

Implementação da Mecatrônica no ensino de Física: construção de ações investigativas através dos Dispositivos Mecatrônicos Educacionais⁺*

Alberto de Castro Baptista¹

Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães
Salvador – BA

Maxwell Roger da Purificação Siqueira¹

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus – BA

Resumo

Observa-se que muitos alunos do Ensino Médio têm dificuldade de relacionar os conteúdos de Física a situações cotidianas e também de perceber a sua importância na resolução de problemas em situações reais. Neste sentido, há esforços em superar as concepções de um ensino de Física descontextualizado, e que favorece o acúmulo de informações. Nessa perspectiva, o presente artigo apresenta considerações sobre uma proposta de intervenção pedagógica voltada para o primeiro ano do Ensino Médio/Técnico, utilizando protótipos mecatrônicos para a realização de práticas experimentais investigativas, a partir do seguinte do problema social: acidentes no trânsito. Diante da situação problema apresentada, os alunos reunidos em equipe, participam de ações investigativas como: coleta de informações, discussão de soluções, elaboração e teste de hipóteses, produção textual e apreensão de conhecimentos científicos. Nesse contexto, utilizamos como base teórica para tratar de atividades experimentais que sustentam um Ensino de Física que visa a Alfabetização Científica, os Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2011) e as cinco etapas para as atividades experimentais investigativas de Carvalho (2010). No que se refere aos dados proeminentes da execução das atividades como vídeos,

⁺ Implementation of Mechatronics in the teaching of Physics: construction of investigative actions through Mechatronics Educational devices

^{*} *Recebido: março de 2017.
Aceito: março de 2018.*

¹ E-mails: albertocastrofisico@gmail.com; mrpsiqueira@uesc.br

imagens, diários de bordo e relatórios. Espera-se que os resultados deste trabalho proporcionem reflexões críticas sobre práticas metodológicas pautadas na utilização da mecatrônica, ressaltando a importância de um Ensino de Ciências contextualizado, que dê significado aos seus conteúdos, que estimule e desenvolva o espírito científico do discente e do docente.

Palavras-chave: *Ensino de Física; Alfabetização Científica; Mecatrônica.*

Abstract

It is observed that many high school students have difficulty to relate the contents of physics to everyday situations and also to realize their importance in solving problems in real situations. In this sense, there are efforts to overcome the conceptions of a decontextualized Physics teaching, and that favors the accumulation of information. In this perspective, the present article presents considerations about a proposal of pedagogical intervention directed to the first year of High School/ Technical, using mechatronic prototypes to carry out investigative experimental practices, from the following of the social problem: traffic accidents. In view of the situation presented, the students, gathered in a team, participate in investigative actions such as: information gathering, discussion of solutions, elaboration and testing of hypotheses, textual production and apprehension of scientific knowledge. In this context, we use as theoretical basis to deal with experimental activities that support a Physics Teaching aimed at Scientific Literacy, the Structuring Axes of Scientific Literacy, proposed by Sasseron and Carvalho (2011) and the five steps for the experimental investigative activities of Carvalho (2010). With regard to the outstanding data of the execution of activities such as videos, images, logbooks and reports. It is hoped that the results of this work will provide critical reflections on methodological practices based on the use of mechatronics, emphasizing the importance of a contextualized Science Teaching that gives meaning to its contents, which stimulates and develops the scientific spirit of the student and the teacher.

Keywords: *Physics Education; Scientific Literacy; Mechatronics.*

I. Introdução

Frente aos anseios contemporâneos sobre o processo ensino-aprendizagem de Física, nos deparamos com desafios que se constituem como elementos motores para os professores, pesquisadores, e outros profissionais da Educação. Dentre tantos desafios podemos citar a reformulação do currículo, o aprimoramento dos aspectos metodológicos, a inserção de novas tecnologias e a ascensão do Ensino de Física tradicional para um Ensino que condicione a aproximação e apropriação de um conjunto de saberes de real importância para que se possa incorporar conhecimentos científicos e tecnológicos também à cultura do aluno.

Essa ressignificação ao ensino de Física vem sendo discutida por teóricos e em documentos de políticas educacionais brasileiras. Vale ressaltar que Rosa e Rosa (2012) salientam que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e suas orientações correlatas apontam para um novo ensino de Física que esteja em consonância com as necessidades do homem contemporâneo, exigindo uma “prática docente com novos procedimentos didático-pedagógicos, que incentive o espírito questionador e investigador dos alunos, ampliando sua visão de mundo, tornando-os autônomos intelectualmente” (ROSA; ROSA, 2012, p. 19).

Considera-se também que para prover as competências apontadas pelos PCNEM, em que a Física deva atender para a constituição de uma cultura científica no aluno, é preciso centrar esforços para evoluir o tradicional ensino de Física, o qual está pautado em uma cultura de transmissão de conteúdos desarticulados com o mundo contemporâneo, recheado de atividades calcadas na automação e memorização de leis, para um ensino que promova debates de situações atuais, ativas, modernas e articuladas à realidade. Um ensino que, de fato, contribua não somente para formação de cientistas, pesquisadores, pensadores, mas também que promova ao indivíduo competências para compreender a sua realidade, identificar problemas e solucioná-los (RICARDO; ZYLBERSZTAJN, 2007).

Nesse sentido, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) abordam a necessidade dos jovens adquirirem “competências para lidar com situações que vivenciam ou que venham vivenciar no futuro” (BRASIL, 2000, p. 24). Assim, o uso de metodologias que utilizem certos artefatos tecnológicos que possam proporcionar discussões contextualizadas provenientes de situações problemas se estabelece como ação base no processo de ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento científico.

Nessa perspectiva propomos a incorporação de recursos tecnológicos como elementos motivacionais em atividades experimentais investigativas que conduzem para a construção de uma cultura científica. Assim, regemos nossas ações por meio de fundamentos teórico-metodológicos condicionadores à alfabetização científica de forma que o indivíduo possa desenvolver habilidades e competências necessárias para a compreensão e interação do mesmo com o mundo que o cerca.

Nessa perspectiva, indicamos como incorporar o uso de dispositivos mecatrônicos numa atividade prática investigativa na qual se utiliza um veículo mecatrônico para simular uma situação problema real relacionada ao trânsito na qual estavam intrínsecos conhecimentos da Física, em especial, a Mecânica Clássica.

No que se refere ao uso da mecatrônica como ferramenta educacional, Francisco Junior, Vasques e Francisco (2010, p. 37) salientam que

É recente, no Brasil, pensar as possibilidades do robô e de artefatos mecatrônicos no campo escolar e educacional. No cenário internacional, contudo, a Robótica já adquiriu lugar de destaque. Não se trata apenas de uma simples ferramenta, mas de um recurso que poderá promover, dentre outros, a pesquisa, o desenvolvimento do raciocínio lógico, o trabalho em grupos, o diálogo entre campos do saber.

