

CRIATIVIDADE NO PROCESSO DE ELABORAR SIMULAÇÕES VIRTUAIS DE FÍSICA

Maria Lúcia Vinha* (mlvinha@uol.com.br)

Cesar Nunes** (cnunes@futuro.usp.br)

Maurício Pietrocolla*** (mpietro@usp.br)

* Doutoranda em Educação, Faculdade de Educação da USP.

**Professor da Escola do Futuro da USP.

***Professor da Faculdade de Educação da USP

RESUMO

O presente trabalho analisa a presença de atributos da criatividade em simulações virtuais de Física, elaboradas por alunos de ensino médio de uma escola pública de São Paulo, na forma de roteiros, e posteriormente, programadas por alunos de cursos de graduação da USP e disponibilizadas no site www.labvirt.futuro.usp.br. Os atributos observados foram: originalidade, complexidade, surpresa, imprevisibilidade e movimento de ir além do conjunto de regras padronizadas. Percebemos que esses atributos estão presentes nas simulações, na medida em que esse processo de elaborar as simulações permite que as demandas cognitivas, sociais e afetivas dos alunos sejam levadas em conta, considerando que as demandas do professor se concentram, majoritariamente no aspecto da transmissão do conhecimento de Física.

INTRODUÇÃO

A educação tradicional tem uma história de valorização de conteúdos ligados às diferentes áreas do conhecimento, com ênfase naqueles oriundos das ciências matemáticas e naturais, como também da lingüística. É fácil perceber que os conhecimentos, habilidades e sentimentos ligados a outras do conhecimento, não são familiares à estrutura vigente na educação predominante. É o caso da criatividade e da imaginação, que estão associadas, em grande parte, à área de artes.

Considerando a importância de se valorizar a presença da criatividade e da imaginação nas diversas áreas do conhecimento escolar e não apenas naquelas cuja tradição já as contempla, tem-se neste trabalho, uma análise sobre o processo de criação de alunos do ensino médio, no contexto de atividades de simulações ligadas à disciplina de Física.

Essas simulações foram desenvolvidas no segundo semestre de 2003 e primeiro semestre de 2004, em trabalho integrante das atividades desenvolvidas pelo

Laboratório Didático Virtual, (LabVirt), Escola do Futuro, USP, sendo disponibilizadas no site www.labvirt.futuro.usp.br.

A análise foi realizada através da leitura dos roteiros escritos pelos alunos do ensino médio, encaminhados à equipe de programação; das simulações colocadas no site; de respostas desses alunos em questionários e em entrevistas sobre o processo de elaboração dessas simulações.

1 CONSIDERAÇÕES SOBRE CRIATIVIDADE E APRENDIZAGEM

A criatividade é uma noção que comporta certa dificuldade no que se refere à sua conceituação e caracterização. Segundo Parrat-Dayan (2001, p. 113), “a criatividade é um conceito associado a diferentes atributos como a novidade, a originalidade, a variedade, a espontaneidade, a curiosidade, a imaginação, a facilidade de ver e entender as coisas, a descoberta e a invenção.”

Esses atributos deveriam fazer parte dos objetivos de ensino, das diversas áreas do conhecimento, isto é, deveriam ser visualizados no espaço escolar. A citação colocada a seguir, trata da importância da criação, nesse espaço:

A criação científica deve ser perseguida ao longo de toda educação, e isso é impossível sem o engajamento ativo do sujeito. As aulas de Ciências devem ser a ocasião para se retrair os passos, para se reviver as emoções e sentimentos associados aos atos de criação. Muito da fobia às ciências nas escolas advém do fato de a criação ter sido substituída nas aulas pela memorização. Sem a criação não há emoções e resta apenas o arcabouço formal das atividades de ensino (PIETROCOLA, 2004, p. 132).

