

**O USO DA SIMULAÇÃO BASEADA EM HIPERVÍDEO COMO RECURSO DE ENSINO
E APRENDIZAGEM DE BOTÂNICA**

Autor1: Danilo Fogaça de Macedo

Modalidade: COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA



» Resumo

O estudo do reino vegetal pode ser bastante desafiador, assim como propiciar situações de aprendizagem que privilegiem a construção do conhecimento pela experimentação. Para tanto, o desenvolvimento de recursos educacionais pode ser uma alternativa para o encaminhamento de conteúdos considerados difíceis de serem ensinados e aprendidos pelos meios tradicionais. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um simulador baseado em hipervídeo capaz de atuar como ferramenta no ensino e aprendizagem de botânica, favorecendo a adoção de metodologias capazes de confrontar os alunos com suas concepções alternativas sem que sejam priorizadas a memorização e a transmissão de conteúdos. O simulador foi utilizado com alunos da 2ª série do ensino médio, e os resultados indicam que a aprendizagem pode ser privilegiada em situações nas quais os estudantes têm a oportunidade de experimentar suas próprias hipóteses, confrontando suas concepções prévias com o registro do fenômeno estudado.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem. Tecnologia educacional. Simulação. Ensino de botânica.

» Problema

Analisar o papel de um simulador baseado em hipervídeo¹ no processo de apropriação de conceitos sobre fototropismo por estudantes de ensino médio, no contexto proposto.

» Objetivos

1. Desenvolver um simulador baseado em hipervídeo para o estudo do fototropismo.
2. Estudar o papel do simulador em situações de ensino e aprendizagem no ensino médio.

» Metodologia

O simulador foi concebido a partir da observação dos modos representacionais do fenômeno do fototropismo² nos materiais didáticos, o que resultou no registro em lapso temporal das plantas em crescimento sob influência da luz em condições variadas. É importante sublinhar que a pretensão deste simulador de fototropismo é, na realidade, **simular o tempo** – uma vez que o crescimento das plântulas é lento e dificilmente constatado no intervalo de tempo de uma aula regular. Para a construção do simulador baseado em hipervídeo foi necessário o desenvolvimento de uma metodologia capaz de acompanhar o crescimento das plântulas em diferentes condições de luminosidade e suas respectivas respostas fototrópicas. Para tanto, foi construída uma caixa escura

¹ Tais simuladores constituem-se em vídeos digitais produzidos a partir da captação de imagens de experimentos ou fenômenos reais, aos quais é acrescida uma interface gráfica de interação.

² Fototropismo é o fenômeno que leva os diferentes órgãos vegetais a crescerem e/ou se movimentarem de acordo com a orientação de um estímulo luminoso.

capaz de viabilizar a gravação em vídeo destas plântulas. Tais vídeos passaram por processamento e posterior edição através da plataforma tecnológica do portal LABIQ¹, plataforma que possui ferramentas de autoria com interface de fácil operação, o que dispensa conhecimentos de programação. Tal instrumento permite que quaisquer professores e alunos com acesso à internet produzam seus objetos de aprendizagem. Para a criação de hipervídeo, a ferramenta da plataforma utilizada foi o editor de vídeos anotados, que cria vídeos interativos que podem interagir com outros objetos disponíveis na plataforma.

Para viabilizar os testes com os alunos foram construídas sequências didáticas que foram aplicadas em seis turmas da 2ª série do ensino médio em uma escola particular da cidade de São Paulo, totalizando 225 alunos. Dentro desta sequência didática, foram aplicados um pré-teste e um pós-teste, que consistiram em um questionário com itens em uma escala de quatro pontos do tipo Likert (LIKERT, 1932), de modo a mensurar a distância entre os níveis de concordância e discordância antes e após os testes. Além disso, também foi feita a elaboração de perguntas que pretendiam a construção de hipóteses por parte dos alunos sobre o comportamento das plantas, guiada por um roteiro de discussão. Para cada pergunta do roteiro de discussão, as hipóteses construídas coletivamente eram testadas no simulador. Enquanto isso, cada computador recolheu dados da interação utilizando um *software* capaz de capturar e gravar em vídeo toda a atividade que ocorre no computador, permitindo o detalhamento e entendimento da relação aluno-simulador.