Assim, levando em consideração a visão de um ensino contextualizado e que se deva utilizar dispositivos mecatrônicos como recurso didático nas práticas experimentais, tecemos algumas reflexões sobre o uso desses recursos: Como adequar o uso dessas “novas” tecnologias aos contemporâneos paradigmas de Ensino de Ciências? Como criar condições de questionamentos utilizando os recursos da mecatrônica? Tais questionamentos constituem os elementos motores sobre as ações que permeiam este estudo, e nos levam a formular o seguinte problema: Quais as contribuições que os dispositivos mecatrônicos podem conceber para o Ensino de Física que visa a alfabetização científica do cidadão?

Assim, propomos neste trabalho, por meio dos *Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica* (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2008) e as cinco etapas para atividades experimentais investigativas, apresentadas por Carvalho (2010) apresentar uma sequência didática que utilize os dispositivos mecatrônicos na reprodução de atividades experimentais investigativas, em função da reprodução de uma problemática social.

Mobilizados pelo potencial apresentado por esses recursos tecnológicos em ambientes educacionais, pois “estas tecnologias passam a influenciar os mais diferentes processos educacionais, em especial no sistema de aprendizagem desenvolvido nas escolas do ensino fundamental e médio” (ORTOLAN, 2013, p. 36), acreditamos poder ampliar as perspectivas do uso da robótica e da mecatrônica para fins educacionais ao explorar esses recursos por meio uma proposta que vise à Alfabetização Científica. Entendemos que, ao transcender para a uma aprendizagem de Física com esse perfil, estaremos fortalecendo o uso dessas tecnologias em ressonância com as atuais mudanças de paradigmas sobre o Ensino de Ciências (Física) podendo pleitear possibilidades de se trabalhar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Dessa forma, as próximas seções deste artigo apresentarão a seguinte sequência: uma reflexão sobre o uso dos DME no âmbito educacional; as concepções de ensino experimental investigativo a partir da AC; apresentação de uma proposta metodológica atrelada ao uso do DME em atividades experimentais investigativas com foco na AC; as considerações finais.

II. Os Dispositivos Mecatrônicos Educacionais

Ao associar robótica a ambientes de aprendizagem, nos deparamos com uma modalidade desse seguimento, a Robótica Educacional (RE) ou Robótica Pedagógica (RP). Conforme aponta César (2009), é preciso um pouco de cautela ao utilizar esses termos, pois há certa confusão nesses termos no que se diz respeito ao emprego dos elementos da Robótica. Para o autor

Ainda que não chegue a constituir um equívoco, ao menos entre os educadores que aplicam a Robótica como metodologia pedagógica, é facilmente perceptível uma certa confusão em torno da definição de Robótica Pedagógica. O mesmo ocorre em páginas de Internet que tratam do assunto. Ora encontramos o termo Robótica Pedagógica relacionado aos dispositivos robóticos, as máquinas (ao hardware), ora relaciona-se ao espaço físico, ao laboratório ou ao ambiente de aprendizagem; e, por vezes, o termo aparece como sinônimo de Robótica Educativa, do projeto em desenvolvimento ou mesmo como a metodologia em si. O fato é que parece não haver um consenso ou preocupação em definir o que possa ser considerado como Robótica Pedagógica.

[...] consideramos que Robótica Pedagógica é uma denominação para um conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento [...] (CÉSAR, 2009, p. 25).

Dessa forma, conforme destaca esse pesquisador, como esses termos são bastante utilizados, inclusive em rede mundial, as percepções e concepções sobre Robótica Educacional e Robótica Pedagógica podem ser colineares ou não, o que acarreta numa necessidade em se delinear o significado desses termos quando forem utilizados.

De acordo com Schivani (2014), a Robótica Educacional, tanto no cenário nacional como internacional, é um campo novo e pouco explorado “e tem por principal objetivo práticas educativas que permitam investigar e resolver problemas derivados de distintas áreas do conhecimento humano e práticas sociais” (SCHIVANI, 2014, p.73). Consideramos que até chegar a um consenso do uso desses termos surgirão ricas discussões sobre este paradigma.

Na busca por conceitos e definições sobre mecatrônica, percebemos similaridades com o de robótica. Mendonça e Januário (2010) consideram a mecatrônica como uma nova área da engenharia que associa elementos da informática eletrônica a processos mecânicos. Braga (2014) considera que ao falar de mecatrônica, incluímos os robôs e as automações, que são equipamentos que realizam tarefas automaticamente, para ele a mecatrônica abrange inclusive a robótica.

De uma maneira geral, dispositivos no qual estão associados os elementos de mecatrônica (acima descritos), a nosso entender, pode ser denominado como um dispositivo mecatrônico. E similarmente ao que Schivani (2014) aborda sobre a robótica educacional que “busca promover a aprendizagem dos diferentes saberes disciplinares e o desenvolvimento de

determinadas competências” (SCHIVANI, 2014, p.74), esses dispositivos mecatrônicos, nessas mesmas condições de uso, ou seja, utilizados para integrar ações pedagógicas, são considerados nesse trabalho como **Dispositivos**.

II.1 Mecatrônicos Educacionais (DME)

A educação em si é uma área de ampla aplicação dos dispositivos mecatrônicos, conforme destacam Siciliano e Khatid (2008). Para esses autores há alguns aspectos que reforçam o seu uso como o estímulo a resolução de problemas, o trabalho em equipe e possibilidade de melhoria da aprendizagem. Outros estudos atentam também para o crescente uso desse recurso no ambiente escolar (CABRAL, 2010; AROCA, 2012) servindo para integrar, construir e abordar diversos conhecimentos na sala de aula.

Outra característica inerente ao uso desses recursos é a similaridade da forma que são utilizados em ambientes educacionais no âmbito internacional e nacional (AROCA, 2012). Talvez, por fortes influências dos efeitos da globalização, como a facilidade ao acesso ou a troca de informações, acesso a novas tecnologias, ao mercado e aos serviços.

Em alguns países como a Alemanha e Holanda, o uso dessas tecnologias abrange todas as escolas públicas. Na Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, Itália, Espanha e, inclusive no Peru, projetos similares estão sendo desenvolvidos (ARAÚJO, 2013). No Brasil, apesar desses dispositivos mecatrônicos se constituírem “como uma ferramenta ainda pouco difundida” (SILVA, 2010, p.12), as possibilidades de utilizar essas novas tecnologias no ambiente escolar têm se ampliado devido aos fatores anteriormente apresentados e, principalmente, devido à produção acadêmica nas áreas das Engenharias, Ciências da Computação, Ciências Humanas, Ciências Exatas e da Terra (FRANCISCO JÚNIOR; VASQUES; FRANCISCO, 2010).

