

NOVAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO PRELIMINAR DAS CARACTERÍSTICAS E POTENCIALIDADES DE ATIVIDADES USANDO KITS DE ROBÓTICA.

Estevam Rouxinol¹, Milton Schivani², Renata de Andrade³, Talita Raquel Luz Romero⁴, Maurício Pietrocola⁵

^{1,2,3,4}Pós-graduação em Ensino de Ciências Interunidades / Universidade de São Paulo (USP), e-mail: estevamrou@usp.br, schivani@if.usp.br, andrade.renatade@gmail.com, talitaraquel@yahoo.com.br

⁵Faculdade de Educação/ FEUSP, e-mail: mpietro@usp.br

Resumo

Este trabalho enfoca a implementação de atividades de robótica no ensino de física para alunos do primeiro ano do ensino médio. Essas foram elaboradas concebendo-se uma situação problema por meio da criação e desenvolvimento de montagens de robôs e sensores para coleta de dados. A ideia central é que a elaboração dessas atividades possa ser avaliada do ponto de vista de sua pertinência e potencialidades didático-pedagógicas para utilização do professor em sala de aula. Analisamos aqui a aplicação preliminar de três propostas de atividades de Mecânica, junto a um grupo reduzido de sete alunos e explicitamos algumas características que evidenciam os três momentos que envolvem a resolução de um problema semi-aberto: i) problematização inicial; ii) organização do conhecimento; iii) aplicação do conhecimento (Angotti & Delizoicov, 2002; Delizoicov, 1991 e 2001). Esses momentos pedagógicos foram adotados como referencial estruturante e metodológico na elaboração e desenvolvimento das atividades. Pretendemos analisar a pertinência e o potencial de utilização dessas atividades pelo professor no ensino de física, verificando se essas etapas para enfrentar uma situação problema foram contemplados na implementação de três propostas previamente selecionadas.

Palavras-chave: resolução de problemas, ensino de física e robótica.

Apresentação

No ano de 2008, um projeto proposto pela Lego Education do Brasil reuniu profissionais com o intuito de elaborar e escrever atividades de robótica a serem utilizadas em aulas de física do ensino médio, para acompanharem o kit de robótica da Lego¹. No caso do primeiro ano do ensino médio, foram desenvolvidos quatro fascículos, um por bimestre, totalizando 16 atividades, para explorar os conteúdos de mecânica. As atividades foram construídas considerando a utilização de um kit de montagem para cada grupo de quatro alunos acompanhado de um fascículo didático (revista Lego Zoom) para cada estudante. O professor teria duas aulas a cada quinze dias para aplicar essas atividades, com o intuito de iniciar ou ampliar um conteúdo, discutir e propor novas situações.

Essas atividades foram elaboradas concebendo-se uma situação problema por meio da criação e desenvolvimento de montagens de robôs e sensores para coleta de dados. A partir daí, as montagens eram aprovadas e certificadas pela equipe da Lego para, posteriormente, serem escritos os manuais do aluno e também do professor. Essas propostas tiveram como principal preocupação fazer com que os conceitos da física fossem

¹ Os kits de robótica da Lego e os fascículos didáticos podem ser adquiridos pelas escolas públicas por meio de licitação ou contrato com a Lego Education do Brasil.

utilizados de forma clara para se resolver um problema proposto aos alunos a partir de contextos extraídos de situações cotidianas, geralmente por meio de uma história em quadrinhos.

Utilizamos como referencial metodológico para a elaboração, estruturação e desenvolvimento das atividades os três momentos pedagógicos que envolvem a resolução de um problema semi-aberto: i) problematização inicial; ii) organização do conhecimento; iii) aplicação do conhecimento (Angotti & Delizoicov, 2002; Delizoicov, 1991 e 2001). No presente trabalho, pretendemos analisar a pertinência e o potencial de utilização dessas atividades pelo professor no ensino de física, verificando se essas etapas para enfrentar uma situação problema foram contemplados na implementação de três propostas previamente selecionadas.

