes – nativos digitais, destros no uso de recursos digitais – foram os encarregados por realizarem a editoração e manipulação dos elementos de RA. Desta forma, uma alternativa paliativa para contornar os problemas identificados por Morales e García (2017) é propor atividades nas quais os próprios estudantes construam materiais incrementados com RA.

Sabe-se que a física é vista pelos estudantes como uma componente curricular difícil e seus conteúdos são abstratos e complexos. O uso de elementos de RA pode facilitar a compreensão de alguns conteúdos (FORTE; KIRNER, 2009; MORALES; GARCÍA, 2017), uma vez que é possível dinamizar e contextualizar situações físicas, reduzindo o grau de abstração e o esforço cognitivo exigido (SWENSEN, 2016). Esses aspectos foram relatados por muitos dos participantes desta pesquisa, que expressaram que visualizar os fenômenos físicos a partir dos recursos de RA disponibilizados facilita o aprendizado:

*“Os materiais apresentados em sala de aula não ajudam muito por serem apresentados no papel sem demonstrações visuais do que está acontecendo. O Layar faz exatamente o contrário.” (Estudante C)*

*“Assim vendo fica bem mais fácil de se entender.” (Estudante I)*

*“É mais fácil de entender as coisas tipo as correntes de convecção na panela que o professor falou. Com o gif eu entendi.” (Estudante J)*

*“É que dá para ver melhor, principalmente a convecção que eu não entendia muito bem.” (Estudante F)*

Em geral, os materiais educacionais tradicionais utilizados em aula são estáticos (como as figuras de um livro didático). Tanner et al. (2014) sugerem que as representações mentais são melhores construídas pelos estudantes quando eles interagem com animações, bem como que estímulos visuais e auditivos coadjuvam a compreensão de conceitos. Esse aspecto é destacado nos recortes discursivos acima. Os extratos estão ainda em consenso com o preconizado por Forte e Kirner (2009) no que se refere ao fato da RA ser de grande auxílio no processo de aprendizagem, contribuindo para manter o interesse do estudante e aumentando a motivação para o estudo.

Quando questionados se gostariam que os materiais didáticos utilizados em sala de aula fossem incrementados com recursos de RA a grande maioria respondeu de forma positiva, como pode ser identificado nos trechos abaixo:

*“Se tivesse isso no livro seria bem mais legal.” (Estudante L)*

*“O livro ia ficar bem mais interessante de se ver.” (Estudante N)*

*“Ia ser uma coisa, tipo, inovadora.” (Estudante O)*

*“Tinha que ter nas outras matérias também.” (Estudante V)*

As respostas positivas possivelmente estejam relacionadas às características dos nativos digitais e seus interesses por tecnologias e diversidade de recursos visuais e auditivos a serem explorados (PRENSKY, 2001). Além disso, a combinação de materiais impressos tradicionais com recursos de interatividade digital propicia uma experiência de aprendizagem significativa (NADOLNY, 2017). O excerto do estudante V está de acordo com o identificado por Denardin e Manzano (2017), ou seja, o interesse dos estudantes em ampliarem o uso da RA para as demais disciplinas do currículo escolar.

Outro benefício do uso de materiais com recursos de impressão interativa está relacionado com o fato dos estudantes assumirem o controle de suas aprendizagens, “customizando” seu próprio caminho, uma vez que podem empregar os recursos de RA disponíveis a bel-prazer (YUEN; YAOYUNYOUNG; JOHNSON, 2011; NADOLNY, 2017). Este aspecto encontra sustentação em outras características dos nativos digitais enunciadas por Prensky (2001), que se refere ao fato deles apreciarem acessos aleatórios e concomitantes de hipertextos. Somado a isso, trabalhos como Lin et al. (2013) e Morales e García (2017) verificaram que a tecnologia da RA contribui para o aumento no desempenho acadêmico dos estudantes quando comparado ao ensino transmissivo. Este aspecto também foi identificado nos discursos dos estudantes participantes desta pesquisa:

*“Ajudam e bastante (na compreensão de conceitos). É uma forma bem mais interativa e interessante, chama muito mais a atenção do que os métodos tradicionais.” (Estudante G)*

*“Contribui de forma positiva (no aprendizado) porque o aluno passa a se interessar mais em aprender usando o computador e o celular. Mais do que copiando do quadro.” (Estudante S)*

Além disso, Ibáñez et al. (2014) ressaltam que o uso da RA contribui para que os estudantes compreendam melhor o conteúdo formal. Cai; Chiang; Wang (2013) destacam que o seu emprego em sala de aula é um agente de motivação à aprendizagem, fazendo com que estudantes com baixo rendimento na disciplina progridem mais. Somado a isso, Swensen (2016) preconiza que o uso da RA pode contribuir para o aumento nas crenças de autoeficácia por parte dos estudantes. Todos esses aspectos podem ser identificados nos excertos abaixo:

*“Eu sou horrível em Física, e com isso, pude me interessar mais na matéria.” (Estudante R)*