Para a análise dos vídeos que registraram as interações aluno-simulador, foram gerados dendogramas² através da inserção dos dados produzidos a partir dos pré-testes e pós-testes pela utilização de um *software* de mineração de dados. Devido ao grande número de vídeos gerados e pela impossibilidade de analisá-los em sua totalidade, o uso dos dendogramas permitiu a visualização de *clusters*, ou seja, subgrupos que apresentam características em comum. O uso deste *software* apresentou-se como uma ferramenta útil que viabilizou a escolha dos vídeos analisados de maneira criteriosa.

Também foi feita a análise de representações visuais fornecidas pelos alunos de algumas turmas. Para a escolha das representações visuais analisadas, utilizou-se o mesmo método para escolha dos vídeos analisados. A análise das representações visuais dos alunos foi feita com base em uma escala criada com o intuito de comparar as produções dos estudantes não apenas com as representações dos livros didáticos, mas também com os registros das respostas fototrópicas das plantas. Estas comparações têm como pretensão uma melhor compreensão sobre a forma que os estudantes constroem mentalmente estas representações, inferindo o papel dos livros didáticos e demais materiais utilizados no ensino e aprendizagem dos conceitos botânicos estudados.

¹ O Laboratório Integrado de Química e Bioquímica (LABIQ) visa o desenvolvimento de objetos de aprendizagem de licença livre.

² Dendograma é um diagrama que organiza grupos a partir da análise de dados e variáveis. É semelhante às árvores filogenéticas utilizadas no estudo da evolução.

» Fundamentação teórica

A ideia de que os estudantes chegam nas escolas sem qualquer tipo de compreensão anterior a respeito dos mais diversos conceitos sobre a ciência foi superada. Ainda assim, a escola ainda permanece como um espaço no qual pressupõe-se o aluno como um ser incompleto; cabe ao professor somente fornecer estes conceitos e esperar que os estudantes internalizem integralmente os conhecimentos produzidos pela ciência. No entanto, os alunos realizam suas interpretações a partir de suas próprias conclusões, embasadas em conhecimentos previamente construídos a partir da sua relação com o mundo (PFUNDT; DUIT, 1991; CARMICHAEL et al.¹, 1990 apud TEIXEIRA, 2011). Tais concepções, na maioria das vezes, não correspondem ao conhecimento científico, e podem ser assim denominadas concepções alternativas - são formadas, sobretudo, quando o indivíduo procura preencher lacunas durante o desenvolvimento de um modelo mental sobre um determinado fenômeno a partir de seus conhecimentos prévios (VOSNIADOU; MASON, 2012). Muito do que tem sido feito na pesquisa em ensino busca não apenas identificar quais são estas concepções, mas também procura maneiras de produzir conhecimento científico no espaço escolar a partir destas concepções.

Para além dos estudantes, os professores também podem apresentar suas próprias concepções alternativas. Como se não bastasse, por conta da dificuldade no entendimento dos conceitos por parte dos próprios professores, estes podem acabar ensinando estas concepções alternativas aos seus alunos (PINE; MESSER; ST. JOHN, 2001). Ademais, as concepções alternativas podem ser produto da interação dos alunos não apenas com seus professores, mas também com o material didático. Diante disso, Carvalho e Gil-Pérez (2000) propõem que para haver de fato aprendizagem, o aprendiz deve envolver-se ativamente no processo de construção de conhecimento diante do importante papel que desempenham suas concepções prévias. Desqualificar tais concepções durante o processo de ensino e aprendizagem pode ser contraproducente, uma vez que a durante a adoção do ensino por transmissão pode haver maior dificuldade na construção e reconstrução de conhecimentos científicos pelos alunos – além de ser impossível impor aos estudantes a simples desconsideração do que já trazem construído para a sala de aula através de suas próprias experiências. Mais especificamente em botânica, Hershey (2004, 2005) enfatiza que muitos conteúdos acabam mantendo-se como concepções alternativas replicadas até mesmo na literatura, confundindo não apenas alunos, mas também professores, em decorrência de simplificações e generalizações excessivas, utilização de termos obsoletos, erros em pesquisas não retificados e internalizados pelo discurso do professor, entre outros.