A robótica no ensino de ciências e seu uso no contexto educacional

Com o crescente aumento dos recursos e inovações tecnológicas, novas situações de aprendizagem têm sido cada vez mais consideradas nos últimos tempos. Elas surgem principalmente devido à presença de simulações e animações, sistemas de tutoriais, softwares educacionais e da própria internet em geral. Todos eles se caracterizam como meios potencializadores capazes de auxiliar e transferir para o aluno a tarefa de criar, imaginar, construir e interagir com os saberes, além de possibilitar a criação de um clima de motivação e maior interesse do aluno na busca pelo conhecimento, bem como outras estratégias metodológicas a serem utilizadas pelo professor frente a tais inovações (Sena Dos Anjos, 2008; Giordan, 2006; Miranda Junior, 2005; Fiolhais & Trindade, 2003).

Apesar de críticas levantadas a respeito da utilização destes meios (Medeiros & Medeiros, 2002; Fiolhais & Trindade, 2003), eles têm se mostrado como ferramentas bastante dinâmicas e capazes de influenciar positivamente a aprendizagem e as aulas em diferentes situações. Aqui também se insere a robótica, foco da construção das atividades elaboradas e construídas com o intuito de serem utilizadas nas aulas de física do ensino médio.

A robótica no ensino de ciências é uma área nova, até mesmo no cenário internacional, constituindo-se um vasto campo para ser explorado em sua plenitude. Essa tecnologia é comumente utilizada em disciplinas de computação, engenharia e mecatrônica. No entanto, pesquisas recentes revelam grande potencial de seu uso também fora desse contexto, principalmente no ensino de ciências.

“Educational Robotics (ER) is a powerful technology which combines both constructing and programming a robot model. As such it can address teaching objectives from a wide range of disciplines from computer science and technology to design, mathematics and science education. Additionally ER has strong experimental characteristics which can effectively support innovative constructivist approaches to teaching and learning.” (FRANGO et al, 2008, p.54). [Grifo nosso].

“Students participating in the study were satisfied with the robot car, enjoyed working with it, expressed their desire to learn more on this technology and the majority of them judged it as being equally or more effective than the tools that were normally used for their instruction.” (MOUNDRIDOU & KALINOGLU, 2008, p.320).

Mititnik et al (2009) destaca o potencial dessa tecnologia ser utilizada no ensino de física como sendo um caminho natural, principalmente por meio de atividades experimentais. Outros autores ainda sinalizam que a robótica pode ser explorada em

diferentes contextos de aplicação, tanto do ensino técnico quanto do ensino fundamental (Alimisis et al, 2007; Frangou et al, 2008; Solar et al, 2008; Moundridou & kalinoglou, 2008).

Frangou et al (2008) cita a utilização do kit de robótica (*Lego Mindstorms NXT*) desenvolvido pela Lego como sendo um recurso interessante para ser utilizado em atividades que necessita identificar ou verificar uma lei geral que controla determinado fenômeno ou mesmo para fazer levantamentos estatísticos utilizando gráficos e demais informações sobre um experimento.

“When the main objective of a project-based activity is to discover or verify a general law that controls a phenomenon, or to make some statistics on the experiment, one usually needs to collect lot of data from the real world. The manual acquisition of experimental data, though interesting from an educational point of view, is subjected to unavoidable inaccuracies that can compromise the following analysis. The NXT firmware permits us to use sensors not only for robot controlling purposes but also to get samples from such inputs and to store them onto an internal file, subsequently uploaded to a PC for postelaborations.” (FRANGO et al, 2008, pp.9-10) (Grifo nosso).