*“A parte conceitual da Física fica mais fácil assim.” (Estudante A)*

*“Muito melhor aprender assim, é mais legal.” (Estudante C)*

Das dificuldades elencadas pelos participantes dessa pesquisa destacam-se a desatualização e baixa velocidade de processamento dos computadores do laboratório de informática do colégio. A velocidade e inconstância do sinal de internet da escola também foram fatores negativos. Esses mesmos aspectos já foram citados em outras pesquisas (DENARDIN; MANZANO, 2017):

*“[...] o ruim é a internet do colégio.” (Estudante L)*

*“A internet caía toda hora, aí até voltar a gente se distraía com outras coisas.” (Estudante K).*

*“Era melhor fazer o trabalho em casa que meu computador é melhor.” (Estudante M)*

O excerto do estudante K remete a outra característica dos nativos digitais que é o imediatismo que acarreta em uma perda de atenção muito rápida em uma determinada tarefa (PRENSKY, 2001). No momento em que a conexão à internet da escola se mostra instável, isso pode ser um fator para que os estudantes acabem desviando a atenção das questões escolares para outros aspectos.

Segundo Martin (2012 citado em IBÁÑEZ et al., 2014) motivar e envolver estudantes do ensino médio em atividades escolares é mais difícil do que crianças. Nesse sentido, Buruchovitch e Bzuneck (2004, p. 15), afirmam que:

*[...] à medida que as crianças sobem de série, cai o interesse e facilmente se instalam dúvidas quanto à capacidade de aprender certas matérias.*

De encontro a esses autores, o recorte discursivo do estudante M demonstra o grau de engajamento dele com o projeto, uma vez que ele opta por realizar parte das atividades em casa, o que não é comum nesta faixa etária. Este aspecto está em consonância com o identificado por Swensen (2016) que, em revisão de literatura realizada, identificou diversos trabalhos envolvendo o uso da RA em sala de aula que indicam que os estudantes se mostram mais comprometidos e engajados com as atividades propostas pelos professores.



Além disso, o engajamento dos estudantes pôde ser observado durante os diferentes encontros da UA e no momento de socialização dos resultados das pesquisas:

*“Era legal. A gente queria ver o que os outros fizeram de tri.” (Estudante P)*

*“[...] fazem o aluno se interessar mais (pelas apresentações dos colegas) do que uma cartolina, por exemplo.” (Estudante O)*

*“Era legal de fazer e depois ver o dos outros.” (Estudante Q)*

*“[...] ao botar em prática para fazer o trabalho, o aprendizado fica mais fácil.” (Estudante H)*

Ainda, analisando os recortes discursivos dos estudantes O e Q é possível inferir que eles se tornaram autores de suas aprendizagens, uma vez que elaboraram materiais pedagógicos para aprender, compartilhando-os com seus colegas.

## **Considerações finais**

A maioria dos trabalhos que envolvem o uso da RA em sala de aula descrevem materiais previamente preparados pelo professor. Diferentemente, este trabalho discute a elaboração de materiais incrementados com RA por estudantes durante o desenvolvimento de uma UA.

A fim de mudar a forma transmissiva e unilateral de apresentar os conteúdos de física, o objetivo dos autores como professores foi o de aproximar o conteúdo por meio da interatividade que é proporcionada pela RA, colocando os estudantes em posturas ativas de pesquisa e colaboração por meio do emprego de uma UA. Já, o objetivo como pesquisadores foi avaliar o uso da RA por parte dos estudantes.

Identificou-se que a RA permite a imersão natural e motivadora do estudante ao tema estudado, fazendo com que aumente sua percepção sobre o assunto. A RA contribuiu para a maior compreensão do conteúdo discutido em sala de aula, principalmente por permitir o uso de diferentes ODA. O uso da RA ainda amplia as crenças de autoeficácia e o engajamento dos estudantes com as atividades propostas.

Alguns estudantes destacaram que são poucas as atividades envolvendo o uso de ODA que são realizadas na escola, sendo uma das razões para isso o fato dos professores não dominarem as tecnologias emergentes. Este trabalho demonstra que uma alternativa para reduzir este descompasso é propor que os próprios estudantes interajam e manipulem com as tecnologias que por vezes os professores não se sentem aptos a utilizarem.

Em geral, materiais de RA incrementados por professores de física, apresentam como recursos imagens, vídeos, *gifs* animados e *links* para leituras complementares sobre o assunto e *applets*. Neste trabalho, os recursos incorporados pelos estudantes aos materiais de impressão interativa foram majoritariamente vídeos, imagens e *gifs* animados. Estes aspectos estão relacionados com os interesses dos nativos digitais, que preferem imagens a textos.



Em síntese, este trabalho conclui que o uso da RA em auxílio à educação, além de tornar os estudantes mais motivados, proporciona uma maior interação entre eles, os conteúdos e as tecnologias educacionais emergentes. Quando eles próprios constroem os materiais de impressão interativa acabam por se tornarem coautores do conhecimento abandonando o modo passivo e sendo mais ativos em sala de aula.