Há fortes evidências de que o ensino das ciências, em sua maior parte, tem sido focado nos conteúdos e nas operações, de forma mecânica, mesmo quando se vale de atividades experimentais. Dá-se a impressão que a atividade criadora é atribuição restrita ao cientista, no processo de criação de determinada descoberta, cabendo aos alunos, acatar as informações dela decorrente, de forma passiva. Sobre essa questão, Pietrocola coloca:

A escola se imbuí da missão de transmitir às novas gerações valores, atitudes, conhecimentos e demais elementos da cultura humana. Nessa tarefa, muitas vezes relega a criatividade e a imaginação ao aspecto meramente motivacional

das atividades, atribuindo ao lúdico unicamente a capacidade de entreter. Em geral, separam-se as atividades de raciocínio daquelas imaginativas, como se tratassem de áreas desconexas do pensamento. Por um duplo preconceito, não atribuem ao raciocínio a possibilidade de criar, nem à imaginação de organizar e moldar representações sobre o mundo (ibidem, p. 130).

A separação entre cognição e imaginação reflete uma herança racionalista, pois o ato de imaginar associa-se, muitas vezes, à falta de rigor e aos mitos que confundem a mente. Uma análise mais profunda das atividades criadoras na ciência permite redefinir o papel da imaginação, tanto para o cientista quanto para os indivíduos. Nas atividades das crianças, a criação assume um papel importante, sendo que um julgamento livre de preconceito pode atribuir-lhe função cognitiva.

Segundo Bronowski:

Prejudicamos a educação das crianças quando as habituamos a separar a razão da imaginação, apenas pela conveniência do horário escolar. Porque a imaginação não se limita às explosões da fantasia, ela é sempre a manipulação mental do que está ausente dos sentidos, mediante o uso de imagens, palavras ou outros símbolos (BRONOWSKI, 1998, p. 38).

A relação feita por Bronowski, entre manipulação mental e ausência dos sentidos, poderia passar uma visão de culto à razão, desvinculada das questões do cotidiano, mas essa possível visão, é desfeita na transcrição que se segue:

Tudo o que é criado, tanto na ciência como na arte, é uma extensão da nossa experiência para novos campos. Todas essas criações precisam ajustar-se tanto à experiência comum da humanidade como às experiências particulares de cada pessoa. A obra científica ou literária afeta-nos profundamente, no campo mental e emocional, sempre que corresponde à nossa experiência e ao mesmo tempo se projeta mais longe. Esse é o sentido de "verdade" compartilhado pela arte e pela ciência, mais importante que as diferenças de conteúdo factual que dividem os dois campos (ibidem, p.51).

Nesse sentido, o que se questiona é a cultura de se excluir do processo cognitivo, qualquer papel para a imaginação. Análises na história das artes plásticas tem mostrado a relação entre avanço das obras dos artistas plásticos e a ruptura com as representações literais, para representações de significados e de mensagens que pessoas, fatos e fenômenos, "passam" ao artista plástico. Isso se configura como uma libertação da mente em relação aos sentidos.

As idéias colocadas por Bronowski, sobre imaginação e processo mental, na humanidade e nos indivíduos, podem ser associadas à aprendizagem significativa. Segundo autores dessa linha:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as idéias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as idéias são relacionadas a algum *aspecto relevante existente* na estrutura cognitiva do aluno, como, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.34, grifo do autor).

Pensar sobre essa relação não arbitrária, isto é, necessária à ligação entre formação e expressão de idéias e informações presentes na bagagem de cada aluno, aponta para o fato de que as atividades escolares comportam dois contextos: um deles refere-se às demandas do professor e, no caso, do conteúdo de Física e de um saber científico que deve ser divulgado; o outro, refere-se às demandas do aluno, que nesse caso, encontra-se na adolescência, convivendo com diversas informações veiculadas na mídia, desejoso de participar ativamente, de mostrar suas capacidades. São, portanto, demandas de “fora” e demandas de “dentro”, que devemos considerar, na proposição de atividades escolares. Acreditamos que as atividades consideradas criativas resultem da aproximação dos dois contextos, num processo de síntese.