Desse modo, a tomada de dados em tempo real, bem como seu arquivamento e posterior processamento, faz com que esse recurso seja um forte aliado no desenvolvimento de atividades experimentais investigativas e de caráter exploratório. A coleta de dados pelo aluno pode ser feita por meio do uso de sensores específicos de acordo com o que se deseja saber ou explorar. Dependendo do tipo de sensor e/ou kit de robótica com que se trabalha, esses dados podem ser enviados diretamente dos sensores para o computador ou ser direcionados para um módulo de processamento. Por outro lado, contar com um material didático sofisticado não necessariamente implica no enriquecimento da aula,

“[...] a simples existência dessas novas tecnologias num processo didático-pedagógico, não o torna mais rico, estimulante, desafiador e significativo para o aprendiz. Não saber adequar o uso pedagógico das novas tecnologias, significa permanecer tradicional usando novos e emergentes recursos.” (Sena dos Anjos, 2008, p.573).

Apesar do computador e suas possibilidades serem atualmente uma realidade e com crescente e considerável aumento nas pesquisas em ensino de ciências, poucos trabalhos ainda tem sido visto utilizando outros equipamentos e/ou materiais e ferramentas tecnológicas como sensores de luz, temperatura e pressão, acelerômetros, interfaces gráficas, motores de passo, dentre outros recursos inseridos no universo da robótica.

Referencial metodológico utilizado na elaboração das atividades

As formas de ensino que privilegiam a transmissão de conteúdos se mostram muitas vezes obsoletas e limitadas para formar um cidadão moderno. Assim, professores se deparam frequentemente com a seguinte questão: Como estruturar os programas e organizar seqüências de atividades que possam levar os estudantes a questionar e refletir sua visão de mundo? Buscando respostas para essa questão, estabelecemos alguns parâmetros que nos guiaram no desenvolvimento desse projeto, bem como no melhor aproveitamento dos kits de robótica, a partir de três momentos pedagógicos (Angotti & Delizoicov, 2002; Delizoicov, 1991 e 2001) para resolução de problemas que serviram como norteadores para a elaboração das atividades:

i) Problematização Inicial

É o momento de apresentação do problema, que sempre está relacionado a uma situação instigante e significativa para os alunos. Nessa etapa um dos objetivos principais é guiar os estudantes na percepção de que a atividade não se trata da resolução de uma questão óbvia e assim levá-los a detectarem as limitações de seus conhecimentos empíricos, adquiridos das vivências cotidianas (cultura primeira), de forma a sentirem necessidade de adquirir novos conceitos ou aprofundarem sua cultura científica, com intuito de garantirem os requisitos necessários para o enfrentamento do problema proposto. Para tanto, faz-se fundamental a intervenção do professor na promoção do diálogo e interação entre aluno - aluno, aluno – atividade e alunos – professor, sem a apresentação de comandos específicos ou respostas diretas, mas sim com discussões e questionamentos para nortear a reflexão inicial do grupo, quanto à elaboração de estratégias e tomada de decisões.

ii) Organização do Conhecimento

Esse momento tem como objetivo principal é a tomada de consciência do problema e dos conhecimentos necessários para solucioná-lo. Nesta etapa, há o confronto entre os conhecimentos intuitivos e prévios do aluno e os conhecimentos especializados do professor. Os alunos passarão a ter contato com novos conceitos, é importante que eles possam explorá-los com cuidado e, ao final, eles possam sistematizá-los em outras atividades, de síntese do conteúdo, por exemplo. No material didático da coleção LEGO ZOOM esta etapa envolve o uso do *kit* NXT, com montagens que representam/simulam as condições para a resolução do problema apresentado. Existem etapas a serem seguidas que envolvem leitura, reconhecimento de procedimentos, tomada de dados e realização de cálculos necessários para se obter as respostas.

