

Acompanhando o processo de tomada de consciência: uma proposta pedagógica de aprendizagem de física apoiada pelo AVA Rooda Tekton

Accompanying the Processes of Becoming Aware:
a Pedagogical Proposal to Learn Physics Supported by
AVA ROODA Tekton

Silvia F. S. Moresco, Patrícia Alejandra Behar**, Nuted****

Resumo

Este trabalho objetivou acompanhar e analisar o processo constitutivo da tomada de consciência através de atividades práticas e teóricas apoiadas por um ambiente virtual de aprendizagem de física. Uma proposta pedagógica de aprendizagem de física foi elaborada, disponibilizada em forma de um *site* e incorporada no ambiente virtual de aprendizagem – Rede Cooperativa de Aprendizagem (Rooda). A metodologia utilizada, os recursos pedagógicos e os dispositivos comunicacionais permitiram acompanhar o processo de aprendizagem numa perspectiva construtivista, baseada em desafios. Os adolescentes que participaram da pesquisa experimentaram um novo espaço relacional, acessaram informações, enviaram dados, discutiram e analisaram questões polêmicas, levantaram hipóteses, testaram possíveis soluções, elaboraram perguntas e res-

postas. Suas produções foram registradas e publicadas para que todos os envolvidos no processo de aprendizagem a elas tivessem acesso. As produções individuais e as coletivas foram repensadas e reconstruídas pelos sujeitos de pesquisa sempre que necessário, considerando-se o processo de aprendizagem, não somente o produto final.

Palavras-chave: aprendizagem, física, cooperação, tomada de consciência, adolescentes.

* Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação da Ufrgs. Rua João Iser, nº 43 - Rio Pardo - RS - CEP 96640-000 - Fone: (51) 3731-4080 - E-mail: ferreto@netp.com.br.

** Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Ufrgs. E-mail: pbehar@terra.com.br.

*** Núcleo de Tecnologia Digital Aplicada à Educação – Ufrgs – Av. Paulo da Gama, s/n – prédio 12201 – 10º andar – sala 1002 Campus Central – 90 046-900 – Porto Alegre - RS – E-mail: Brazil.ferreto@netp.com.br.

Introdução

A informática, especialmente a internet e os ambientes virtuais de aprendizagem, se utilizada adequadamente, pode ser um importante recurso de aprendizagem de física. A internet possibilita as interações interindividuais, a plurivocidade, a manipulação de dados, a correlação dos conhecimentos entre si por meio de *links* e nós de redes hipertextuais. As ferramentas comunicacionais disponibilizadas pelos ambientes virtuais de aprendizagem permitem que autores e leitores estabeleçam novas relações, dinamizando a comunicação, os trabalhos cooperativos e, conseqüentemente, a resolução de desafios. Isso pode ser observado durante as interações interindividuais de adolescentes em *chats*, em listas de discussões, fóruns e correios eletrônicos.

Na experiência em ministrar aulas no curso de ensino médio durante doze anos, observou-se que os adolescentes apresentam algumas dificuldades durante o processo de aprendizagem de física. Acredita-se que os recursos telemáticos podem contribuir para diminuir esses problemas e, também, auxiliar o professor a compreender as dificuldades que aparecem durante a construção dos conhecimentos físicos. Com base nessa perspectiva e na teoria de Jean Piaget, elaborou-se uma proposta pedagógica de aprendizagem de física, baseada na solução de desafios. Essa proposta oportunizou aos alunos que participa-

ram do processo empírico situações desafiadoras e de vivência cooperativa, nas quais eles encontraram condições para produzir novas relações e construir novos conhecimentos.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta definições sobre o processo de tomada de consciência, características da fase da adolescência, a proposta pedagógica de aprendizagem de física Rooda Tekton, a metodologia adotada na pesquisa e uma reflexão sobre os resultados obtidos durante o processo empírico. Essa proposta objetivou verificar como ocorre a tomada de consciência quando os sujeitos constroem seus conhecimentos físicos interagindo com outros sujeitos a partir de atividades experimentais e teóricas, baseadas em desafios e apoiadas por um ambiente virtual de aprendizagem.

Com a finalidade de fundamentar teoricamente este trabalho, define, segundo a epistemologia genética, o processo de tomada de consciência.

A tomada de consciência

Para Piaget (1977), a tomada de consciência constitui uma conduta em interação com todas as outras. Em outras palavras, pode-se dizer que é a passagem do inconsciente à consciência; é um processo de reconstruções. Portanto, segundo Becker (1993), não se trata apenas de uma simples iluminação que nada acrescenta ou transforma. Piaget, baseado em seus diferentes experimen-



tos, define tomada de consciência como uma verdadeira construção, que consiste em elaborar não a consciência considerada como um todo, mas seus distintos níveis enquanto sistemas relativamente integrados. Define consciência utilizando os mesmos critérios adotados por Freud para definir o inconsciente, considerando este um sistema dinâmico em permanente atividade.

Piaget distingue a consciência elementar de uma tomada de consciência, segundo os seguintes critérios: a consciência elementar estaria ligada a um dado imediato, proprioceptivo,¹ ou seja, informações externas que chegam ao cérebro e que vêm dos músculos e das articulações. Por outro lado, a tomada de consciência seria a passagem da ação a sua representação e comportaria sempre uma reconstituição, dependendo da conceituação. É claro que, a partir da função simbólica,² toda percepção vem sempre acompanhada de uma interpretação, o que não significa, de modo algum, que as duas se confundam, tampouco que a segunda aja necessariamente sobre a primeira. A percepção, segundo Piaget e Inhelder (1998), constitui um caso particular das atividades sensorio-motoras; entretanto, depende do aspecto figurativo do conhecimento do real na medida em que a ação em seu conjunto é basicamente operativa e transforma o real. Entende-se por interpretação o mesmo que Piaget (1977), isto é, uma forma qualquer de conceituação,

ou melhor, conceituação do tipo verbal ou a base de imagem.