Ainda no âmbito das concepções alternativas, torna-se aqui importante a discussão sobre o papel das representações visuais na construção dos conceitos

¹ CARMICHAEL, P. et al (Eds.). **Research on students' conceptions in science: a bibliography**. 1 ed. Leeds, UK: Children's Learning in Science Research Group, University of Leeds, 1990.

pelos estudantes no espaço escolar. Esta discussão é sobretudo necessária, pois, para o propósito deste trabalho, a construção de um simulador que utiliza o hipervídeo como recurso instrucional se apoia na imagem dinâmica. Consideramos, então, que o vídeo cumpre a função de ser um registro da imagem de um objeto em movimento no tempo. Contrastando com o registro, temos as representações visuais enquanto recursos importantes na comunicação de conceitos científicos, seja entre cientistas ou na sala de aula, mesmo que estudantes tenham dificuldade na extração de informações destas representações. Ainda assim, ensinar conceitos não visíveis e abstratos seria bastante difícil se as representações visuais não tornassem tais conceitos mais concretos (PATRICK; CARTER; WIEBE, 2005). Ademais, na sala de aula as representações visuais são importantes pois ajudam a representar fenômenos que os estudantes não podem experimentar ou observar diretamente (BUCKLEY, 2000). Ainda assim, algumas representações visuais apresentadas aos estudantes podem fornecer uma ideia distorcida do que é o empreendimento científico, ao replicar idealizações e construções mentais socialmente compartilhadas ao invés de fatos da realidade concreta. Em outras palavras, levar os estudantes a acreditar que as afirmações da ciência dão descrições exatas da realidade e ainda passíveis de serem convertidas em representações visuais seria dotá-los de um realismo ingênuo (MEDEIROS; MEDEIROS, 2011). É necessário tomar cuidado para que o próprio experimento não seja representado de forma idealizada para que assim se minimize a distorção do modelo sobre a realidade na representação. Embora o experimento também seja organizado em função de conhecimentos estabelecidos em um modelo, visto que o cientista ao compor o experimento parte de pressupostos estabelecidos, o registro, se bem utilizado, pode prover ao processo de ensino e aprendizagem uma visualização mais fidedigna quando se trata da produção de conhecimento científico.

» Resultados obtidos

Na literatura há poucos exemplos de trabalhos que guiem a manipulação de plantas para a gravação de vídeos de lapso temporal ou que forneçam orientações de cultivo para que estudantes e professores mantenham suas plantas em casa ou nos laboratórios escolares com propósitos didáticos. Elaborar uma metodologia para o estudo do crescimento e da resposta dos caules de plantas em relação à luz é importante para aproximar alunos e professores da realidade apresentada pelos livros. Assim, tal metodologia foi produto de experimentação e aprimoramento constantes até que as condições para o crescimento e filmagem das plantas fossem satisfeitas. Espera-se que esta metodologia torne o estudo da botânica mais acessível.

É também importante ressaltar que ao longo das gravações dos vídeos as plantas muitas vezes não demonstraram o comportamento esperado de acordo com os livros-texto de biologia e botânica e, por consequência, esse comportamento também discordou daquele apresentado no material dos alunos. Essa observação é interessante, uma vez que professores podem se surpreender em sala de aula ao tentar obter das plântulas o comportamento esperado na literatura, uma vez que esse tipo de conteúdo já está tão sedimentado que

difícilmente cogita-se um comportamento discordante por parte da planta. O recurso didático, nessa situação, pode abrir as portas para discussões em sala de aula sobre a construção do conhecimento científico.