Alguns comandos de funcionamento do robô ou dos sensores são estipulados pelos alunos e estão diretamente relacionados os procedimentos adotados para a resolução do problema. Assim os bons resultados dos testes a serem realizados e a obtenção de dados confiáveis que possibilitem o desenvolvimento de cálculos válidos dependem da compreensão dos conceitos físicos envolvidos na atividade. Por isso o professor também tem um importante papel nesse momento, que consiste em verificar a evolução do processo de resolução, que teve início no momento pedagógico anterior, e auxiliar os alunos na utilização correta dos conhecimentos físicos e matemáticos, sempre evitando respostas prontas, abordando-os com novas questões e sugestões e atento para estimular a postura ativa dos estudantes.

iii) Aplicação do Conhecimento

Esse é o momento de avaliar a amplitude e alcance dos novos conhecimentos apropriados pelos estudantes na resolução de novas situações-problemas. Com isso, os alunos começam a ter um segundo nível de sistematização do conhecimento, buscando estendê-lo para outras questões e situações de mesma natureza. Isso é importante, pois a aplicação do conhecimento deixa de ser um exemplo do conteúdo ensinado e passa a ser uma ferramenta de pensamento para reflexão.

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Do mesmo modo que no momento anterior as mais diversas atividades devem ser desenvolvidas, buscando a generalização da conceituação que foi abordada no momento anterior, inclusive

formulando os chamados problemas abertos. A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos a ir empregando os conhecimentos na perspectiva de formá-los a articular constante e rotineiramente a conceituação física com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas físicas. Independentemente do emprego do aparato matemático disponível para se enfrentar esta classe de problemas, a identificação e emprego da conceituação envolvida, ou seja, o suporte teórico fornecido pela física é que está em pauta neste momento. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias físicas que deve ser explorado.

Nas atividades elaboradas essa etapa consiste em um novo desafio para os estudantes, que por vezes foi associada a uma variação da situação-problema original e por outras a uma situação nova. Na maioria das vezes, a aplicação do conhecimento ocorre durante o momento de realização coletiva da atividade, mas não é incomum que ela se prolongue no tempo, envolvendo outras atividades desenvolvidas dentro da grade curricular normal das escolas e mesmo fora dela, no contexto pessoal e social dos estudantes.

As atividades desenvolvidas e o contexto de aplicação

Para aplicar as atividades selecionadas utilizou-se o período de “contra turnos” da Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da USP (EA-FEUSP), destinado aos alunos do ensino médio da instituição que desejam participar de atividades oferecidas em turno extra, como cursos e oficinas com temas variados e envolvendo diferentes disciplinas. Totalizaram sete alunos participantes, disponibilizados em dois grupos, um com quatro e outro com três alunos. A descrição das três atividades desenvolvidas e aplicadas é apresentada a seguir.

Luz, câmera, ação!

Esta atividade tem como contexto a preparação dos equipamentos para a cena de um filme de ação, cujo desafio consiste em fazer com que o movimento de descida do gancho de um guindaste, esteja sincronizado com o movimento horizontal de um carro, sobre o qual saltará o mocinho em uma cena de fuga. O planejamento dos movimentos simultâneos deve ser muito cuidadoso, pois o ator deverá ser içado no momento exato em que o automóvel passar pelo guincho. Para tanto os alunos devem realizar medidas e efetuar cálculos de distância, tempo e velocidade utilizando as funções matemáticas que regem o movimento retilíneo uniforme. Na seção de extensão da atividade é possível abordar as relações de proporção entre grandezas e as funções que descrevem o movimento de queda livre. Uma das vantagens apresentadas pelo kit de robótica nessa atividade foi o total controle e liberdade para os alunos desenvolverem a montagem e realizar mudanças nas condições do movimento.