Complementando, segundo Becker (1993), pode-se dizer também que tal conceituação extrai da ação a sua substância; melhora a capacidade de previsão da ação e possibilita a elaboração de um plano de ação para o uso imediato, em razão de circunstâncias específicas. A interpretação melhora a capacidade de coordenação da ação, de forma que o sujeito não necessite isolar sua prática de seu sistema conceitual. É essa interpretação que possibilita integrar a percepção e que, na visão de Piaget, constitui sua tomada de consciência. Sem a interpretação, a percepção, embora consciente num grau elementar, permanece desaparecida, pois várias outras percepções são impostas ao sujeito pelo meio, mas que ele não consegue registrar, e cuja consciência não permanece, não é interiorizada. A percepção considerada inconsciente desempenha um papel importante nas condutas dos sujeitos em relação aos dados de observação não notados por ela, mas com certeza percebidos. Acredita-se que seja apenas uma percepção sem interpretação, com uma consciência elementar, mas não suficiente para ocasionar uma “tomada de consciência”.

Conforme Piaget (1977), o que causa a tomada de consciência é o fato de que as regulações automáticas, as quais acontecem por correções parciais, positivas ou negativas, de meios já em ação,

não são mais suficientes. Outra razão é a necessidade de procurar outras alternativas através de regulações mais ativas, as quais são a origem de escolhas decididas que levam à consciência. Existe, portanto, inadaptção,³ mas Piaget considera que o processo ativo das readaptações é de igual importância. A existência de regulações indica que a tomada de consciência não se constitui somente em decorrência das inadaptções. Piaget e seus colaboradores constataram a formação de tomadas de consciência tardias, mas, de maneira alguma, menos efetivas, sem que haja intervenção de nenhuma inadaptção nas ações do sujeito. Todas as vezes que o sujeito se propõe atingir um novo objetivo, este é consciente, podendo ocorrer sucesso depois de várias tentativas ou de imediato. Entretanto, não se pode afirmar que a escolha de um novo objetivo é, com certeza, o indício de uma inadaptção. O contexto das inadaptções não é condição necessária para fundamentar as razões funcionais da tomada de consciência, entretanto seria conveniente não desprezá-las e, de acordo com Piaget, considerá-las como um caso particular.

Segundo Piaget (1977), a tomada de consciência parte da periferia, ou dos objetivos e resultados, orienta-se na direção das regiões centrais da ação no momento em que busca atingir o mecanismo interno desta, ou seja, reconhecimento dos meios utilizados, causas de

sua escolha ou de sua mudança durante a experiência. Entretanto, é preciso entender por que Piaget adota os termos “periferia” e “centro”; embora sendo o resultado da ação certamente periférico em relação ao sujeito, o fato de determinar um objetivo para essa ação engloba mais fatores internos, apesar de condicionado, em parte, pela natureza do objeto.

O autor encontra duas razões para isso. Em primeiro lugar, esses fatores internos fogem rigorosamente à consciência do sujeito; em segundo, permanecendo no limite das reações deste último, o conhecimento não parte do sujeito nem do objeto, mas da interação indissociável entre os dois. Partindo, então, do ponto P, o qual pode ser observado na Figura 1, ponto efetivamente periférico em relação tanto ao objeto (O) quanto ao sujeito (S), a tomada de consciência segue em direção aos mecanismos centrais C da ação do sujeito ou direção da consciência progressiva. Enquanto o progressivo conhecimento do objeto orienta-se para suas propriedades intrínsecas e, no mesmo sentido, são igualmente centrais C' e não mais superficiais como ainda relativas às ações do sujeito. Nesse contexto, as iniciativas cognitivas que se dirigem para C' e para C são sempre correlativas, constituindo a lei essencial da compreensão dos objetos como conceituação das ações. A Figura 1 representa o processo de tomada de consciência descrito por Piaget.



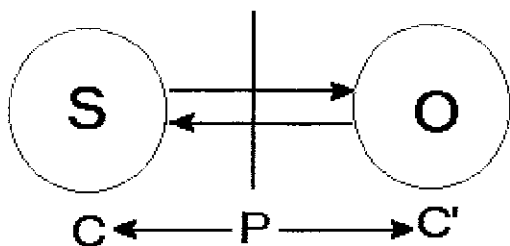


Figura 1 - Diagrama do processo de tomada de consciência.

Resumindo: o mecanismo de tomada de consciência pode ser definido como um processo que reconstrói e depois supera, no patamar da semiotização e da representação mental, o que era obtido no patamar dos esquemas de ação. Não existe, assim, nenhuma diferença de natureza entre a tomada de consciência da sua própria ação e os conhecimentos das séries exteriores ao sujeito, admitindo os dois uma elaboração gradativa de idéias com base em um dado observado, caso este consista em critérios materiais da ação realizada pelo sujeito, caso em critérios materiais das ações que são constituídas entre os objetos.

A seguir faz-se a descrição da proposta de aprendizagem de física Rooda Tekton, elaborada a partir de um levantamento inicial que teve como pressupostos a escuta dos sujeitos de pesquisa da dissertação de mestrado da autora e o desenvolvimento cognitivo referenciado por Jean Piaget. Neste estudo exploratório, foram levantados alguns aspectos considerados básicos para a am-

pliação das possibilidades de interações interindividuais a fim de favorecer a cooperação. Os aspectos levantados não são tidos como verdades absolutas dentro deste planejamento, mas, sim, como norteadores no desenvolvimento da estrutura do *site* que disponibiliza a proposta de aprendizagem.