Quando se estuda a presença de criatividade em trabalhos de alunos, na área de ciências, entram em cena, alusões a descobertas científicas de notório valor e reconhecimento mundial, como se fossem apenas nessas descobertas, que residiriam dimensões de criatividade. Apesar de se considerar a importância dos estudos de criatividade e imaginação, relacionados às grandes descobertas científicas, é necessário estudar o papel da criatividade e da imaginação, na produção de novas idéias, potencialmente interessantes, no âmbito escolar. Nesse sentido:

Medições comparativas de criatividade devem reconhecer que muitas realizações criativas incluem a exploração, e talvez alteração, de um espaço conceptual, ao invés de sua transformação radical. Quanto mais complexo o espaço, maior seu potencial exploratório, tanto mais a “mera” exploração será valorizada (BODEN, 1999, p. 119).

Complementando: “As atividades exploratórias da ciência normal, p. ex., não deixam de ser criativas, embora não incluam as re-interpretações fundamentais de percepção que são típicas das revoluções científicas” (idem, ibidem, p. 120). Transpondo essa idéia para o contexto escolar, podemos dizer que as atividades de construção do conhecimento científico, pelos alunos do ensino médio, podem ser criativas, no sentido de incluírem a exploração de um assunto, de uma forma diferenciada, tendo em vista explicações ou representações.

O tópico colocado a seguir apresenta aspectos da exploração de assuntos relacionados à área de Física e suas aproximações com a criatividade e a imaginação.

2 SIMULAÇÕES ANALISADAS

Para analisar as simulações virtuais de Física, elaboradas pelos alunos do ensino médio e programadas por alunos do ensino superior, buscamos contribuições da área de arte, através das idéias de Berlyne (1971, apud MARTINDALE, 1999, p. 167), ao discorrer sobre as propriedades colativas de um determinado estímulo, e sua relação com a potencialidade para despertar emoção, sendo que essa potencialidade estaria relacionada à criatividade. As propriedades colativas, isto é, que se pode comparar ou conferir, segundo o autor, são exemplificadas como: originalidade, complexidade, surpresa e imprevisibilidade.

Perkins (1999, p. 127), diz que “reconhecemos a verdadeira invenção porque explícita ou tacitamente detectamos um movimento além do ‘conjunto de regras’, um resultado que não poderia ter surgido do paradigma definido por aquelas regras”. Direcionando esse movimento de ir além do conjunto de regras, para o âmbito escolar, na elaboração das simulações, podemos dizer que esse movimento pode ser percebido por atividades que extrapolam as expectativas do ensino tradicional de física, que se limitam ao contexto das demandas do professor e que deixam de lado, as demandas do aluno.

Na simulação “Rede Elétrica”, que trata de dilatação linear, o grupo de alunos*, apresenta uma rede elétrica, com folga entre dois postes, para se evitar uma possível tração ou ruptura do fio, devido à diminuição de comprimento do fio, ocasionada pela diminuição da temperatura. Na descrição da primeira tela, temos:

Uma rua com postes dos dois lados, os fios de 438 m de comprimento, sem que estejam esticados, ou seja, com uma folga (os fios em evidência). Com casas, árvores, carros passando, prédios ao fundo. No canto inferior aparece um termômetro indicando a temperatura de 29° C. Na rua, um menino de bermuda, sem camiseta, tomando sorvete e com uma das mãos limpando o suor da testa. Cachorrinhos deitados na calçada com a língua de fora (STREICH et alii, 2004).

Continuando a descrição:

E escrito no topo da tela: “Enquanto isso, no interior do fio de cobre”. E uma seta apontada para o fio do poste. Aparece no canto superior da tela uma setinha e escrito abaixo dela: Ver próxima tela e ao ser apertada com o mouse pelo usuário, ela irá automaticamente para a 2ª tela (idem, ibidem).

Na descrição da segunda tela, há caracterizações que dão a idéia de se estar dentro do fio, com moléculas “suando, bem espaçadas, agitadas, algumas se abanando, outras falando: Sai de perto. Outras: Não encosta, está calor!”[...] (idem, ibidem), além da colocação de mensagem sobre a relação entre aumento da temperatura e do comprimento do fio, devido ao aumento da vibração das moléculas. Além disso, há indicações de procedimentos para se dirigir à próxima tela.