O resgate

Durante uma excursão a uma reserva florestal, um grupo de jovens cai em uma armadilha, que fica no topo de um declive e devido a grande profundidade do buraco eles não conseguem escalar as paredes para escapar. As horas passam e vai chegando o anoitecer até que um passante escuta os gritos de socorro e vai ajudá-los. Devido às condições do grupo, será necessário içar o maior número de pessoas possíveis de cada vez, realizando um resgate rápido e seguro. Para tanto é necessário a utilização das funções trigonométricas básicas e compreensão das leis de Newton, decomposição de vetores como força peso, normal, tração e de atrito. Na seção de extensão é proposta a resolução de uma situação-problema similar, mas em condições extremas: um aclave

escorregadio. O controle da potência do motor do carro robô apresenta-se como uma vantagem para a utilização do kit de robótica nesse contexto.

Galileu e o movimento da Terra

Esta atividade foi estruturada a partir de um problema histórico, em que se discute o movimento da Terra. Para iniciar a investigação, os estudantes são convidados a acompanhar um trecho dos famosos diálogos escritos por Galileu Galilei no século XVII. Nele o Galileu argumenta que se uma pedra fosse abandonada do alto do mastro de um barco, que navegasse em águas tranquilas com movimento constante, ela cairia próxima à base, assim como uma pedra que cai próxima ao pé da Torre da qual foi lançada. Após essa apresentação histórica, os alunos terão a oportunidade de simular a experiência proposta por Galileu e verificar a validade de suas hipóteses. A principal vantagem do uso da robótica nessa problematização remete as possibilidades de montagem e ao controle da velocidade do barco robô e do tempo em que o objeto vai ser abandonado do alto do mastro.

Implementação e análise dos dados

Devido ao fato, até então, da falta de qualquer oportunidade para implementarmos as atividades desenvolvidas, seja por meio de um projeto “piloto” ou outra situação em que pudéssemos aplicá-las previamente, nosso interesse e foco esteve em buscar perceber de fato o que as atividades poderiam ou não contemplar no aspecto didático e pedagógico, visando principalmente fornecer subsídios para o professor. Outros pontos gerais, como o tempo de realização das montagens e manuseio com o controlador programável (NXT), as discussões que seriam ou não travadas, a tomada de dados pelos alunos, o tratamento e aplicação dos dados obtidos para resolução do problema, além do interesse, da motivação, das eventuais falhas e excessos a serem detectados, dentre outros, também foram objetos de nossas expectativas e preocupações. Por isso, também procuramos, coletar essas informações para que, em futuras edições, possamos modificá-las e aperfeiçoá-las para o melhor desenvolvimento das atividades pelos alunos e, principalmente, para fornecer melhor encaminhamento e orientação para o professor.

Devido a ausência de um contexto ideal e adequado, no qual pudéssemos testar e aplicar previamente as atividades desenvolvidas antes do material ser escrito e impresso, tornava-se claro a necessidade de iniciarmos uma avaliação das propostas elaboradas. Por isso, nosso parâmetro balizador para esta análise, consistiu em identificar e caracterizar os três momentos pedagógicos descritos anteriormente. De maneira geral, as atividades aqui analisadas mostraram-se muito boas no sentido de articular a cultura primeira que o aluno traz para ser problematizada. Em quase todas as atividades os estudantes mostraram, no primeiro momento, suas concepções iniciais e logo perceberam que elas não davam conta de resolver o problema.

Na atividade “Luz, câmera, ação!”, por exemplo, inicialmente os alunos de um grupo têm a ideia de cronometrar o tempo que o guincho gastou para descer até a base e, a seguir, eles tomam esse tempo para, de forma direta e sem calcular a velocidade do carrinho, saber de onde o carrinho deverá partir de forma que chegue no mesmo instante de descida do guincho para içar o bonequinho. A fala dos alunos exemplifica isso:

Aluno 1: Na verdade o carro teria que ser mais rápido pra chega junto..... mas não é.

Aluno 2: O tempo dele (se referindo a descida do guincho) é 6 segundos, então ele (se referindo ao carrinho) tem que percorrer os 6 cm em 1 segundo.