Proposta pedagógica de aprendizagem de física Rooda Tekton

Entendem-se por ambientes virtuais de aprendizagem todos os ambientes computacionais com recursos das telecomunicações, que oferecem aos sujeitos um espaço de troca de informações, de reflexão, de estabelecimento de relações, de pesquisa e elaboração de projetos. Trata-se de uma estrutura composta de funcionalidades, interface e proposta pedagógica, enriquecida de códigos simbólicos, de representações, imagens, sons, movimentos e dispositivos de comunicação síncrona e/ou assíncrona. Todos os dados de interação dos sujeitos são registrados/disponibilizados pelo ambiente para que tanto esses quanto os professores possam acompanhar o seu desenvolvimento cognitivo, emocional e simbólico.

Considerando essa definição de ambientes virtuais de aprendizagem, incorporou-se uma proposta pedagógica de aprendizagem de física denominada Rooda Tekton, no Rede Cooperativa de

Aprendizagem (Rooda),⁴⁴ um ambiente virtual de educação a distância baseado na Web, que disponibiliza num só sistema várias funcionalidades que dão suporte à cooperação, comunicação e coordenação das atividades. Sua interface é centrada no usuário e no desenvolvimento de suas atividades. O ambiente possui várias ferramentas síncronas e assíncronas que visam auxiliar o professor e os participantes do curso a conduzirem o desenvolvimento do trabalho de maneira transparente. O sistema disponibiliza as seguintes funcionalidades a seus usuários: publicação do webfólio pessoal, fórum de discussões, *chat*, perfil do usuário, *finder*, produções, sistema de acompanhamento para o professor e *e-mail*.

Além das ferramentas disponibilizadas pelo Rooda, utilizou-se paralelamente durante o processo empírico o editor de texto coletivo (ETC)⁵, desenvolvido pela equipe do Núcleo de Tecnologia Aplicada à Educação – (Nuted). O ETC foi utilizado para elaborar textos cooperativos sobre os assuntos que estavam sendo discutidos em aula. Através desses textos puderam-se acompanhar o processo de tomada de consciência e a construção de alguns conceitos (aceleração centrípeta, atrito, velocidade, vetor velocidade, impulso, quantidade de movimento) que estavam sendo estudados pelos sujeitos da pesquisa.

Em relação aos aspectos pedagógicos, os conceitos fundamentais da proposta construída são: a) desafiar o aluno a re-

solver desafios e, com base nesses, construir seus conhecimentos físicos; b) proporcionar liberdade durante o processo de aprendizagem, promovendo a interação entre os sujeitos, pois, segundo Piaget, o conhecimento não parte nem do sujeito nem do objeto, mas da interação indissociável entre eles. Assim, o conjunto ambiente virtual de aprendizagem mais proposta pedagógica de aprendizagem de física Rooda Tekton procurou romper, simultaneamente, com o idealismo e com o empirismo, em proveito de um construtivismo, ao mesmo tempo, reflexivo e objetivante. Nesse estudo, o professor assumiu o papel de um orientador/problematizador, deixando de ser o detentor absoluto do saber.

Como já exposto anteriormente, o Rooda Tekton⁶ é uma proposta de aprendizagem incorporada ao Rooda, voltada para a aprendizagem de física, e desenvolvido no primeiro semestre de 2002. Sua finalidade é permitir ao professor/pesquisador verificar como acontece o processo ativo e constitutivo da tomada de consciência, como o sujeito se apropria de um esquema de ação, passando, dessa forma, a compreender o que fez. Também serve como material de apoio para o professor. Na mesma perspectiva do Rooda, a proposta de aprendizagem Rooda Tekton procura romper com o paradigma tradicional de ensino, buscando promover uma mudança na concepção matematizada do ensino de física.

Essa proposta de aprendizagem é considerada mais do que um material didático multimídia, pois existe toda uma filosofia de uso das funcionalidades do Rooda. Convém salientar que essas ferramentas permitem acompanhar a aprendizagem dos sujeitos dentro de uma epistemologia construtivista, dando ênfase não apenas ao resultado final, mas, sim, a todo o processo de construção do conhecimento.

A proposta de aprendizagem Rooda Tekton foi planejada com a metáfora de uma sala de aula, por ser o ambiente onde os adolescentes convivem no dia-a-dia, de acordo com um estudo exploratório realizado por Meirelles Leite, S. Moresco, S.F.S.; Behar, P. (2002). Segundo Valentini e Fagundes (2001), a metáfora é um recurso linguístico útil para a cognição humana, traduzindo a correspondência entre nossas abstrações e fenômenos nomeáveis; bem escolhida, oferece associações produtivas e funciona como suporte para os pensamentos. Assim, o uso da metáfora nesta proposta de aprendizagem pretende convidar o sujeito a ocupar um novo espaço relacional, um espaço para a troca de idéias, de materiais e informações.

Esse novo espaço é mais do que um endereço no ciberespaço, onde os sujeitos podem acessar informações, enviar dados, perguntas e respostas. Nele não basta somente navegar, pois o sujeito é desafiado, durante o tempo todo, a solucionar problemas, a estabelecer rela-

ções, a construir e reconstruir conhecimentos. A ênfase se dá no processo de interação e na aprendizagem, principalmente no processo de tomada de consciência, que ocorre de maneira presencial e semipresencial, através do suporte digital. A Figura II representa o adolescente Tekton chegando à sala de aula e a Figura III, página principal do Rooda Tekton.