Cabral (2010) tece considerações também sobre qual seria o ambiente propício para o desenvolvimento de atividades com os kits, ressaltando que os laboratórios didáticos constituem-se como ambientes adequados para o uso dos referidos recursos.

Resolver problemas no meio escolar não deveria ser visto como uma atividade em paralelo, mas uma orientação para a atividade. Nesse sentido, os laboratórios (de química, de matemática, de física, de informática, e de robótica!) das escolas são espaços privilegiados de ação e reflexão, pois proporcionam o manuseio, a construção e a reflexão acerca dos objetos (CABRAL, 2010, p. 137).

De fato, os laboratórios se estabelecem como espaços adequados e importantes a serem explorados numa escola quando se pretende utilizar esses recursos didáticos. Mas, o que fazer numa escola onde não há esse espaço?

Criar um ambiente adequado, adquirir recursos didáticos e tecnológicos, simplesmente não garante que se estabeleçam condições de aprendizagem. Schivani (2014) tece considerações quando há pretensão de se utilizar esses recursos para fins didáticos.

Constitui-se um desafio operacionalizar o uso da tecnologia por meio do desenvolvimento de estratégias que a implementem efetivamente em sala de aula. Isso requer mais do que instalar computadores nas escolas, adquirir kits de robótica e desenvolver repositório de recursos instrucionais (SCHIVANI, 2014, p. 81).

Portanto, reforçamos aqui que, os aspectos metodológicos devem cadenciar as ações inerentes ao uso dos dispositivos mecatrônicos. E, ao se tratar de aspectos metodológicos, colocamos em foco um dos personagens principais desse processo, o professor. Para esse profissional que deseja que “[...] os alunos sejam protagonistas do processo de ensino-aprendizagem constitui-se um dos obstáculos enfrentados, além daqueles relacionados à própria formação e ao pouco contato do docente com o uso destes recursos em sala de aula (*ibidem*)”.

Dessa forma, conforme discutido anteriormente, há uma eminente preocupação dos pesquisadores em aprimorar e produzir conhecimento sobre o uso dos dispositivos robóticos e mecatrônicos como ferramentas didáticas. Outra característica que chama a atenção é a questão da diversidade das áreas acadêmicas como, por exemplo, das Engenharias, da Educação, das Ciências Exatas e Humanas, integradas e empenhadas em inserir esses recursos tecnológicos em atividades que objetivam aprimorar, fortalecer e inovar o Ensino.

III. Alfabetização Científica com Mecatrônica

Na seção anterior, tratamos sobre o uso dos dispositivos mecatrônicos no contexto da educação. Nesta, trataremos sobre as bases teóricas que cumprem a função de nortear nossas ações no que se diz respeito ao uso do DME voltado para o Ensino com enfoque na Alfabetização Científica.

Pensar criticamente sobre o Ensino de Física é pensar também na evolução das práticas pedagógicas as quais fazem uso de novas ferramentas tecnológicas, como, por exemplo, a robótica ou, de forma mais abrangente, a mecatrônica.

Vale ressaltar que o uso dessas “novas” ferramentas não implica, necessariamente, num ensino moderno, dinâmico e de significado. Concordamos com Alimisis (2013, p. 66, Tradução nossa) quando afirma que, em “muitos casos, as novas tecnologias servem simplesmente para reforçar as velhas formas de ensino e aprendizagem”. O autor adverte ainda que os laboratórios de Ciências não são adequados para promover o pensamento crítico, a resolução de problemas, a criatividade, o trabalho em grupo e habilidades em comunicação, pois as práticas se baseiam em rigorosos experimentos roteirizados.

Pensando nisso, delineamos nossas ações de forma a contribuir para a reestruturação das atividades experimentais para o Ensino de Física, utilizando os DME para reproduzir um ambiente de investigação nas aulas de Física. Uma análise feita sobre atividades experimentais no Ensino de Física por Araújo e Adib (2003) indica que as atividades de investigação promovem possibilidades de diferentes objetivos educacionais. Esses teóricos destacam ainda

que essas atividades se estabeleçam como um elemento facilitador no processo ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, nossas ações buscam fortalecer a transição de atividades práticas **verificativas**² para atividades práticas **investigativas** que possibilitam aos participantes uma Alfabetização Científica (AC).

Sasseron e Carvalho (2011) salientam que para tratar o Ensino de Ciências que objetiva a Alfabetização Científica, primeiro é preciso deixar evidente qual a concepção de AC adotada para tratar ações, dados e intervenções didáticas. Sasseron (2008), em sua tese **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala** alicerça o seu trabalho segundo a concepção de alfabetização de Paulo Freire de maneira que “a alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca” (SASSERON, 2008, p. 11).

Dessa forma, a partir dessa perspectiva, Sasseron (2008; 2010) salienta que o termo Alfabetização Científica necessita estar atrelado à formação do cidadão crítico. A autora enfatiza que o termo Alfabetização Científica deve ser usado para

[...] designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permeia aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio por meio da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON, 2010, p. 15).

Assim sendo, a proposta desse trabalho demanda subsídios para avançar, transpor, criar, recriar, e estabelecer novos rumos, buscamos respaldo nas bases que fundamentam um Ensino de Física que valoriza a experimentação, a investigação e também a contextualização. Bases que relevem a importância da formação do indivíduo para suprir às exigências impostas pela sociedade contemporânea. Assim, abordaremos, no seguinte tópico, os subsídios para avançar, transpor, criar, recriar e estabelecer novos rumos, buscando respaldo nas bases que fundamentam um Ensino de Física que valoriza a experimentação, a investigação e também a contextualização. Bases que relevem a importância da formação do indivíduo para suprir às exigências impostas pela sociedade contemporânea. Para isso, consideramos os Eixos Estruturantes apresentados por Sasseron e Carvalho (2011), bem como as cinco etapas para as atividades experimentais investigativas de Carvalho (2010) que são utilizados como pressupostos para o desenvolvimento da nossa proposta.

² Termo utilizado nesse trabalho para referir-se às atividades experimentais realizadas tão somente para observar um fenômeno físico.

III.1 Os eixos estruturantes e as etapas experimentais

A partir da análise de diversos estudos de vários autores sobre AC, Sasseron e Carvalho (2011) perceberam que há uma série de habilidades que são classificadas como necessárias aos alfabetizados cientificamente. Estas habilidades foram utilizadas por essas pesquisadoras para compreender e sistematizar um ensino que tenha como objetivo a Alfabetização Científica. Essas habilidades foram agrupadas pelas autoras em três blocos que denominaram de *Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica*, que são “capazes de fornecer bases suficientes e necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas bem como propostas de aulas” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 16) tendo em vista a Alfabetização Científica. Estes três eixos são pontuados abaixo:

O primeiro destes três eixos estruturantes refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.

O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Reporta-se, pois, à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, este eixo fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerentes às investigações científicas seja colocado em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. O trabalho com este eixo deve ser garantido na escola quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e o planeta (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75-76).