Faz-se necessário também ressaltar que, em uma análise superficial, os resultados esperados se mostram mais evidentes nas turmas que apresentam melhor desempenho formal. Uma análise mais cuidadosa mostra também que os *clusters* de maior rendimento, produzidos pelo *software* de mineração de dados, não necessariamente são compostos somente por alunos das primeiras turmas ranqueadas pela escola. Ademais, os maiores *clusters*, de desempenho médio, mostram uma constituição bastante heterogênea com maior quantidade de alunos. Parece-nos que a construção de hipóteses, quando feita coletivamente com o professor enquanto mediador, leva à elaboração de respostas mais assertivas em termos de conhecimento científico. A sequência didática utilizada com algumas turmas não privilegiou a construção individual das hipóteses, inviabilizando a avaliação de hipóteses muito diferentes das esperadas. Em contrapartida, a situação experimentada privilegiou uma melhor análise sobre a percepção que os alunos obtiveram do fenômeno simulado durante a interação com o recurso didático.

Da análise das representações visuais dos alunos foi possível extrair outras possíveis hipóteses: percebeu-se que muitas concepções prévias e alternativas são bastante resilientes. Infelizmente, não é possível trazer conclusões mais assertivas, uma vez que as hipóteses e as representações visuais foram elaboradas antes da interação com o simulador. Ainda assim, estes dados complementam o panorama sobre como se dá a construção do conhecimento destes alunos, nessas situações, a respeito destes fenômenos – e fornece subsídios para a abordagem futura destes mesmos conteúdos.

Quando os diagramas de navegação no simulador, produzidos a partir da análise dos vídeos de captura de tela, são comparados, percebe-se uma clara distinção na utilização do simulador por parte dos alunos. Algumas turmas indicam um propósito claro na navegação, circunscrita somente às simulações que possuem relação direta com o roteiro de exploração utilizado pelo professor. Supõe-se que o formato das aulas dentro da sequência didática tenha influenciado essa tendência. Em contrapartida, algumas turmas, pelo maior tempo disponível para aplicação da sequência didática, puderam elaborar suas hipóteses individualmente, o que possivelmente levou a um número maior de hipóteses construídas e, conseqüentemente, a uma variedade maior de diagramas de navegação. Apesar de a navegação de alguns estudantes parecer aleatória à primeira vista, uma análise mais cuidadosa permite concluir que os alunos na realidade estão simulando variáveis específicas, como a posição da luz no entorno da planta. Em suma, as diferenças no planejamento das aulas e o tipo de abordagem do roteiro de exploração utilizado podem impactar diretamente no tipo de interação que os alunos estabelecem com o recurso didático.

Mesmo em um contexto no qual o ensino transmissivo é valorizado, o uso do simulador evidenciou uma completa transição de uma dinâmica de aula onde

apenas o professor falava em direção a uma aula protagonizada pelos aprendizes. Nas aulas em sala regular, o aprendiz assumiu, como sempre, uma postura exclusivamente passiva, dependente das informações fornecidas pelo professor e do conteúdo exposto em lousa. A partir do momento em que se deu início à construção das hipóteses, a interação aluno-professor foi intensificada pelo debate e compartilhamento de ideias. Durante a aplicação do simulador para o teste de hipóteses, a interação alunos-professor assumiu um caráter mais complexo, evidenciando também a interação entre alunos que até então não havia sido observada nas situações anteriores de ensino. A atividade proposta com o simulador parece favorecer outras formas de interação em sala de aula mesmo num contexto escolar que adota o ensino tradicional, baseado em apostilas e lousa, como método principal de promoção de aprendizagem.

No decorrer das atividades com os estudantes, salientou-se em diversos momentos o quão distantes as representações dos fenômenos presentes nos livros didáticos estão do universo cotidianos dos estudantes. Essa distância aparentemente se dá pela incapacidade destas representações visuais (esquemas, gráficos, desenhos) presentes nesses materiais de fornecer elementos para que o aprendiz compreenda o que está sendo analisado/observado. Como exemplo, houve no laboratório de informática uma surpresa generalizada ao constatar que os caules de plantas observados na simulação eram os mesmos caules representados nos desenhos das apostilas e da lousa. Aparentemente, esse distanciamento da representação visual da realidade se dá por conta de um processo de que leva em consideração apenas o estereótipo do fenômeno que está sendo representado. Esse estereótipo do fenômeno é criado a partir da tentativa de imitar e padronizar experimentos clássicos a respeito do fototropismo como os de Charles e Francis Darwin (DARWIN, 1880). Os experimentos, por sua vez, são tentativas de reproduzir fenômenos que acontecem na natureza. Desta maneira, o processo que culmina na produção da representação visual acaba por reproduzir um modelo com função didática que se distancia do fenômeno real – muitas vezes levando a um produto que não cumpre adequadamente sua função.