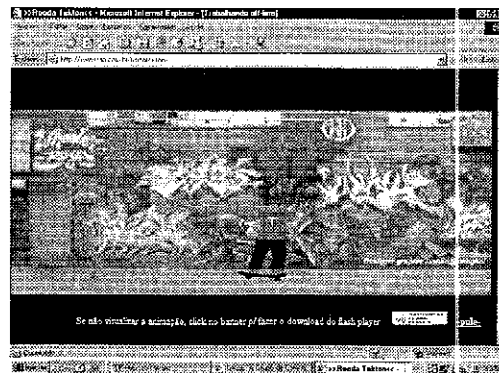


Figura I – Página principal do Rooda Tekton

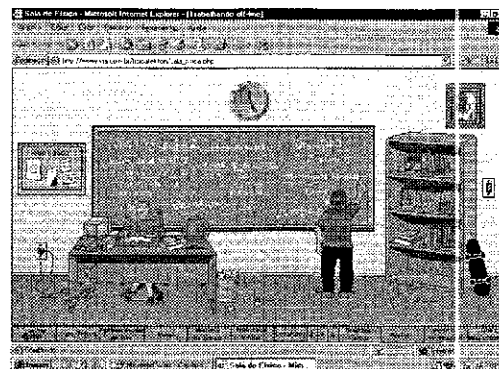


Figura II – Tekton chegando à sala de aula

A proposta de aprendizagem de física Rooda Tekton apresenta recursos pedagógicos que podem ser acessados

através de um menu na parte inferior da página ou clicando-se nos objetos da sala de aula. Assim, ao clicar no ícone relógio, o *site* abrirá a página sobre a história da física; o ícone mural remete a uma página com dicas sobre a elaboração e publicação das tarefas; o ícone computador acessa a página do laboratório virtual e o ícone estante de livros é um *link* para a biblioteca virtual; o ícone globo dá acesso à página que disponibiliza *links* para *sites* de física, relacionados com o assunto focado no curso e outras curiosidades. No quadro verde estão os ícones que permitem o acesso às páginas dos desafios 1, 2, 3 e 4; acima da estante encontra-se o quadro do físico Albert Einstein e, clicando nesse ícone, reporta-se à página dedicada à vida dos grandes físicos. A imagem da professora remete ao perfil do professor/pesquisador.

Na elaboração da proposta Rooda Tekton, considerou-se a visão de Piaget (1973), para o qual o conhecimento humano é essencialmente coletivo, e a vida social constitui um dos fatores essenciais da formação e do crescimento dos conhecimentos pré-científicos e científicos. Nesse contexto, a explicação sociológica de cooperação fundamenta a proposta de aprendizagem Rooda Tekton. Para Piaget (1977), a cooperação acontece quando o “eu” é substituído pelo “nós”, e as ações e operações se tornam, uma vez completadas pela

adjunção da dimensão coletiva, interações, ou melhor, condutas que modificam umas às outras, ou operações efetuadas em comum ou em correspondência recíproca.

Assim, a proposta de aprendizagem Rooda Tekton baseia-se na resolução de desafios, que utiliza recursos tecnológicos e materiais concretos manipuláveis como apoio à metodologia que está sendo utilizada para a aprendizagem. Logo, a proposta apresenta atividades práticas e teóricas que oportunizam aos sujeitos situações de vivência cooperativa, com o professor passando a ser um orientador/problematizador, não adotando uma conduta tradicional, como detentor absoluto do saber.

No Rooda Tekton levou-se em consideração a teoria da equilíbrio piagetiana, em que a fonte do processo de desenvolvimento está nos desequilíbrios, por serem esses que levam o sujeito a ultrapassar o seu estado atual e a procurar novas perspectivas, construindo novas estruturas, as quais serão a base para a solução de novos desafios, constituindo um processo dinâmico. Com base nessa premissa, essa proposta apresenta situações desafiadoras, que permitem a construção de novas equilíbrios a partir do desafio ou problema.

A seguir apresenta-se a metodologia adotada na pesquisa, adotada em virtude das concepções epistemológicas consideradas e da problemática em questão.

Analizando os resultados

A partir da vivência com os adolescentes, durante o período de observação e coleta de dados, foi possível verificar distintas reações. No contato com o ambiente, os alunos exploraram ferramentas e recursos pedagógicos. Percebeu-se, claramente, que eles gostaram muito de acessar o laboratório virtual e de explorar as diferentes simulações; utilizaram a biblioteca virtual quando desejavam definir algum termo novo e quando desejavam verificar alguma fórmula; elaboraram textos no ETC e demonstraram muito prazer em trabalhar coletivamente. O *chat* e o fórum de discussão foram utilizados paralelamente para debater questões polêmicas; por meio dessas ferramentas, eles esclareceram dúvidas, compararam diferentes pontos de vista e construíram conhecimento. Os alunos elogiaram o *design* do ambiente, gostaram das cores utilizadas, da metáfora de sala de aula e das diferentes opções de navegação; apontaram, nesse primeiro contato com o ambiente, a ausência de uma ferramenta para resolver problemas fechados, ou seja, um espaço onde pudessem escrever as equações, substituir as variáveis por dados numéricos ou literais e calcular o resultado.

Segundo Sá (1990), os conceitos físicos necessitam de uma quantificação numérica para serem formalmente constituídos. O conteúdo e a forma da realidade percebida e realizada pela criança

diferem daqueles percebidos e conceituados pelo adolescente. O conhecimento é o resultado da ação que o sujeito realiza sobre os objetos, a qual se efetua em diferentes níveis cognitivos, de acordo com a capacidade de efetuar operações e em diferentes graus de profundidade, dependendo da faixa etária. Acredito que a importância dada pelos alunos a esse tipo de ferramenta reflete, também, a prática cristalizada que predomina no ensino médio e nos concursos vestibulares do nosso país, isto é, a exaustiva resolução de problemas fechados, em razão da ênfase dada à concepção matematizada do ensino de física.