Na descrição da terceira tela, as caracterizações são dirigidas à diminuição da temperatura para 15°C, portanto, um clima frio.

* Bruna Alvim Streich; Graziela Cristina Martins Barrozo; Juliana Silva Carvalho; Odilon Almeida dos Santos.

Na quarta tela, as descrições buscam caracterizar o interior do fio, nesse clima frio, e também caracterizar a diminuição da vibração das moléculas.

Na 5ª tela, tem-se o cenário de dois postes, com a pergunta: “Qual o comprimento final do fio, devido à variação de temperatura? E as informações apresentadas a seguir:

$$L_i = 438 \text{ m} \quad a = 16 \cdot 10^{-6} \quad T_i = 29^\circ \text{ C} \quad T_f = 15^\circ \text{ C}$$

Há a possibilidade de se acessar as fórmulas para resolução, como também a explicitação dos símbolos das fórmulas e calculadora. Os alunos apresentam à equipe de produção das simulações, os cálculos feitos e caracterizam como deverão ser as telas nos casos de acerto ou de erro.

Para analisar a existência de aspectos criativos nessa simulação, começaremos destacando o movimento que os alunos fizeram no sentido de ir além do conjunto de regras, isto é, ir além do padrão dominante em livros e apostilas, que normalmente é repetido em sala de aulas, através da proposição de uma situação, (que até poderia ser a do comprimento final do fio, após a variação de temperatura), seguida dos cálculos.

Esse movimento de ir além do conjunto de regras estabelecido, leva em conta as demandas dos alunos e possibilita a manifestação da originalidade que seria a exploração do assunto em questão, (dilatação linear), de forma que as percepções que os alunos têm a respeito da relação entre temperatura e vibração das moléculas, possam ser manifestadas com liberdade, portanto com um certo teor de novidade, que pode ser visto através do “diálogo” feito entre as moléculas e através da criação de um cenário imaginado por eles, com riqueza de detalhes, visando caracterização dos personagens e do ambiente.

Na simulação “Apagão! Socorro!”, o grupo de alunos* apresenta a situação de um mecânico que precisa terminar um serviço, mas recebe a notícia pelo rádio, de que haverá interrupção de energia elétrica. Aí ele tem a idéia de ligar uma lâmpada a uma bateria de automóvel para obtenção da luz, considerando que a lâmpada é de 60 w e a bateria tem uma carga elétrica de 120 000 C e a tensão é de 12 V.

* Arlem dos Santos Souza; Marília Souza Freitas; Tatiane dos Santos Gomes; This Silva de Assis.

Os alunos descrevem todas as telas indicando como deverá ser o cenário, destacando as falas do mecânico. Além disso, fazem os cálculos necessários e redigem os finais, em casos de acerto e de erro, além de uma mensagem do tipo “pista”, no caso do valor estar acima e outra, no caso do valor estar abaixo da resposta correta. Não colocaram a opção “Ajuda”, para os casos de não se saber as fórmulas.

A simulação comporta um conhecimento relacionado à eletrodinâmica, onde entram noções de corrente elétrica, carga elétrica, potência, tensão e bateria.

A manifestação de originalidade pode ser observada na composição do cenário, como o detalhe do rádio transmitindo a notícia sobre a interrupção de energia, como também pela atitude do mecânico em ir consultar o manual da bateria, sendo que o manual não traz a resposta que ele busca, e aí então, o usuário é “convidado” a entrar com os cálculos para ajudá-lo. O mecânico não diz literalmente, que o manual não traz a ajuda que ele precisa, no entanto aparecem nele, algumas informações sobre a função da bateria e cuidados que devemos ter ao manuseá-la.

Essa incorporação de elementos ou de informações, que não têm uma relação direta com os cálculos a serem realizados, indica que a demanda do aluno está sendo atendida, portanto um movimento no sentido de ir além do conjunto de regras.