Após algumas tentativas e erros, um dos alunos disse:

Aluno 3: É que com 6 cm por segundo ele não vai chegar aqui, ele vai chegar ali.[se referindo ao fato de que com as ideias que tiveram o carrinho não chega em sincronismo com o guincho]

Aqui, eles perceberam que a intuição inicial não dava conta de resolver a situação. Neste momento, o professor interveio na discussão e questionou:

Monitor 1: Teria alguma outra maneira de achar a velocidade do carro independente do gancho aí? Como é a velocidade do carro?

Aluno 2: A velocidade do carro é a mesma constantemente (...).

Monitor 1: Então, como achar essa velocidade?

Aluno 2: Então... marca daqui até aqui (apontando para uma certa distância) e marca o tempo que demora para correr.

Podemos perceber ainda neste exemplo que o problema a ser revolido, mesmo que possa ser considerado aparentemente como um conhecimento elementar sobre movimento uniforme, ele teve o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem ou que ainda não está claro.

Outro ponto que percebemos foi a dialogicidade que as atividades propiciaram por meio de idas e vindas de questões, tanto entre os próprios alunos do grupo quanto entre alunos e monitores. O exemplo abaixo, extraído na aplicação da atividade “o resgate” ilustra isso.

Aluno 1: Agora me tira uma dúvida. Tem alguma diferença de você puxa com ele parado de quando está em movimento?

Aluno 2: O peso do saquinho influencia no movimento do carrinho. A força do carrinho deveria contribuir para a descida.

Monitor 1: Que situação você quer?

Aluno 1: Quero que ele puxa as pessoas, puxa a carga. Então essa força aqui tem que ser maior do que essa. Essa força aqui tem que ser força de atrito mais o P_t (ser referindo a componente x do peso do carrinho).

Monitor 1: Isso foi o que você verificou. E no limite? Que acontece? (...)

Aluno 1: Se a carga for maior ele cai no buraco.

Monitor 1: Vamos então analisar a situação limite, que a carga é igual a do peso do carrinho.

Aluno 1: Se for igual eles ficam parados...

Todos os itens e elementos descritos até aqui contemplam e caracterizam o que perseguimos desde a concepção das atividades como o primeiro momento pedagógico: a problematização inicial. No exemplo explicitado acima, podemos perceber que os alunos começam com questionamentos sobre as forças envolvidas na situação e, em seguida, desenvolvem e discutem os cálculos necessários. Essa parte da atividade pode ser caracterizado também como um momento em que o conhecimento começa a ser organizado, uma vez que a conceituação física tida como fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas anteriormente vai sendo gradativamente desenvolvida. Tal situação pode demonstrar que a atividade possui um potencial significativo para o professor organizar e sistematizar o conhecimento físico envolvido (no caso, leis de Newton) na situação problema que a atividade foi capaz de inserir os alunos.

Percebemos claramente que as atividades “Luz, câmara, ação!” e “O resgate”, mostraram-se com grande potencial de promover discussões em sala de aula, possibilitando detectar possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos alunos. Em linhas gerais, podemos dizer que, no contexto em que as três atividades

foram aplicadas, elas evidenciaram aos alunos a necessidade de aquisição de novos conhecimentos, configurando-se como um problema que precisa ser enfrentado. Tal característica também pode ser classificada como parte integrante do que pretendíamos como problematização inicial.

Quanto a aplicação do conhecimento, extraímos abaixo uma sequência de maior discussão na atividade “O resgate”. Os alunos questionam:

Aluno 3: (...) mas teria outros tipos de coisa que pudessem... assim... sem usar os ângulos? Uma opção mais realista? Será que tem como fazer isso sem precisar medir ângulo nem nada? Entendeu o que eu quis dizer?

Monitor 1: Entendi, entendi.

Monitor 2: Na intuição pura, você quer dizer?

Aluno 3 - Não, não intuição pura. Se tem algum cálculo que não precise medir os ângulos nem nada?

Monitor1: Que você acha? O que você proporia?