Durante o experimento, os alunos levantaram e discutiram muitas dúvidas, contudo a questão mais polêmica versou sobre a aceleração centrípeta. A polêmica sobre a diferença entre aceleração centrípeta e aceleração centrífuga foi tão significativa que Rodolfo, o primeiro aluno que compreendeu a função do fórum, abriu um fórum de discussão por conta própria sobre o assunto. Verifica-se, assim, a tomada de consciência da diferença entre a aceleração centrífuga e centrípeta que ocorreu durante os debates, bem como a tomada de consciência em relação à utilização do fórum.

Observou-se, ainda, o caso particular das inadequações quando Rodolfo e Felipe apresentaram opiniões opostas em relação aos conceitos de aceleração centrípeta e centrífuga. Nesse caso, confirma-se que o erro não é condição ne-

cessária para que ocorra a tomada de consciência, pois, mesmo um aluno estando certo e o outro errado, ambos construíram conhecimento.

A seguir pode-se observar a passagem expressa no fórum de discussão do Rooda, que caracteriza o caso particular das adaptações:

Assunto: força centrípeta

Data da mensagem: 08/10/2002 07:42

Remetente: rodolfo1 (Rodolfo da Silva Rodrigues)

Mensagem: Força centrípeta e força centrífuga é a mesma coisa?

Assunto: Res: força centrípeta

Data da mensagem: 08/10/2002 08:07

Remetente: felipe1 (Felipe Lima)

Mensagem: Eu acho que deve ser a mesma coisa, porque você considerando uma máquina de lavar fazendo a centrifugação pode ser a mesma coisa que a força centrípeta. Porque na força centrípeta você faz, por exemplo, tentar acertar um alvo com uma certa distância com uma bolinha girando em sentido horário e anti-horário. Ela iria fazer o mesmo movimento que o da máquina de lavar.

Assunto: força centrípeta

Data da mensagem: 22/10/2002 07:52

Remetente: luan1 (Luan Varreira)

Mensagem: Se força centrípeta e centrífuga são a mesma coisa, por que não se pode falar máquina centrípeta?

Assunto: força centrípeta

Data da mensagem: 22/10/2002 09:14

Remetente: jonas1 (Jonas Granada)

Mensagem: Eu acho que ã é a mesma coisa, mas vou confirmar isso pesquisando mais tarde.

Assunto: força centrípeta

Data da mensagem: 23/10/2002 06:34

Remetente: rodolfo1 (Rodolfo da Silva Rodrigues)

Mensagem: Força centrípeta é diferente de força centrífuga, porque força centrífuga pode-se definir como a força que tende a afastar a massa em rotação do seu centro de rotação, lançando-a na tangente à trajetória, e força centrípeta tende a aproximar a massa rotativa do centro de rotação.

Em virtude do experimento da funda e das discussões que surgiram a partir dela, acompanhou-se o processo de tomada de consciência dos sujeitos durante as atividades experimentais e teóricas. Nesse processo, eles conceituaram a aceleração centrípeta, a aceleração centrífuga, o vetor velocidade e o vetor aceleração. Convém salientar que esses conceitos surgiram a partir da ação concreta e das conseqüentes discussões, sem a necessidade de exercícios matematizados.

O texto a seguir foi elaborado no ETC e ilustra uma das passagens do processo empírico no qual Jonas expressou suas conclusões sobre o tema que estava sendo tratado: “Num estudo mais profundo pude ver, que a aceleração centrípeta é gerada pela força centrípeta, e é ela que gera o círculo da trajetória da bolinha em volta do centro. Pode-se calculá-la com a seguinte fórmula: $F_{cp} = m \cdot a$ (centrípeta) (Jonas, 13/12/2002. 08:45h).”

A autora, na condição de professora de física, teve o privilégio de observar o empenho dos alunos durante a realização das tarefas e a sua felicidade ao com-

preenderem cada novo conceito. Acredita-se que a metodologia empregada motivou os sujeitos de pesquisa, pois eles construíram seus conhecimentos livremente, sem se preocupar em ter de resolver uma série de problemas fechados preestabelecidos, como acontece na concepção que privilegia as operações matemáticas. A partir desses fatos, confirmou-se a opinião inicial em relação à concepção conceitual de ensino de física, o que pode ser comprovado, visto que, quando se dá prioridade ao diálogo constante e dinâmico, verifica-se uma aprendizagem significativa e contextualizada, que valoriza os conhecimentos espontâneos dos sujeitos, partindo deles para a construção de saberes mais elaborados.

Diante do que foi observado, acredita-se que a aprendizagem de física não pode basear-se somente na memorização de equações e na utilização destas para a resolução de desafios descontextualizados da realidade do aluno. A aprendizagem deve estar pautada em discussões significativas, mantendo um constante diálogo com o mundo, com a sociedade e com todos os atores do processo de aprendizagem.

Durante o experimento da funda, do plano inclinado e da colisão das bolinhas, observou-se que os alunos conseguiram prever procedimentos que deveriam ser realizados, para atingir um determinado resultado, antes da ação concreta. É importante salientar que essas previsões geralmente se confirmavam:

Eles também conseguiram explicar verbalmente essas hipóteses, o que se deve à capacidade hipotético-dedutiva do período formal.