Observa-se que, no ensino tradicional, o conhecimento é tratado de forma descontextualizada, pela transmissão mecânica de conceitos e leis que, posteriormente, são tratadas a partir de exercícios e atividades. No sentido de reverter esse tipo de ensino, os *Eixos Estrutu-*

rantes possibilitam converter uma questão, um exercício em uma situação potencialmente importante a qual poderá ser tratada sob os diversos aspectos, inclusive, sobre aquele que está fundamentado em conhecimentos científicos, por exemplo, a Física. Nesse sentido, atividades com anseios para a formação do sujeito, para que possa compreender o mundo, dominar e aplicar conhecimentos científicos, podem ser tratadas sob a óptica desses eixos.

Desta forma, na proposta, aborda-se uma situação relacionada ao trânsito, alto índice de acidente no trânsito, que constitui um campo de muitas possibilidades a serem exploradas, por exemplo, conhecimentos de Cinemática e Dinâmica. Nesse sentido, os *Eixos Estruturantes* conduzem as ações que precedem a definição da situação problemática bem como a elaboração e planejamento das aulas.

O planejamento de demonstrações investigativas demanda atenção para a questão problematizadora que deve despertar a curiosidade e orientar a visão dos estudantes sobre as variáveis pertinentes ao fenômeno abordado e que, ao mesmo tempo, conduza os alunos a tecer hipóteses e propor possíveis soluções (SASSERON, 2010).

Em geral, as atividades práticas voltadas para o Ensino de Física, as quais se utilizam dispositivos mecatrônicos (robôs, braços robóticos, veículos programáveis, etc.), são consideradas como estimulantes, diferentes, dinâmicas, criativas e inovadoras, dentre outros atributos.

Concordamos no emprego desses adjetivos, levando em consideração a crença de que é possível potencializar o uso desses recursos, ou seja, fortalecer a transição do modelo tradicional do ensino para um ensino de física que mostre as relações entre a física e a realidade, que seja contextualizado e de significados concretos.

Adequar os DME a atividades experimentais de caráter investigativo no que se diz respeito ao ensino de Física não é tarefa simples. Escolher, planejar, reproduzir experimentos, seja com ou sem as referidas tecnologias, requerem bases teóricas para reger e executá-los. Nesse sentido, Carvalho (2010) apresenta uma proposta de sequência de ensino experimental, pautada numa “aprendizagem como enculturação científica ou alfabetização científica” (*ibidem*, p. 57), compreendida em cinco etapas: **apresentação do problema experimental pelo professor; resolução do problema pelos alunos; apresentação das atividades práticas desenvolvidas; explicação casual e/ou sistematizada do que foi feito; registro individual do experimento através de um relatório.**

Assim, é válido salientar que as cinco etapas propostas por Carvalho (2010) se apresentam fundamentais no planejamento de uma sequência didática cuja atividade propõe o uso de dispositivos mecatrônicos para a reprodução de uma situação problema, conduzindo o aluno a refletir, a apresentar estratégias para solucioná-lo, colocando essas estratégias em prática, bem como verificando a sua eficácia. Ou seja, cabe ao docente estabelecer estratégias para que o discente possa posicionar-se criticamente frente a situações cotidianas, as quais exigirão do mesmo condição de analisar, argumentar, buscar a partir de bases teóricas alternativas de soluções, bem como socializar o seu conhecimento. Além disso, é preciso buscar bases que

possam adequar o uso dos DME em ambientes educacionais, já que, dentre as diversas formas de abordagem, é raro encontrar estudos e pesquisas que tratam sobre o seu uso visando a Alfabetização Científica.

IV. Aspectos metodológicos

Uma vez que as ações tenham como foco a promoção da alfabetização científica, e que o dispositivo mecatrônico constitui com a ferramenta didática utilizada para esse propósito, descrevemos, nesta parte, alguns aspectos inerentes ao planejamento da proposta. Para tanto, considera-se as bases do trabalho investigativo de Sasseron (2008; 2010) no que diz respeito à Alfabetização Científica, como também os princípios e práticas peculiares às atividades investigativas de Carvalho (2010), de forma a proporcionar resultados consistentes no que se diz respeito à utilização dessa “nova tecnologia”.

O planejamento de demonstrações investigativas demanda atenção para a questão problematizadora que deve despertar a curiosidade e orientar a visão dos estudantes sobre as variáveis pertinentes ao fenômeno abordado e que, ao mesmo tempo, conduza os alunos a tecer hipóteses e propor possíveis soluções (SASSERON, 2010). Para esta proposta, além de considerar a questão problematizadora, ou seja, a existência de uma **situação potencialmente importante**, ela deve ser apresentada mediante um problema experimental para ser resolvido pelos alunos. Assim, para tratar, por exemplo, de uma proposta que objetive realizar práticas experimentais investigativas relacionadas a uma situação problema, foram tecidas estratégias para reproduzir a situação real em uma atividade experimental.

Nesse sentido, os *eixos estruturantes* conduzem bem as ações que precedem a definição da situação problemática bem como a elaboração e planejamento das aulas. E as intervenções são organizadas de acordo com as cinco etapas para atividades experimentais que visem a enculturação científica propostas por Carvalho (2010).

Nesta proposta, foca-se uma situação relacionada ao alto índice de acidente no trânsito, que constitui um campo de muitas possibilidades a serem exploradas, por exemplo, conhecimentos de Cinemática e Dinâmica, como atrito, tempo de reação, força, aceleração, frenagem, pressão, inércia. Além desses conteúdos, outros temas podem ser explorados como zonas de deformação e absorção de impacto, sistema de freio antitravamento (ABS, *anti-lockbraking system*), uso do cinto de segurança, efeito chicote, aquaplanagem, etc.

Teceremos algumas considerações sobre os protagonistas da situação problema: o veículo mecatrônico (Fig. 1), também denominado nesse artigo como DME; e o pedestre. O DME cumpre a nobre função de elencar situações reais do trânsito nacional, transformando-as, principalmente, num problema experimental investigativo, dando condições ao aluno de **interagir** com essas situações, modificá-las, podendo assim apresentar uma solução baseada no conhecimento científico, sem colocar a vida de ninguém em risco. O outro protagonista, o pedestre, faz o papel da vítima do atropelamento que constitui o que denominamos de “situa-

ção limite”. Nessa proposta, apresentamos quatro personagens dos quais cada equipe escolhe um para utilizar na sua atividade.