## Referências

- AZUMA, R.T. A survey of augmented reality. **Presence**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- BOGDAN, R.C., BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. 335p.
- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (orgs.). **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.
- CAI, S.; CHIANG, F.; WANG, X. Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. **International Journal of Engineering Education**, v. 29, n. 4, p. 856-865, 2013.
- CHEN, P.; LIU, X.; CHENG, W.; HUANG, R. A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. In: POPESCU, E.; KINSHUK, KHRIBI, M.K.; HUANG, R.; JEMNI, M.; CHEN, N.-S.; SAMPSON, D.G. (Eds.). **Innovations in Smart Learning**. Singapura: Springer, 2017. p. 13-18.
- DENARDIN, L.; MANZANO, R. C. Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física. **RENOTE- Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n.2, p.1-10, 2017.
- DUNLEAVY, M.; DEDE, C. Augmented reality teaching and learning. In: SPECTOR, M.; MERRILL, M.D.; ELEN, J.; BISHOP, M.J. (Eds.). **Handbook of research on educational communications and technology**. New York: Springer, 2014. p. 735-745.
- ESTAPA, A.; NADOLNY, L. The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. **Journal of STEM Education: Innovations and Research**, v. 16, n. 3, p. 40-48, 2015.
- FIGUEIREDO, M.; GOMES, J.; GOMES, C.; LOPES, J. Augmented Reality tools for teaching and learning. **EduRe Journal: International Journal on Advance in Education Research**, v. 1, n. 1, p.22-34, 2014.
- FORTE, C.E.; KIRNER, C. Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática. **Atas do 6º Workshop de realidade virtual e aumentada**. Santos, 2009.
- FRESCHI, M; RAMOS, M.G. Unidade de Aprendizagem: um processo em construção que possibilita o trânsito entre senso comum e conhecimento científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 156-170, 2009.

GARCÍA, F.; PORTILLO, J.; ROMO, J.; BENITO, M. Nativos digitales y modelos de aprendizaje. **Post-Proceedings del IV Simposio pluridisciplinar sobre diseño, evaluación y desarrollo de contenidos educativos reutilizables**. Bilbao, 2007.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

GONZÁLEZ, J.F.; Elortegui, N.; Rodríguez, J.; Moreno, T. **¿Cómo hacer unidades didácticas inovadoras?** Sevilha: Editora SL, 1999.

IBÁÑEZ, M.B.; DI SERIO, Á.; VILLARÁN, D.; KLOOS, C.D. Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. **Computers & Education**, v. 71, p. 1-13, 2014.

JONES, C.; SHAO, B.; HALL, W. **The net generation and the digital natives: implications for higher education**. Higher Education Academy, York, 2011.

KERAWALLA, L.; LUCKIN, R.; SELJEFLOT, S.; WOOLARD, A. "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. **Virtual Reality**, v. 10, n. 3-4, p. 163-174, 2006.

LIMA, M.B.; PEREIRA, L.B.; MERÍNO, C.G.; STRUCHINER, M. Realidade Aumentada no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura. **Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2017.

LIN, T. J.; DUH, H. B. L.; LI, N.; WANG, H. Y.; TSAI, C. C. An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. **Computers & Education**, v. 68, p. 314-321, 2013.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 562-613, 2012.

MACEDO, A.C.; SILVA, J.A.; BURIOL, T.M. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n.2, p.1-10, 2016.

MORALES, P. T.; GARCÍA, J. M. S. Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje. **RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 16, n. 1, p. 79-92, 2017.

NADOLNY, L. Interactive print: The design of cognitive tasks in blended augmented reality and print documents. **British Journal of Educational Technology**, v. 48, n. 3, p. 814-823, 2017.

OLIVEIRA, L.D.; MANZANO, R.C. Aplicações de realidade aumentada no ensino de Física a partir do software LAYAR. **RENOTE- Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n.1, p.1-10, 2016.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

ROLIM, A.L.S.; RODRIGUES, R.L.; OLIVEIRA, W.; FARIAS, D.S. Realidade aumentada no ensino de ciências: tecnologia auxiliando a visualização da informação. **Atas do VIII encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**. Campinas, 2011.

ROSA, M. Insubordinação criativa e a cyberformação com professores de matemática: desvelando experiências estéticas por meio de tecnologias de realidade aumentada. **REnCiMa: Revista de ensino de ciências e Matemática**, v. 8, n. 4, p. 157-173, 2017.

SWENSEN, H. Potential of augmented reality in sciences education a literature review. **Proceedings of 9th annual International Conference of Education, Research and Innovation**. Sevilha, 2016.

TANNER, P.; KARAS, C.; SCHOFIELD, D. Augmenting a child's reality: using educational tablet technology. **Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice**, v. 13, p. 45-54, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YUEN, S.C.; YAOYUNYONG, G.; JOHNSON, E. Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. **Journal of Educational Technology Development and Exchange**, v. 4, n. 1, p. 11, 2011.