No decorrer do experimento do plano inclinado, surgiu uma discussão bem interessante sobre as forças que atuam sobre uma moeda quando esta desliza sobre um plano inclinado. Identificou-se, claramente, durante este experimento uma tomada de consciência brusca ou *insight* no momento em que Luan definiu o atrito, como pode ser observado na fala transcrita a seguir. Luan interfere: “– Acho que o fato da moeda raspar no papelão, também interfere. Isso tem um nome. Eu já ouvi falar sobre isso. Acho que é o atrito.” Rochele interfere: “– O atrito faz força contrária ao sentido do deslocamento. Por isso, a moeda não desliza.” Acredita-se que a tomada de consciência brusca de Luan não se trata apenas de uma simples iluminação, mas pode ser interpretada como uma reconstrução, pois, provavelmente, ele já apresentava estruturas prévias que possibilitaram a tomada de consciência.

Entretanto, deve-se considerar que tanto os *insights* como a tomada de consciência progressiva, que podem ser acompanhados pelo professor/pesquisador, têm como base a ação. Porém, a ação não constitui a condição suficiente para ocorrer esse processo, pois certas ações podem continuar sensório-motoras até a fase adulta. Entende-se que a interação entre o sujeito e os outros sujeitos e a relação entre o indivíduo e o meio social

são condições importantes para a tomada de consciência.

Para Piaget (1996), o caráter mais notável do conhecimento humano quanto ao modo de formação, estabelecendo relações com as transformações evolutivas do organismo e as formas do conhecimento acessíveis ao animal, é sua natureza coletiva, tanto quanto a individual. No âmbito do conhecimento, segundo o mesmo autor, parece claro que as operações que garantem a troca na cooperação cognoscitiva são uma só e mesma coisa, correspondendo à coordenação geral das ações, à coordenação interindividual tanto quanto à intra-individual.⁷ Isso ocorre porque essas ações são, ao mesmo tempo, coletivas e executadas por indivíduos.

Segundo Piaget e Inhelder (1998), a vida do grupo é o meio natural da atividade intelectual, e a cooperação, o instrumento necessário para a formação do pensamento racional. É através do atrito incessante com o outro, pela oposição das vontades e das opiniões, pela troca, discussão, conflitos e pela compreensão mútua, que todos aprendemos a nos conhecer e a conhecer o mundo que nos cerca. Na produção "A funda", pode-se observar, claramente, o esforço de Jonas para situar as suas idéias no conjunto das perspectivas dos outros colegas que também estavam construindo o texto no ETC. Observa-se ainda o processo reflexivo que a construção coletiva do texto proporcionou a Jonas,

provocando uma discussão interior e uma aplicação sobre si mesmo do que ele aprendeu através do que foi escrito pelo outro. Esse processo pode ser observado nos textos a seguir:

Abrindo este texto onde iremos argumentar e debater sobre nossa experiência sobre a funda, no qual tivemos que girar uma bolinha amarrada a um barbante e calcular o lançamento de modo que atinja um certo alvo. Assim, pudemos descobrir a tal força centrípeta, a qual estávamos estudando. Podemos ver, que esta força gera uma tangencial circular entre o círculo e o alvo. (Jonas, 20/12/2002. 06:57h).

A força centrípeta é o princípio fundamental da dinâmica; a aceleração que o corpo apresenta é causada por uma força que terá a mesma direção e o mesmo sentido da aceleração que causou. $Fr = m.a$ (Felipe, 20/12/2002. 07:47h).

Pensando melhor a respeito da tangente circular, posso dizer, com maior certeza, que no instante do arremesso a bolinha continuará o movimento na direção tangente à trajetória e no sentido do movimento (Jonas, 20/12/2002. 07:24h).

Considerando a educação intelectual, entende-se que a tomada de consciência do pensamento próprio, com tudo o que isso implica do ponto de vista do autocontrole, é favorecida pela cooperação. Na visão de Piaget e Inhelder (1998), pela comparação do que foi realizado pelo outro, o indivíduo liberta-se de sua perspectiva particular e consegue construir uma representação adequada do real. Para ele, a cooperação é condição do verdadeiro pensamento.

Em resumo, segundo Piaget e Inhelder (1998), verifica-se que a cooperação não

age apenas sobre a tomada de consciência do sujeito e sobre seu senso de objetividade, mas culmina na constituição de toda uma estrutura normativa. A cooperação finaliza o funcionamento da inteligência individual, completando-a, porém no sentido de reciprocidade. A reciprocidade, por sua vez, constitui a única norma fundamental que leva ao pensamento racional. Pode-se dizer que a cooperação é efetivamente criadora e, também, que é importante para a constituição da razão. Assim, cada interação entre o sujeito e outros sujeitos constitui uma totalidade nela mesma, produzindo novas características e transformando a estrutura mental do indivíduo.

Considerações finais

No presente trabalho, buscou-se acompanhar e analisar a tomada de consciência dos alunos a partir de atividades experimentais e teóricas baseadas em desafios e apoiadas por um ambiente virtual de aprendizagem. Na condição de professora da disciplina de física no ensino médio, deu-se ênfase ao estudo da epistemologia genética de Jean Piaget e, especialmente, à tomada de consciência na formação da pesquisadora. Essa formação contribuiu para o uso adequado da tecnologia e para o processo de tomada de consciência dos sujeitos de pesquisa.

Pôde-se verificar o sucesso da metodologia empregada no curso, pois teve-se o privilégio de observar o empenho

dos alunos durante a realização das tarefas e a sua felicidade ao compreenderem cada novo conceito. Conclui-se que a metodologia empregada motivou os alunos, dando-lhes a oportunidade de construir seus conhecimentos livremente, sem se preocupar em resolver vários problemas fechados, predeterminados, como acontece na concepção matemática.