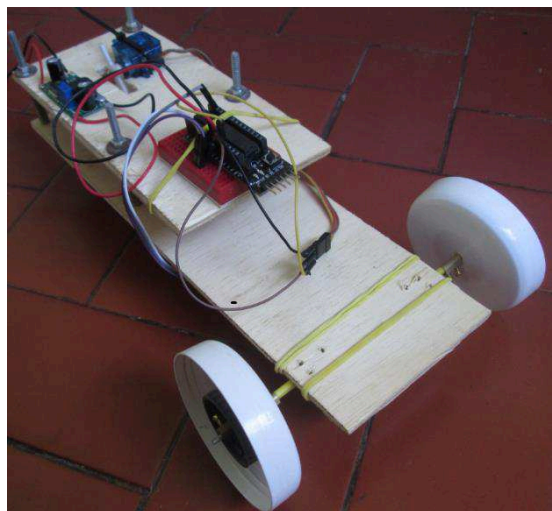


Fig. 1 – Veículo mecatrônico utilizado nas intervenções.

Esses personagens, protagonistas, começam a surgir no momento em que a “situação limite” é estabelecida. Ao mesmo tempo em que ela é planejada, considerações sobre a sua viabilidade em transformá-la em uma atividade prática com DME são ponderadas. Assim, dentre as diversas situações que envolvem problemas no trânsito, a escolha também está relacionada aos recursos disponíveis e acessíveis para reproduzi-las experimentalmente.

Consideramos importante colocar algumas particularidades sobre a definição dos personagens. Tal escolha remete ao fato de estabelecer vínculos com situações do nosso dia a dia. O apressado, o desatento, o idoso e o distraído, foram criados para representar o pedestre e foram inspirados em elementos comuns ao cotidiano do trânsito e que, talvez, constituem como as suas maiores vítimas dos acidentes no trânsito.

Esses protagonistas contracenam em um ambiente previamente pensado que traduz como a situação problema. Frisamos que tanto a situação como os elementos são frutos de discussões, pesquisas, leituras, tentativas e atividades práticas elaboradas e regidas pelos *eixos estruturantes* (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2011).

IV.1 Descrição dos procedimentos

Conforme discutido anteriormente, Carvalho (2010) estabelece cinco etapas que devem ser consideradas para um ensino investigativo. No entanto, ao adaptar atividades que utilizam DME, faz-se necessário estabelecer um momento que precede as etapas propostas por Carvalho (2010), o qual denominamos momento “zero”, caracterizado por atividades de manuseio e montagem do veículo mecatrônico.

Frente à necessidade de apropriação de conhecimentos e destrezas necessários para intervir sobre o DME, o momento “zero” proporciona que os alunos entendam com maiores detalhes o funcionamento do seu veículo, como o DME poderá interagir sobre o ambiente e ainda, de como ele poderá interagir sobre o veículo. Como consequência o aluno poderá ter maior domínio sobre o funcionamento do DME ampliando as possibilidades de uso.

Pensando nisso, o momento “zero” é dividido em duas partes: a primeira parte é caracterizada basicamente pela montagem do veículo mecatrônico; e a segunda constitui na execução de atividades as quais se faz o uso do veículo. Essas duas etapas, que devem ser realizadas pelas equipes na sala de aula, contemplam uma exigência quando se deseja desenvolver atividades com problemas experimentais que é o manuseio e familiarização com o material.

A primeira parte desse momento é iniciada através da orientação do professor para dividir a turma em grupos, entrega dos kits de mecatrônica para cada equipe seguida das orientações para a montagem do veículo. O manuseio das peças e das ferramentas possibilita a compreensão do funcionamento de cada uma das partes do DME. Permite também que os mesmos discutam sobre conhecimentos da Física uma vez que eles manuseiam eixos, motores, rodas, baterias, fios, e outros materiais que possuem funções específicas para o devido funcionamento do veículo.

Em se tratando de um dispositivo mecatrônico, é preciso também que esses alunos entendam como o mesmo poderá ser controlado e programado. Dessa forma, ainda nesse primeiro instante do momento “zero”, conhecimentos básicos de programação são apresentados e, inclusive, a própria programação do veículo.

A segunda parte os alunos realizam testes com os seus veículos. Esse momento é muito importante para que possam perceber e compreender os resultados das suas ações sobre a montagem do dispositivo. Perceber de como o seu veículo interage com o ambiente, se há necessidade de novos ajustes, e inclusive, na alteração da programação.

Essas ações que precedem as cinco etapas de Carvalho (2010) e garantem que os alunos mantenham pleno domínio sobre o seu DME. Que estejam tão familiarizados com os veículos que possam resolver pequenos problemas frente ao funcionamento do mesmo e, principalmente, que possam desempenhar melhor as suas ações e obter melhores resultados na realização das atividades. E, em se tratando do uso de um dispositivo que, de certa forma, requer certas destrezas para utilizá-lo, o momento “zero” constitui-se indispensável nessa proposta por proporcionar a inclusão dos alunos a essa tecnologia de forma a garantir o pré-requisito para dar início às cinco etapas, que é a familiarização dos materiais da atividade prática de forma a incorporar as ideias de Carvalho (2010).

Ao concluir o momento “zero”, iniciam-se as etapas da proposta de sequência de ensino para as atividades experimentais de Carvalho (2010), as quais serão apresentadas a seguir.

Etapa 1 - A proposta do problema experimental pelo professor

Esta etapa é caracterizada pela apresentação do problema experimental que os alunos irão investigar, no entanto, tecemos as seguintes ações preliminares à apresentação do problema:

Ação 1: Esta ação está relacionada a medidas e cálculos ocorridos durante o manuseio do veículo. Consiste em liberar o veículo do alto da rampa. Na base da rampa, a **placa controladora** detecta o momento que deve acionar o freio e, instantes depois, o veículo para. Basicamente os alunos, reunidos em equipe, utilizam uma régua milimetrada de 50 cm para realizar a medida do deslocamento do veículo da base da rampa ao ponto da parada (Fig. 2). Este procedimento deve ser repetido pelo menos cinco vezes e, cada equipe, deve encontrar o deslocamento médio (somando todos os valores medidos e dividindo-os pela quantidade de vezes repetidas). Veja abaixo:

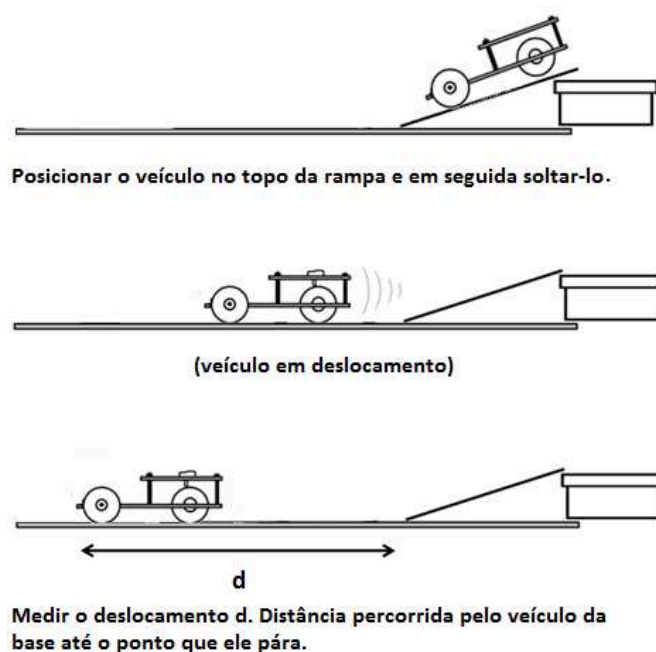


Fig. 2 – Ilustração apresentada do procedimento para medição do deslocamento.