Como se não bastasse, os alunos possuem a expectativa de que os fenômenos devem ser sempre previsíveis; caberia ao professor, neste contexto, apenas confirmar se os conceitos foram aprendidos corretamente (FÁVERO; TAUCHEN; SCHWANTES, 2012). Qualquer comportamento destoante do fenômeno observado é encarado como um elemento complicador que encaminha os alunos a conflitos cognitivos julgados indesejáveis. É importante, no entanto, que tais conflitos cognitivos sejam criados de maneira a não reforçar concepções positivistas de ciência nos estudantes. Reforça-se, aqui, o papel do simulador como uma ferramenta capaz de apresentar aos estudantes uma realidade que não induza o entendimento de que o conhecimento científico pode prever fenômenos.

Ressalta-se ainda que o fototropismo, principal fenômeno abordado pelo simulador, ocorre de forma dinâmica, porém lenta na escala de tempo da percepção humana e da duração de uma aula. Portanto, é razoável admitir que,

para tais fenômenos, o uso da simulação baseada em hipervídeo traz, além da vantagem de substituir uma representação pictórica pelo registro do fenômeno, a vantagem de poder acelerar o tempo, ressaltando também o aspecto dinâmico do processo. Consideramos que, dentre tudo o que pode ser simulado por meio de hipervídeos, ajustar o tempo do fenômeno ao tempo da percepção humana e da sala de aula seja possivelmente uma das principais contribuições deste tipo de recurso didático.

» Conclusão

O ensino e a aprendizagem dentro da escola ainda são muito baseados no cientificismo, que reforça nos alunos a concepção de que a ciência é neutra e baseada em um conhecimento verdadeiro. Esta forma de olhar para o conhecimento evidencia o importante papel formativo do professor na construção da visão que os estudantes possuem sobre a ciência. Quaisquer ferramentas que possam se constituir como objetos de aprendizagem capazes de auxiliar o professor não devem ser, portanto, desprezadas. Na medida do possível, sobretudo na botânica, o ensino deve viabilizar o contato do aluno com a realidade, tornando a aprendizagem mais envolvente do que na abordagem tradicional do conteúdo.

Quando analisados os testes, percebe-se que estes não refletem necessariamente o ranqueamento realizado pela escola em termos de desempenho formal dos alunos. Ao que parece, as turmas de melhor desempenho formal dispõem de maior motivação em decorrência do contexto a que estão submetidas. Ademais, neste contexto, essa cultura escolar leva os alunos a preocupar-se mais com respostas prontas e formatadas, gabaritadas, ao invés de atentar-se mais ao conhecimento mais próximo do proposto pela ciência.

Assim, pequenas alterações na forma pela qual o conhecimento é construído dentro de determinadas situações de ensino pode mudar bastante a relação dos estudantes com este conhecimento. Poder olhar com mais cuidado para as hipóteses construídas pelos alunos é um privilégio para o professor. Muitas destas hipóteses, em situações de ensino mais restritas, acabam não emergindo em sala de aula e passam despercebidas. A importância destas hipóteses não deve ser desprezada, pois é a partir delas que o professor passa a compreender como os seus alunos estão construindo seus conhecimentos sobre os conteúdos estudados. Fornecer aos alunos situações em que estas hipóteses possam ser exploradas livremente pode colaborar para que estes construam um conhecimento mais próximo do científico e sejam confrontados com suas concepções prévias e alternativas. No caso das hipóteses construídas junto às representações visuais, cabe lembrar que possibilitar ao aluno se expressar por meio de desenhos pode ser capaz de aumentar o nível de abertura da atividade (SHILAND, 1999).