Os dados selecionados e analisados com base na teoria de Jean Piaget mostraram que a conceitualização parte de um ou de dois pontos de observação, bem ou mal observados, e de postulados limitativos. A generalização de todas as possibilidades é a condição prévia para a coordenação conceitual. Existe entre a coordenação motora e a coordenação conceitual uma diferença fundamental de orientação. Constatou-se durante os experimentos que existe, de um lado, uma seleção inconsciente das possibilidades, com aproximação polarizada no resultado favorável e, de outro, uma generalização, com compreensão progressiva de todas as possibilidades inerentes ao dispositivo dado. Em seguida, nota-se apenas a aplicação da ação realizada, que se trata de interpretar.

Os seis alunos acompanhados durante o curso apresentaram concepções espontâneas sobre cada um dos assuntos enfocados e, a partir da inclusão de cada desafio, passaram a corrigir e a reconstruir as significações prévias. Isso significa que eles passaram a substituir a falsa idéia inicial ou pré-conceito por um

ponto de vista que surge a partir da ação e da conceituação. Tem-se que essa coordenação inferencial ou conceituada é extraída da coordenação sensório-motriz das ações, através de abstração reflexionante, considerando que, sem o sucesso da ação, a conceituação permaneceria incorreta.

Em relação à propriedade reflexionante, conclui-se que, de um lado, existe uma espécie de projeção ou de reflexão, no sentido físico, isto é, uma abstração pseudo-empírica, que consiste em transpor do plano motor para o plano das representações a unicidade das ações anteriormente realizadas. Por outro lado, tem-se uma reflexão, no sentido de uma reorganização conceitual, pois à coordenação sensório-motriz se acrescenta a coordenação inferencial. Isso corresponde a inserir o sucesso prático, como caso único, no conjunto das possibilidades realizáveis, em condições semelhantes, e a construir um referencial de noções de natureza completamente nova e diferente do sistema sensório-motor inicial.

Confirmou-se, pelos dados observados, que as operações proposicionais são elaboradas a partir das operações concretas, com reconstruções novas. Conclui-se que não é pela tomada de consciência direta da lógica que se elabora a lógica, mas, por sucessivas construções que supõem uma série de instrumentos lógicos.

Verificou-se, por meio das observações feitas no experimento do plano

inclinado, que os *insights* são tomadas de consciência bruscas, cujo processo não se consegue acompanhar. Assim, essas compreensões bruscas correspondem a um momento da passagem dos atos de inteligência, que consistem em descobrir novos meios, de maneira gradativa e por diferenciações progressivas, partindo de esquemas conhecidos para atos de nível mais elevado. Nesse caso, os esquemas anteriormente construídos tornam-se capazes de coordenações mais rápidas, as quais fornecem a ilusão de súbita compreensão.

Observou-se, durante as atividades práticas e teóricas, a capacidade hipotético-dedutiva dos sujeitos. Pode-se chegar à conclusão que, na adolescência, a tomada de consciência torna-se também uma reflexão do pensamento sobre si mesmo. No domínio lógico-matemático, isso significa que o sujeito é capaz de levantar hipóteses e de verbalizá-las em virtude da capacidade de elaborar operações sobre operações.

Por meio da análise do fórum de discussão que enfocava o tema força centrípeta, concluiu-se que o erro não é condição necessária para uma progressiva tomada de consciência, pois ocorre mesmo que o objetivo inicial seja alcançado sem nenhum fracasso; contudo, torna-se eventualmente necessário para que o sujeito tome consciência da inadaptação dos seus esquemas e da conseqüente necessidade de construir novos esquemas, ou ainda, reconstrua os já existentes.



Numa perspectiva mais abrangente, verificou-se que o mecanismo da tomada de consciência constitui um processo que não se reduz à conceituação, pois se constata tomadas de consciência muito antes de qualquer conceituação propriamente dita. Esse processo chega até a representação de ordem operatória, primeiramente, concreta e, posteriormente, formal. Tem-se nas ações sensório-motoras a condição necessária para a tomada de consciência, mas elas não constituem condição suficiente, pois podem permanecer sensório-motoras até a fase adulta.

Assim, através dos dados observados, pode-se concluir que a relação sujeito-sujeito, num nível coletivo, considerando o sujeito com o seu meio social, é de grande importância para a tomada de consciência. Portanto, acredita-se que a vida em grupo é o meio natural da atividade intelectual, e a cooperação, um instrumento relevante para a formação do pensamento racional.

Com isso, pôde-se observar durante as atividades realizadas pelo grupo que, pelas interações interindividuais, os sujeitos constroem conhecimento. É pelo atrito contínuo com o outro, pela oposição das vontades e das opiniões, pela troca e pela discussão, pelos conflitos e pela compreensão mútua que os sujeitos aprendem a se conhecer e a conhecer o mundo que os cerca. Portanto, é possível afirmar que a cooperação favorece a tomada de consciência.

Entretanto, a cooperação não age apenas sobre a tomada de consciência do sujeito e sobre seu senso de objetividade, mas culmina na constituição de toda uma estrutura normativa. A cooperação finaliza o funcionamento da inteligência individual, completando-a, no sentido de reciprocidade, a qual constitui a única norma fundamental que conduz ao pensamento racional. Logo, a cooperação é criadora de formas e é um instrumento importante para a criação da razão.

Confirmou-se, assim, a opinião inicial, favorável em relação à concepção conceitual de ensino de física. Logo, quando se dá prioridade ao diálogo constante e dinâmico, verifica-se uma aprendizagem significativa e contextualizada, que valoriza os conhecimentos espontâneos dos sujeitos, partindo deles para a construção de saberes mais elaborados.