Ação 2: Sensibilização do problema dos acidentes do trânsito nacional. Foram apresentadas imagens e vídeos de situações reais do trânsito (Fig. 3) além de manchetes e fragmentos de textos sobre os acidentes e mortes no trânsito em sites oficiais.

Os números apresentados sobre o número de mortes no trânsito nacional em 2010 (Tabela 1) pode ser confrontado com dados da região onde a proposta será aplicada, de forma que o aluno perceba a gravidade do problema de ordem social.



Fig. 3 – Imagem apresentada aos alunos, situação de risco³.

Tabela 1 – Ranking dos dez países com maior índice de mortes no trânsito⁴.

Países com maiores números absolutos de morte no trânsito - 2010							
Ranking	País	Posição no IDH	População estimada ¹	Nº de mortes ²	Taxa de Mortes por 100 mil hab.	Número de veículos registrados	Taxa de mortes por 1 mil veículos
1º	China	101º	1.348.932.032	275.983	20,5	207.061.286	1,33
2º	Índia	136º	1.224.614.272	231.027	18,9	114.952.000	2,01
3º	Nigéria	153º	158.423.184	53.339	33,7	12.545.177	4,25
4º	Brasil ³	85º	194.946.488	42.844	22	64.817.974	0,66
5º	Indonésia	121º	239.870.944	42.734	17,8	72.692.951	0,59
6º	Estados Unidos	3º	310.383.968	35.490	11,4	258.957.503	0,14
7º	Paquistão	146º	173.593.384	30.131	17,4	7.853.022	3,84
8º	Rússia	55º	142.958.156	26.567	18,6	43.325.312	0,61
9º	Tailândia	103º	69.122.232	26.312	38,1	28.484.829	0,92
10º	Irã	76º	73.973.628	25.224	34,1	20.657.627	1,22

Instituto Avante Brasil, PNUD, OMS, Datasus

¹ Os dados populacionais foram extraídos do banco de dados da Divisão de População das Nações Unidas

² As taxas de mortalidade no trânsito foram extraídas dos registros de morte reportados pelos Estados à Organização Mundial da Saúde, dos registros oficiais divulgados por cada país e através de um modelo regressivo para estimar se o número de mortes no trânsito do modificado na publicação Global Status Report on Road Safety 2013.

³ Número de mortes no trânsito no Brasil de acordo com os dados oficiais do Datasus, em 2010.

Ação 3: Esta ação constituiu como uma atitude aparentemente simples, mas de grande valor aos nossos propósitos. Constitui na escolha de um personagem dos quatro (Fig. 4) disponibilizados para cada equipe. O fato dos alunos escolherem um ou outro personagem traduz na projeção de uma cena comum à realidade deles para o momento da simulação. Além disso, fortalece a tomada de decisão em equipe uma vez que eles discutem sobre qual o personagem que deveria ser escolhido para contracenar na simulação. Veja, a seguir, os personagens utilizados na proposta metodológica.

³ Disponível em: <<http://extra.globo.com/noticias/rio/motocicletas-pedestres-disputam-espaco-entre-carros-4650335.html>>. Acesso em: 25 out. 2014.

⁴ Disponível em: <<http://professorlfg.jusbrasil.com.br/artigos/113704460/mortes-no-transito-brasil-e-o-4-do-mundo>>. Acesso em: 25 out. 2014.



Fig. 4 – Personagens: a) Apressado; b) Desatento; c) Idoso; d) Distraído.

Após a escolha do personagem, os alunos devem posicioná-lo a $\frac{4}{5}$ (quatro quintos) da distância média calculada anteriormente na **ação 1** (Fig. 5), que equivale a ponto b apresentada na Fig. 6b. Esta ação garante o atropelamento do pedestre.

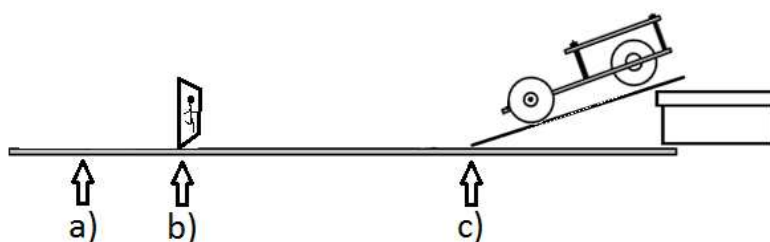


Fig. 5 – Representação da montagem inicial: a) Deslocamento médio do veículo; b) Posição do personagem – $\frac{4}{5}$ do deslocamento médio; c) Posição que representa o momento que o motorista avista o pedestre.

Essa situação remete a possíveis discussões de algumas variáveis físicas como, por exemplo, o tempo de reação, o coeficiente de atrito (derrapagem), aceleração, velocidade, etc., que podem ser discutidas oportunamente entre os componentes da equipe ou, posteriormente, com a intervenção do professor no momento adequado.

Frente à conclusão das referidas ações e estando os cenários montados, a atribuição do professor nesse instante é apresentar o problema para os alunos de forma que todos o compreendam e sejam levados a investigá-lo: **Como impedir o choque do carro com o pedestre, evitando assim o atropelamento?**

A apresentação da situação problema encerra as ações da etapa 1 e dá-se início a etapa 2, descrita a seguir.

Etapa 2 – Resolução do problema pelos alunos

Exposto o problema, o professor orienta os alunos a uma discussão em equipe sobre quais os procedimentos que deveriam ser executados de forma que, ao modificar as condições do experimento, ou seja, interagir, modificar, acrescentar algo ao ambiente, resolvesse o problema. No início desta etapa, faz-se necessário disponibilizar materiais que podem ser utilizados pelos alunos como lixas, folha de Etil Vinil Acetato (EVA), papel ondulado, lâminas de policloreto de polivinila (PVC), cola, fita adesiva, etc.

Esta etapa representa um momento de grande atividade entre os alunos e as equipes. De acordo com Carvalho (2010, p.65) a “construção desse aprendizado passa por situações nas quais os alunos tenham de pensar e justificar suas ideias, esclarecendo intencionalmente o raciocínio feito”.