Aluno 2: Acho que deveria ver o peso do carro mais ou menos, né.. um carro pesa mais ou menos mil quilos, com o peso ele vai conseguir carregar.

Alunos 3: Agora me tira uma dúvida, se aumentasse a coisa do motor [se referindo a potência do motor], será que ele aguentaria mais peso?

Monitor 1: O que até é uma das perguntas... uma coisa assim, vocês conseguiram imaginar. Aqui assim, agora ele fala “se aumentasse a força do motor”, né, a potencia, “ele seria capaz de erguer mais massa ao descer a rampa”? [aqui, o monitor se refere a mesma discussão que é proposta em uma das questões presentes na revista].

Aluno 3: É, acho que sim.

Monitor 1: Por que?

Aluno 3: Eu acho que sim, porque como ele vai tá fazendo força, esse aqui vai tá parado, mas conforme vai fazendo mais vezes ele vai conseguir puxar. Não sei explicar.

Monitor1: Mas tudo bem, pode dizer o que você imagina. E se o carro fosse mais pesado. Se ao invés de um carro fosse um ônibus, você acha que ia conseguir trazer mais massa? Você falou que sim, e você o que acha?

Aluno 3: Não, acho que quanto maior a massa mais peso ele pode levar.

Aluno 2: Na mesma inclinação?

Monitor 1: Na mesma situação. Só mudar ali... ao invés de usar um jipe usar um ônibus.

Aluno 2: Acho que aumenta. Mas ai precisa ver se vai pegar mais velocidade ou mais potencia.

Aluno 3: Agora posso fazer uma pergunta que não tem muito a ver. Se tem a tração nas quatro rodas? Ajuda?

Monitor 1: Hum isso eu já não sei responder.

Aluno 3: É então. Porque tipo assim, o carrinho a tração da roda é na frente, né? Ah sei lá, se tivesse na de trás a de trás ajudar a não patinar, se as quatro giram juntas. O jipizinho normalmente tem tração de quatro rodas.

Depois disso os alunos pedem para montar um jipe que tenha tração nas quatro rodas e começam uma nova investigação. Começam a explorar a situação problema que

lhes foi apresentada inicialmente, criando novas questões de investigação. A continuação dessa discussão se amplia (mas não se encerra) no sentido de desenvolver a conceituação física de forma gradativa sob orientação dos monitores. Tal situação faz parte da organização do conhecimento. Nos mostra a possibilidade que o conhecimento poderá vir a ser incorporado pelo aluno, tanto para analisar, interpretar e explicar as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Neste sentido, a atividade bem conduzida e orientada pelo professor nos apresentou com bom potencial explicativo e conscientizador das teorias e conceitos da física a ser explorado. Tal impressão nos habilita a caracterizá-lo como o terceiro momento pedagógico: a aplicação do conhecimento.

Quanto a atividade “Luz, câmara, ação!” as discussões conceituais não se estenderam. Acreditamos que isso tenha acontecido devido a menor complexidade da situação problema e do conteúdo físico para sua resolução. Já a atividade “Galileu e o movimento da Terra” apresentou alguns dificuldades, principalmente no que diz respeito a organização e aplicação do conhecimento, uma vez que, devido a problemas de montagens, quando o carrinho se movimenta e a bolinha é solta, ela acaba não caindo no mesmo ponto, apresentando uma margem de erro muito elevada. Isso acabou promovendo uma confusão dos conceitos físicos pelos estudantes reforçando algumas concepções espontâneas equivocadas.

Considerações Finais

Ao longo das aulas e do contexto em que aplicamos as atividades, foi muito positivo observar o envolvimento dos alunos com cada situação problema. Apesar do maior envolvimento, num primeiro momento, com as montagens e manuseio dos materiais do kit Lego, o foco da atividade foi retomado de maneira rápida, uma vez que tínhamos a preocupação de não deixar os alunos apenas envolvidos com os robôs, prevalecendo o aspecto puramente lúdico, mas sim, propiciar um envolvimento geral com a problematização, de forma que os conceitos físicos pudessem ser vislumbrados a fim de resolver o problema proposto.