Similarmente, o grau de abertura da atividade (PRIESTLEY, 1997¹ apud VALVERDE; JIMÉNEZ; VIZA, 2005) pode impactar também diretamente em outras atividades para além do desenho. No caso deste trabalho, a variação no grau de abertura alterou a maneira pela qual os estudantes interagem com o recurso didático. Os alunos de 2016 que experimentaram uma situação de ensino mais fechada, com orientações expressas sobre a construção de suas hipóteses e como testá-las no simulador, apresentaram percursos de navegação no simulador parecidos e mais próximos do esperado pelo professor. Em contrapartida, algumas turmas puderam construir suas próprias hipóteses sem uma intervenção mais direcionada, o que culminou em percursos variados de navegação no simulador, diferentes entre si.

Considerou-se que possibilidade de apresentar ao aluno registros do fenômeno estudado, aliado à possibilidade de simular o fenômeno em outra escala de tempo, constitui-se como uma das maiores vantagens do uso do simulador. O simulador elaborado neste trabalho proporcionou ao professor a possibilidade de propor atividades com viés investigativo em situações de ensino em que a experimentação é dificultada dentro do contexto e da cultura escolar. É importante considerar também que a dinâmica aluno-professor se alterou após a execução da atividade, evidenciando que a aprendizagem não é apenas o produto de uma situação de ensino, mas também se constitui como uma ferramenta capaz de alterar as interações em sala de aula tornando a aprendizagem mais eficiente.

Por fim, o processo de construção do simulador em si, no âmbito deste trabalho, culminou na criação de um objeto de aprendizagem que pode ser utilizado por professores em diferentes propostas e diversos contextos, contribuindo para um incremento nos processos de ensino e aprendizagem em botânica.

» Referências bibliográficas

BUCKLEY, Barbara C. Interactive multimedia and model-based learning in biology. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 9, p. 895-935, 2000.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2000. 120p.

DARWIN, Charles. **The Power of Movement in Plants**. Londres: John Murray, 1880.

FÁVERO, Altair Alberto; TAUCHEN, Gionara; SCHWANTES, Lavinia. Da transposição à compreensão didática: sentidos do conhecimento escolar na educação em Ciências. **Roteiro**, Joaçaba, v. 37, n. 2, p. 325-342, 2012.

¹ PRIESTLEY, William Joseph. The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. **Dissertation Abstracts International**, v. 58, n. 3, 1997.

HERSHEY, David R. **Avoid Misconceptions When Teaching About Plants**. 2004. Disponível em: <<http://www.actionbioscience.org/education/hershey.html>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

HERSHEY, David R. **More Misconceptions to Avoid When Teaching about Plants**. 2005. Disponível em: <<http://www.actionbioscience.org/education/hershey3.html>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide. Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, 2011.

PATRICK, Michelle D.; CARTER, Glenda; WIEBE, Eric N. Visual representations of DNA replication: Middle grades students' perceptions and interpretations. **Journal of Science Education and Technology**, v. 14, n. 3, p. 353-365, 2005.

PFUNDT, Helga; DUIT, Reinders. Bibliography. **Students' alternative frameworks and science education**. 3 ed. Kiel: IPN, 1991.

PINE, Karen; MESSER, David; ST. JOHN, Kate. Children's misconceptions in primary science: A survey of teachers' views. **Research in Science & Technological Education**, v. 19, n. 1, p. 79-96, 2001.

SHILAND, Thomas W. Constructivism: the implications for laboratory work. **J. Chem. Educ**, v. 76, n. 1, p. 107, 1999.

TEIXEIRA, Ana Mafalda Mendes Baía. **Concepções alternativas em Ciência: um instrumento de diagnóstico**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino da Biologia e da Zoologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

VALVERDE, Gregorio Jiménez; JIMÉNEZ, Rosa Llobera; VIZA, Anna Llitjós. Los niveles de abertura en las prácticas cooperativas de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, 2005.

VOSNIADOU, Stella; MASON, Lucia. Conceptual change induced by instruction: A complex interplay of multiple factors. 2012.