Sendo assim, temos a impressão que os alunos, nesse caso, não têm pressa na elaboração de detalhes que buscam caracterizar o enredo, apontando certas surpresas. O adulto, por sua vez, (pode ser um professor), tende, normalmente, a fugir das preliminares, do contexto, e ir direto ao assunto, que no caso seria a exposição dos conceitos e aplicação de exercícios que envolvem aplicação de fórmulas.

Na simulação “Plantão Médico”, o grupo de alunos*, trata do uso da corrente elétrica para o salvamento de vidas, através dos desfibriladores, sendo que o usuário calculará o valor da impedância transtorácica de um paciente que se submete a uma ressuscitação cardiopulmonar, tendo como dados, uma corrente de 30 ampères e o potencial de 4 500 volts utilizado para a produção da corrente.

A simulação envolve conceitos da área de Eletrodinâmica, como corrente elétrica, potencial, resistência e lei de Ohm.

*Gemma Patrícia Macellaro; Juliano Magalhães Viana; Kátia Akie Ikedo; Raniella Antunes Pisaneschi;

Nas descrições das primeiras telas, há a indicação de aparecer um médico dando explicações sobre o aparelho e sua função em termos de terapia através da corrente elétrica, entrando em detalhes, como, por exemplo, sobre os efeitos ocorridos no miocárdio e chances de sobrevivência (com gráfico).

Essas explicações vão sendo apresentadas e somente na 12ª tela é que aparece uma enfermeira dizendo que entrou na emergência um paciente com arritmia cardíaca e na seqüência, o médico diz que é parada cardíaca, pede para trazer o desfibrilador e solicita a participação do usuário para a realização dos cálculos. Há a possibilidade de ajuda, para o caso de não se saber a fórmula. Há a proposição para os finais, no caso de acerto e de erro, embora nesse último, não haja saída diferenciada para os casos de valor muito acima ou muito abaixo do valor correto.

Nessa simulação, há evidências da complexidade envolvida, pois os alunos pesquisaram o assunto em revistas da área de cardiologia, mostrando o caráter interdisciplinar do conhecimento presente na simulação. A imprevisibilidade pode ser notada no sentido que dificilmente iríamos imaginar que alunos do primeiro ano do ensino médio fossem perceber a relação entre eletrodinâmica e tecnologia da área médica.

A questão colocada na análise da simulação anterior, sobre a riqueza de detalhes e de informações que não têm relação direta com a resolução dos cálculos, considerada como uma forma de demonstrar o acato às demandas do aluno, na presente simulação, encaminhou-se para a saturação, possivelmente pela forma “professoral” de exposição das informações, percebida na fala do médico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O poeta Emerson disse que a ciência tem uma dívida com a imaginação! (apud TAYLOR, 1967). Essa afirmativa se mostra válida ainda nos dias de hoje, como também pode ser direcionada para o âmbito escolar, dizendo que a escola tem uma dívida com a imaginação, com os espaços da criação, do envolvimento prazeroso. Nesse sentido, é importante buscar formas de criar esses espaços, como também pesquisar atividades que sinalizam a existência deles.

Na análise das respostas dos alunos aos questionários e às entrevistas, percebe-se afirmativas direcionadas à continuidade do processo de elaboração de simulações virtuais, nas aulas de Física, destacando a diferenciação das aulas, que não ficam limitadas às teorias e cálculos. Isso remete à reflexão sobre a necessidade de se investir em atividades pedagógicas que tenham um grau maior de significância para os alunos, que possibilitem o envolvimento desses alunos com o processo de conhecimento, de forma ativa e prazerosa.

O arcabouço formal das atividades de ensino tem mostrado que a vivência de emoções prazerosas, não tem sido uma prática predominante nas escolas. A frase apresentada por um aluno que participou das atividades de elaboração das simulações comprova a necessidade de se investir em atividades que possibilitem envolvimento prazeroso: “Distraímos com algo novo, aprendemos a matéria, nos divertimos em grupo, o que sempre gostamos de fazer: sentar em grupo”. O envolvimento prazeroso, em uma atividade, está ligado à capacidade de nos estimular a curiosidade e então, a busca de caminhos que explicitem a temática relacionada ao elemento novo.