Algo que muito ficou evidente na análise dos dados foi o modo como foram articuladas as discussões entre alunos e monitores e a relação entre a situação problema e os conceitos físicos necessários para resolvê-las. Isso evidenciou que o kit de robótica colaborou significativamente para elaboração de boas problematizações, de maneira que os conceitos físicos fossem os protagonistas na sua resolução, ou seja, o desenlace na solução do problema estava atrelado de forma bastante direta ao emprego correto do conhecimento físico envolvido. Devido a grande dialogicidade que as atividades propiciaram entre alunos e monitores, consideramos que elas também favoreceram a organização do conhecimento, apesar do contexto em que foram aplicadas não privilegiarem nossa análise. Afinal, estávamos numa situação bastante distante de uma sala de aula convencional, com apenas 7 alunos, fora do horário escolar tradicional (contra-turno), não éramos o professor habitual desses alunos, a presença não era obrigatória e não havia nota. Quanto a utilização do conhecimento, devido ao contexto e formato das aulas em que foram inseridos, eles não propiciaram um aprofundamento sistematizado e adequado dos conceitos físicos envolvidos, entretanto, mesmo assim eles revelaram um potencial significativo para ser melhor explorado numa turma convencional.

Pudemos perceber ainda que a aplicação das atividades nos ajudou a perceber aspectos dos três momentos pedagógicos que não foram adequadamente contemplados e que precisam ser reavaliados e testados em outros contextos escolares. No entanto, como uma proposta preliminar (que será desenvolvida no decorrer da pesquisa), os resultados

mostraram-se bastante satisfatórios no sentido de marcar o início de um longo caminho a ser trilhado.

Referências

- ALIMISIS, D. et al. Robotics & Constructivism in Education: the TERECoP project, In Ivan Kalas (ed.), Proceedings of the 11th European Logo Conference, 19 - 24 August 2007, Bratislava, Slovakia, Comenius University, ISBN 978-80-89186-20-4 (2007).
- ANGOTTI, J. A. e DELIZOICOV, D. Metodologia do ensino de Ciências. 2 ed.. São Paulo, Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, D. Conhecimento, Tensões e Transições. São Paulo, Tese de doutorado. Faculdade de Educação da USP, 1991.
- DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.) Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003.
- FRANGO, S. et al. Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. In. Workshop Proceedings of SIMPAR. ISBN 978-88-95872-01-8. Venice (Italy). November, 3-4, 2008.
- GIORDAN, M. Uma perspectiva sociocultural para os estudos sobre elaboração de significados em situações de uso do computador na Educação em Ciências. Livredocência. FEUSP, Universidade de São Paulo, 2006.
- MIRANDA JUNIOR, Moacir da R. Introdução ao uso da informática no Ensino Médio. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Porto Alegre, 2005.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, 2002.
- MOUNDRIDOU, M.; KALINOGLU, A. Using LEGO Mindstorms as an Instructional Aid in Technical and Vocational Secondary Education: Experiences from an Empirical Case Study. Technologies Across Learning Contexts. P. Dillenbourg and M. Specht (Org.): EC-TEL 2008, LNCS 5192, pp. 312–321, 2008.
- MITITNIK et al. Collaborative Robotic Instruction: A Graph Teaching Experience. *Computers & Education*, 53 (2), 330-342. (2009)
- SENA DOS ANJOS, A. J. As Novas Tecnologias e o uso dos Recursos Telemáticos na Educação Científica: a simulação computacional na educação em física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 3: p. 569-600, dez. 2008.
- SOLAR, J. R.; AVILÉS, R.: Robotics courses for children as a motivation tool: the Chilean experience. IEEE Transactions on Education 47(4), 474–480, 2004.