Diante de tudo o que foi observado e analisado, acredita-se que a aprendizagem de física não pode basear-se exclusivamente na memorização de fórmulas e na utilização dessas para a resolução de desafios descontextualizados da realidade do aluno. Essa aprendizagem deve estar alicerçada por discussões significativas, mantendo-se um constante diálogo com o mundo, com a sociedade e com todos os atores do processo de aprendizagem.

Comprova-se, assim, a hipótese levantada. A proposta pedagógica de aprendizagem de física, apresentada permitiu



ao professor/pesquisador verificar e acompanhar como ocorre o processo de tomada de consciência. As ferramentas comunicacionais disponibilizadas pelo Rooda oportunizaram o diálogo, a discussão e a construção de conhecimento. Esses dispositivos permitiram, também, o registro das produções dos alunos. Com a análise dos dados registrados, o professor pôde acompanhar a tomada de consciência e, assim, diagnosticar eventuais problemas que ocorreram durante esse processo. Com base nesse diagnóstico, pôde desenvolver novas metodologias e novos recursos pedagógicos para auxiliar os alunos durante a construção de seus conhecimentos físicos.

Abstract

This work wants to accompany and analyze the constitutive process of the taking of conscience, by physics practical and theoretical activities based on a virtual environment of learning. For this, a physics pedagogical learning propose was elaborated, available in a site and incorporated to the learning virtual environment ROODA – Rede Cooperativa de Aprendizagem (Cooperative Learning Web). The methodology used, the pedagogical resources and the device communicative allowed accompany the building process of knowledge inside a constructivist perspective, based on challenges. The adolescents that participated of the search experimented

a new relate space, accessed information, sent data, discussed and analyzed polemic questions, elaborated hypothesis, tested possible solutions and elaborated questions and answers. Their productions were registered and published in the sense that everybody involved in the learning process had access to them, so because for that it teacher/researcher to make it accompany of their activities. The individual and collective productions were rethought and rebuilt by the subject of the search anytime it was necessary, considering not only the final product, but also the learning process.

Key-words: learning, physics, cooperation, taking of conscience, adolescents.

Referências

- BECKER, Fernando. *Da ação à operação: o caminho da aprendizagem*: J. Piaget e P. Freire. Porto Alegre: EST; Palmarina: Educação e Realidade, 1993.
- BEHAR, Patricia. Projeto Rooda: a construção de um ambiente para EAD baseado em software livre. *Cadernos de Informática*, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 107-111, mar. 2002.
- DELVAL, Juan. *Introdução à prática do método clínico: descobrindo o pensamento das crianças*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- MEIRELLES LEITE, Sílvia; MORESCO, Sílvia Ferreto da Silva. *A interação de crianças e adolescentes em ambientes virtuais: identifican-*



do fatores de acessibilidade e navegabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XII. São Leopoldo, 2002. *Anais...* São Leopoldo: Editora Unisinos, 2002. p. 210-219.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. *A psicologia da criança*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

PIAGET, Jean. *Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.

_____. *A tomada de consciência*. São Paulo: Melhoramentos, Ed. da Universidade de São Paulo, 1977.

_____. *Estudos sociológicos*. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

SÁ, Luiz Fernando Nunes. *As noções de espaço: ponte entre a física geométrica e o conhecimento construído*. Dissertação (Mestrado) - Ufrgs, Porto Alegre, 1990.

VALENTINE, Carla Beatriz; FAGUNDES, Léa da Cruz. Ambientes virtuais de aprendizagem: sistema, organização e interação. *Informática na Educação: Teoria e Prática*, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 109-117, 2001.

Notas

- ¹ Proprioceptiva é a capacidade de receber estímulos originados no interior do próprio organismo. Termo criado pelo fisiologista inglês Sir Charles S. Sherrington (1857-1952). FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda (1999).
- ² Piaget chama de “função simbólica” à nova função resultante, que surge da união dos significantes que possibilitam a evocação de objetos ausentes ao conjunto de significações que liga os objetos ausentes aos presentes. Becker (1993, p. 74).
- ³ Segundo Piaget (1977), inaptações são as razões pelas quais um meio experimentado não obtém sucesso.
- ⁴ O Rooda foi um dos cinco trabalhos selecionados e premiados em todo o país, no Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância – Paped da Capes/Seed/MEC – sobre materiais didáticos multimídia para uso, ministrados presencialmente ou a distância, via internet, elaborados por professores do ensino superior de graduação e pós-graduação *strictu sensu* e destinados à aprendizagem de disciplinas, conjunto de disciplinas ou temas transversais dos currículos do ensino básico. Os produtos criados no Nuted são: Rooda, ETC, Criar, Rooda Tekton. Disponível em <http://rooda.edu.ufrgs.br>. O ambiente Rooda foi escolhido, pois foi desenvolvido na própria Faced/Ufrgs pelo Núcleo de Tecnologia Digital aplicada à Educação (Nuted) e está sendo utilizado em cursos de graduação e pós-graduação da própria instituição. Outra razão pela qual foi selecionado para dar suporte à proposta de aprendizagem construída é porque este segue a política de *software* livre e possui ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas.
- ⁵ O ETC permite a todo usuário construir um texto coletivo, cooperativo e interativo com seu grupo de trabalho. Ele ajuda o sujeito na construção cooperativa de textos e artigos quando os mesmos são produzidos em conjunto. A possibilidade de interação instantânea é de extrema importância na educação a distância e no processo de aprendizagem.
- ⁶ Disponível em: <http://rooda.edu.ufrgs.br/paginas/turma13>.
- ⁷ O termo “intra-individual” é relativo ao interior do sujeito. Um sistema de interações modifica o indivíduo em sua própria estrutura. Piaget (1973, p. 35).