Etapa 3 - Apresentação do que fizeram

Este momento caracteriza-se pela “solidificação” das discussões realizadas pelo grupo. É “uma etapa muito importante na construção do conhecimento científico” (CARVALHO, 2010, p. 62). Nesta etapa pode ser comum ocorrer uma mistura com as ações da **Etapa 4** (Explicação causal e/ou de sistematização) pois, muitas vezes, os alunos apresentam o que fizeram e tentam justificar explicando, conforme destaca Carvalho (2010).

Etapa 4 - Explicação casual ou sistemática

Caracterizada como uma etapa de transição de “explicar o *como* fizeram para o *porquê* deu certo, na passagem das relações qualitativas entre as variáveis para a sistematização em uma fórmula, que o conceito se estabelece” (CARVALHO, 2010, p. 63).

Nesta parte da intervenção é possível perceber semelhanças com as ações apresentadas na **Etapa 3**. Constitui uma parte da intervenção onde há grandes possibilidades de discutir diversos conteúdos da Física, que pode acarretar possibilidades para articular conhecimentos científicos, inclusive, fortalecer as relações entre as diversas áreas de conhecimento.

Etapa 5 - Constitui a última etapa da proposta

A elaboração do relatório compõe uma das etapas da enculturação científica.

Segundo Carvalho (2010) a escrita e a fala são atividades complementares, no entanto a escrita carece de maior esforço cognitivo para organizar e sistematizar ideias. Por isso, a importância da elaboração do relatório escrito e, se possível, com figuras que complementam a escrita.

O desenvolvimento desta etapa pode executado em sala de aula ou extraclasse. Considerando que a produção textual pode e deve ser incentivada e realizada em qualquer momento que seja conveniente e adequado, o professor poderá até mesmo estabelecer um prazo para entrega do relatório. Acreditamos que essas condições favorecem a produção textual.

Além do relatório, outros recursos podem ser utilizados para que o professor possa avaliar se AC está em processo de desenvolvimento entre os alunos. Filmagens, e fotos adquiridas através de câmeras, celulares e filmadoras, diários de bordo se tornam ferramentas imprescindíveis para análise.

Apresentamos a seguir, na Tabela 2, um quadro sintético da proposta que foi implementada em duas escolas. Nesses casos, as intervenções aconteceram em quatorze aulas, no entanto o número de aulas pode variar em função de alguns fatores como o grau de proximidade entre os alunos e esse recurso tecnológico; o nível de discussões provenientes das relações e discussões proporcionadas durante a intervenção didática; e a utilização de outros recursos tecnológicos como, por exemplo, o datashow que possibilita a apresentação de esquemas, imagens, vídeos contribuindo para um maior dinamismo e eficiência das intervenções.

Tabela 2 – Quadro sintético da proposta didática.

Aulas	Momento/Etapa	Tempo (min)	Conteúdo/ações	Recursos
1 e 2	Momento “zero”	90	Breve apresentação; Entrega dos Kits e início da montagem dos DME.	Datashow, Lousa Branca, 04 kits de mecatrônica.
3 e 4	Momento “zero”	90	Conclusão da montagem dos kits; Programação; Testes e ajustes dos DME;	Datashow, Lousa Branca, 04 DME.
5 e 6	Etapa 1	90	1°. Determinação do deslocamento do veículo. 2°. Discussão sobre o trânsito nacional (imagens, vídeos, Manchetes, Tabelas informativas). 3°. Apresentação do problema.	Datashow, Lousa Branca, 04 DME.
7 e 8	Etapa 2	90	Resolução do problema pelos alunos;	04 DME, papel ofício, fita isolante, lixas, papel ondulado, placas de EVA, régua.
9 e 10	Etapa 3	90	Organização da turma em semicírculo para a apresentação do que fizeram para a turma; entrega dos DME.	04 DME, Lousa branca.

11 e 12	Etapa 4	90	Explicação casual ou sistemática justificando os métodos.	Lousa Branca.
13 e 14	Etapa 5	90	Elaboração do relatório individual.	Lousa branca, Pastas com orientações para produção do relatório.

É possível perceber na tabela acima que as ações contemplam as características inerentes às práticas com os elementos da mecatrônica bem como estão de acordo com as etapas das atividades experimentais investigativas propostas por Carvalho (2010).

No tópico seguinte traremos algumas considerações sobre o uso dos DME bem como sobre a proposta metodológica sugerida neste artigo.

V. Considerações finais

A apresentação dessa proposta didática foi condicionada principalmente pelo anseio por uma contribuição no processo de ensino e aprendizagem de Física. Nesse sentido, reforçamos e justificamos nossas ações, colocando em destaque o posicionamento de Carvalho (2010) frente ao ensino tradicionalista de Física, o qual se apresenta carente de contextualização, valoriza a operacionalização de atividades, o formalismo matemático e o acúmulo de informações:

As aulas de laboratório que visam alcançar os objetivos da enculturação científica [...] somente acontecem quando os professores reformulam o seu papel: de transmissor do conhecimento já estabelecido para um orientador de seus alunos, ajudando-os na construção de seus novos conhecimentos.

Para introduzir em suas aulas atividades inovadoras nas quais se espera que os alunos tenham participação intelectualmente ativa, é necessário que os professores adotem práticas nada habituais para os professores formados “no” e “para” o ensino tradicional (CARVALHO, 2010, p. 61).

Nessa perspectiva, essa proposta adéqua o uso da mecatrônica como recurso tecnológico didático para condicionar algum tipo de situação que se estabelece como gênese de ações importantes para a construção do conhecimento científico. Além disso, amplia as possibilidades de uso desses recursos, colocando em destaque a viabilidade de explorar situações do nosso cotidiano que se constituem como problemas sociais e atuais e podem ser apresentadas, por simulação, através dos DME. A mecatrônica aqui é destacada por viabilizar condições propícias à construção do conhecimento científico e, conseqüentemente, à valorização da Alfabetização Científica.

A seguir apresentamos algumas considerações sobre o uso desses dispositivos em ambientes de aprendizagem.

O emprego desses dispositivos viabiliza práticas investigativas nas quais os alunos podem desenvolver novas visões do mundo, relacionar conhecimentos, elaborar e testar hipóteses, discutir possíveis soluções, entre outras habilidades inerentes ao processo de alfabetização científica (CARVALHO, 2010; SASSERON, 2008), ou seja, o uso dos DME permite também abranger aspectos do conhecimento científico.

A adaptação dos DEM a ambientes de ensino para tratar de situações problemas são perfeitamente viáveis desde que previamente elaboradas e planejadas; o que nos remete a frisar sobre a importância dos *Eixos estruturantes da Alfabetização Científica* (SASSERON; 2008; 2010) para a organização e o planejamento da proposta.