Quando um dos alunos diz que a atividade de elaborar as simulações “incentiva os alunos a trabalharem mais” e que outro diz: “Já tenho várias idéias para outro projeto”, indica que o lúdico não se contrapõe ao trabalho cognitivo, muito pelo contrário, mostra que há uma íntima relação entre atividades imaginativas e ações cognitivas. Essa relação fica evidenciada com o depoimento de outro aluno: “Além de nos ajudar a anexar fórmulas na mente, ainda é mais construtivo por podermos usá-las no cotidiano, tornando nossa vida mais prática quanto a isso”.

A relação entre criatividade, aprendizagem significativa e a elaboração de simulações pelos alunos, pode ser visualizada pelos seguintes aspectos: A escolha dos temas e a criação dos cenários das simulações são feitas pelos alunos, portanto relacionados às informações prévias existentes na estrutura cognitiva. Essa atividade comporta conhecimentos, oriundos de diversas áreas, não se restringindo à área de Física. Mobiliza os alunos para a apresentação de idéias sobre o tema escolhido e para a incorporação de novos aspectos a essas idéias, visando análise e interpretação da natureza ou de aparatos tecnológicos.

As simulações virtuais de Física, elaboradas pelos alunos citados nesse trabalho, indicam que existem possibilidades de se atribuir ao raciocínio, a possibilidade de criar, e à imaginação, de organizar e moldar representações sobre o mundo.

Os atributos da criatividade, tomados para análise das simulações, tais como originalidade, complexidade, surpresa, imprevisibilidade e movimento de ir além do conjunto de regras estabelecidas, se constituíram em elementos válidos para a indicação da presença de criatividade nessas simulações.

Percebeu-se que esses critérios se destacam, quando as demandas cognitivas, sociais e emocionais dos alunos são levadas em conta, e manifestadas através de uma dedicação em criar um contexto que dê significado às idéias referentes às demandas do professor, que no caso, são conteúdos do currículo de Física do ensino médio. Quando isso acontece, os alunos incorporam diálogos, informações, animações e desenhos ao cenário das simulações, que não têm necessariamente, uma relação direta com a resolução dos cálculos envolvidos naquela situação. Não há economia de detalhes, não há pressa na descrição do enredo e não há limitações de se ficar restrito à área convencional de Física.

REFERÊNCIAS

AUSBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BODEN, Margaret A. O que é criatividade. In: _____. (Org.). *Dimensões da criatividade*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999. p. 81-123.

BRONOWSKI, Jacob. *O olho visionário: Ensaio sobre arte, literatura e ciência*. Tradução de Sérgio Bath. Brasília: Editora UnB, 1998.

MARTINDADALE, Colin. Como podemos medir a criatividade de uma sociedade? In: BODEN, Margaret A. (Org.). *Dimensões da criatividade*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999. p. 166-201.

PARRAT-DAYAN, Silvia. Gênio e Criatividade. In: VASCONCELOS, Mário Sérgio. (Org.) *Criatividade: Psicologia, Educação e Conhecimento do novo*. São Paulo: Moderna, 2001. p. 113-124.

PERKINS, David N. Criatividade: além do paradigma darwiniano. In: BODEN, Margaret A. (Org.). *Dimensões da criatividade*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1999. p. 125 -147.

PIETROCOLA, Maurício. Curiosidade e Imaginação: Os Caminhos do Conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Org.). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 119-133.

STREICH, Bruna Alvim et alii. *Roteiro da simulação de Física "Rede Elétrica"*. Escola Estadual Prof. Dr. Laerte Ramos de Carvalho. 16 abr. 2004.

TAYLOR, A. M. *Imagination and the growth of science*. USA: Schocken Books Inc., 1967.