A variedade de dispositivos mecatrônicos que poderiam ser utilizados nas intervenções suscitou num primeiro desafio ao nosso trabalho que foi a escolha adequada do dispositivo. Consideramos que, nesse trabalho, foi o momento no qual os *eixos* passaram a interferir significativamente aos nossos propósitos. Frente a essa gama de possibilidades, destacamos o eixo “compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática” como condicionador da escolha do dispositivo. Assim, em nossa proposta, a simulação do atropelamento contempla a questão de um confronto dos participantes com informações e circunstâncias que demandam reflexões e análises, envolvendo, inclusive, à medida que os alunos desenvolviam as suas ações, “o processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes” (SASSERON, 2011, p. 17).

O segundo desafio consistiu em escolher, na situação pensada, uma função para o dispositivo mecatrônico, ou seja, ele seria uma sinaleira, um radar, um veículo? Diante das nossas exigências diante das características do dispositivo mecatrônico que seria utilizado (ser constituído por materiais de fácil aquisição, fácil montagem, e programação simples⁵); entendemos que um veículo mecatrônico (Figura 1), ou seja, o DME, seria uma opção viável.

O título desse trabalho, a priori, pode condicionar o leitor a entender que os termos, conhecimentos e conceitos da Física, estejam diretamente relacionados com os dispositivos mecatrônicos. Mesmo que, durante a montagem e uso dos DME, tais conhecimentos sejam aflorados entre os sujeitos envolvidos – de certo que é uma excelente oportunidade para o professor ampliar essas discussões, enriquecendo e proporcionando condições de aprendizagem - neste trabalho, voltamos nossos olhares para a simulação pensada, contemplando, dessa forma, o *primeiro eixo* proposto por Sasseron. Ou seja, a simulação escolhida demanda que o aluno tenha condições de: entender os conceitos físicos básicos e sugerir relações entre as variáveis identificadas.

Observa-se que é possível elaborar e planejar aulas que tenham pretensão de promover a AC sem que, necessariamente, contemple os três *eixos estruturantes*. Mesmo assim, em nossa proposta, pensamos em atender às exigências do *terceiro eixo* trazendo, no momento da realização das ações, informações inerentes ao problema apresentado: Como evitar o atropelamento?

⁵ O termo programação refere-se um conjunto de regras sintáticas e semânticas para definir um programa de computador. Nesse caso, programação simples refere-se a um programa pequeno e de fácil discussão.

lamento do pedestre? As possibilidades de escolha do pedestre (Figura 4) e a apresentação de informações de jornais sobre o elevado índice de acidentes no trânsito, seja a nível mundial e nacional, proporcionaram condições adequadas para que o aluno estabeleça relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

No sentido de promover o uso de DME em atividades experimentais investigativas, e diante do problema experimental já estabelecido, o próximo passo foi sistematizar a intervenção de forma a cumprir com pré-requisitos de um Ensino voltado para a AC que, para o nosso caso, o uso dos DME pudesse ser potencializado. Por esse motivo levamos em consideração a proposta de sequência didática de Carvalho (2010), compreendida pelas cinco etapas, no sentido de não somente ampliar as possibilidades do uso desses dispositivos, mas principalmente por garantir aos alunos a participação da construção do conhecimento considerando que atualmente há maior acessibilidade a essas novas tecnologias.

A análise dos dados provenientes da intervenção didática na qual se fez o uso dos DME como as falas, as ilustrações, os vídeos e os textos produzidos pelos alunos, permitiu que identificássemos os *indicadores da Alfabetização Científica* (SASSERON, 2008; 2010), e que discutiremos com maiores detalhes posteriormente em artigo específico. No entanto, nos remetemos a esses resultados para firmar o reconhecimento de que os *eixos estruturantes*, juntamente com as cinco etapas propostas por Carvalho (2011), trouxeram notáveis contribuições para o Ensino de Ciências, seja pelo fato de agregar possibilidades de uso dos DME no ensino de Física contemporâneo, perpassando pela simples operacionalização desses dispositivos de forma a garantir que o aluno perceba a importância do conhecimento científico para a sociedade e, simultaneamente, a importância da ciência para sua formação; seja por ampliar as possibilidades de uso, já que se adequou às exigências que condizem com as atividades experimentais investigativas aos moldes da AC.

Assim, não somente os conhecimentos científicos podem ser compreendidos e associados às situações cotidianas, como também a compreensão de que a Física se constitui como uma Ciência “Viva”, ou seja, “um corpo de conhecimentos em constantes transformações” (SASSERON, 2010, p. 17). Além disso, é preciso ainda considerar a importância de que o aluno possa construir, principalmente por cooperação, suas convicções científicas sobre um fenômeno ou um problema. Por fim, é necessário tecer considerações sobre a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

Referências

ALIMISIS, D. **Educational robotics: Open questions and new challenges.** *Themes in Science & Technology Education*, v. 6, n. 1, p. 63-71, 2013.

ARAÚJO, A. V. P. R. de. **Uma proposta de metodologia para o ensino de Física usando robótica de baixíssimo custo.** 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Automação e Sistemas;

Engenharia de Computação; Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

AROCA, R. V. **Plataforma Robótica de Baixíssimo Custo para Robótica Educacional**. 2012. 132 f. Tese (Doutorado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

ARDUINO. Versão 1.0.6 windows. Disponível em: <<http://arduino.cc/>>. Acesso em: fev. 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte III. Secretária de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. **PCN+ ENSINO MÉDIO: ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS COMPLEMENTARES AOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS**. Brasília: Ministério da Educação/Semtec, 2002.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Física**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

CABRAL, C. P. **Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação da UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

CÉSAR, D. R. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia.

FRANCISCO JÚNIOR, N. M.; VASQUES, C. K.; FRANCISCO, T. H. A. Robótica educacional e a produção científica na base de dados da CAPES. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)**, v. 4, Julio 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 39 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004. 184 p.

MENDONÇA, M. K.; JANUÁRIO, M. M. O uso da mecatrônica como ferramenta na aprendizagem dos conteúdos de física. 2010. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1875-8.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2015.

ORTOLAN, I. T. **Robótica educacional: uma experiência construtiva**. 2003, 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Florianópolis, SC.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os parâmetros curriculares na formação inicial dos professores das Ciências da Natureza e Matemática do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, p. 339-355, 2007.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 58, n. 2, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16 n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 1-28 p.

_____. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado) - USP, São Paulo.

SCHIVANI, M. **Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático**: o caso da robótica educacional. 2014. 220 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHIVANI, M.; BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Aplicações da robótica no ensino de física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. **Revista de Educación de las Ciencias**, Bogota, v. 14, p. 32-36, 2013.

SICILIANO, B.; KHATIB, O. (Eds). **Handbook of Robotics** - Springer (Malestrom). Springer, pp. 1-1628, 2008.

SILVA, A. A. R. S. **Robótica e Educação: uma possibilidade de inserção sócio-digital**. 2010. 120 p. Dissertação (Centro de Ciências Sociais e Aplicadas) - URFN, Natal, RN.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#).