



Uma proposta inclusiva: o uso do Arduino no ensino de Física para alunos com necessidades especiais¹

Fernando Carlos Rodrigues Pinto

*Mestrando no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física na Unesp, Presidente Prudente, SP
ferik09@yahoo.com.br*

Érika Aparecida Navarro Rodrigues

*Mestranda no Programa de Pós-graduação em Educação na Unesp, Presidente Prudente, SP
erikaro3@hotmail.com.br*

RESUMO

A educação do século XXI tem o processo de inclusão escolar como grande desafio. A estruturação da prática pedagógica é, portanto, indispensável, para atender às necessidades de todos os alunos. Desenvolver o Currículo de Física da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, em uma sala regular de Ensino Médio, com Estudantes Público-Alvo da Educação Especial (EPAEE), exige dos professores a utilização não só de diferentes recursos, mas também de um conjunto de estratégias metodológicas de ensino adequadas, a fim de promover a aprendizagem com equidade e acessibilidade. Para isso, os conteúdos de mecânica dos movimentos para a segunda série do Ensino Médio de uma escola pública foram adaptados, usando a plataforma Arduino, bem como materiais foram criados, com o intuito de incluir o estudante no ambiente social e tecnológico, e de favorecer o desenvolvimento das competências e habilidades referentes a esses conteúdos.

Palavras-chave: Arduino. Ensino de Física. Adaptações Curriculares.

An inclusive proposal: the use of Arduino in Physics teaching for students with special needs

ABSTRACT

Education in the 21st century has the process of school inclusion as a great challenge. The structuring of pedagogical practices is, though, indispensable, in order to meet the needs of all students. To develop the Physics Curriculum of São Paulo State's Education Department, in a regular high school classroom with Special Education Target Audience Students (EPAEE), teachers are required to use not only different resources, but also teaching methodological strategies in order to promote learning with equity and accessibility. With this in mind, contents of movement mechanics applied for high school second year in a public institution were adapted by means of the Arduino platform as well as materials were created in order to include the student in the social and technological environment and favor the development of skills and abilities related to those contents.

Keywords: Arduino. Physics Teaching. Curriculum Adaptations.

1 Introdução

Quando refletimos sobre a escola, é possível perceber que, ao longo do tempo, ela constituiu um espaço de múltiplas práticas, com múltiplas determinações e sob múltiplas formas de controle. Essas circunstâncias, segundo [Cortella \(2014, p. 13\)](#), provocam no docente um estado de cautela, levando-o a apresentar certa resistência à promoção de novas práticas pedagógicas. Porém, com o advento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), os ambientes escolares têm se tornado cada vez mais ricos em possibilidades de flexibilização das técnicas educacionais, o que, a partir de um referencial sólido, permite a inserção de novas práticas pedagógicas, principalmente aquelas referentes à Educação Inclusiva, cujo objetivo é criar meios de promover a equidade entre os sujeitos, minimizando as diferenças culturais, sociais, raciais, físicas ou intelectuais, de forma a garantir o acesso de todos ao conhecimento e sua participação na vida comunitária, enfim, um futuro coletivo melhor para humanidade.

Este artigo tem por objetivo discutir os resultados alcançados a partir do desenvolvimento de estratégias diferenciadas no ensino regular de Física, utilizando métodos e materiais adaptados, conforme as necessidades de um estudante diagnosticado com deficiência física/lesão cerebral.

2 Desenvolvimento

Os mecanismos de equidade no contexto escolar podem ser expressos por meio das adaptações curriculares. Segundo [Leite \(2008, p. 8\)](#), essas adaptações são um conjunto de ações determinadas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9.394/1996) e pelo Plano Nacional de Educação, entre elas a que confere à escola o dever de mobilizar esforços e providenciar recursos necessários que garantam o acesso e a permanência de todos os alunos, promovendo um ensino que respeite as especificidades de aprendizagem de cada um.

A política de inclusão dos alunos que apresentam necessidades educacionais especiais na rede regular de ensino não consiste apenas na permanência física desses alunos junto aos demais educandos, mas representa a ousadia em rever concepções e paradigmas, bem como desenvolver potencial dessas pessoas respeitando suas diferenças e atendendo suas necessidades. ([BRASIL, 2001, p. 28](#))

Na perspectiva de alcançar um ensino inclusivo, foi elaborada uma sequência de atividades para a classe onde havia um Estudante Público-Alvo da Educação Especial (EPAEE). O processo aconteceu com alterações e/ou modificações no procedimento educacional para o ensino de Física na segunda série do Ensino Médio. O conteúdo curricular trabalhado foi o de mecânica dos movimentos, conforme proposto pela Secretaria Estadual de Educação (SEE). Os objetivos das atividades foram alinhados aos níveis propostos por [Sassaki \(2003\)](#) apud [Leite \(2008, p. 10\)](#), os quais pressupõem as seguintes iniciativas:

- arquitetônica (eliminação ou desobstrução de barreiras ambientais);
- atitudinal (prevenção e eliminação de preconceitos, estereótipos, estigmas e quaisquer discriminações);
- comunicacional (adequação de código e sinais);
- metodológica (adequação e flexibilização de técnicas e teorias, abordagens e métodos pedagógicos);
- instrumental (adaptação de aparelhos, materiais, recursos e equipamentos pedagógicos).

O planejamento e o desenvolvimento metodológico do processo de ensino e aprendizagem foram articulados conforme o conceito de sequências didáticas, definido por Zabala (1998) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” ([ZABALA, 1998, p. 18](#)).

A organização das atividades visa a que todas as etapas do processo de ensino e aprendizagem sejam coordenadas entre si, de modo a torná-lo mais eficiente e eficaz dentro da sala de aula, a fim de atingir o objetivo comum. Sua base epistemológica está apoiada na teoria construtivista de Ausubel e no

processo de aquisição do conhecimento definido como aprendizagem significativa. Para Moreira (2000),

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. ([MOREIRA, 2000, p. 3](#)).

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel leva em consideração os conhecimentos prévios que o indivíduo tem, os quais denomina subsunçores, considerados como ancoradouros para as novas informações, até que estas adquiram novos significados e se transformem em novo conhecimento. Segundo a teoria ausubeliana, para que a aprendizagem seja significativa, também é fundamental que o indivíduo seja exposto a um material potencialmente significativo, ou seja, relacionável ou incorporável à sua estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não-litera. Porém, também é necessário que o aprendiz se predisponha a aprender, ou seja, queira se relacionar com o novo objeto de conhecimento.

Esta condição implica o fato de que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). ([MOREIRA, 1999, p. 23](#)).

Para as atividades em questão, foi planejado o uso das TDIC como material potencialmente significativo, principalmente o Arduino, o qual pode ser assim considerado devido tanto à sua facilidade de manipulação, quanto ao fato de a coleta de dados ser muito próxima à dos dispositivos tecnológicos móveis usados pelos alunos em seu acesso ao mundo digital.

O Arduino é uma plataforma livre de *hardware* e *software*, baseada em um microcontrolador de código aberto. Surgida em 2005, na Itália, essa tecnologia, que possibilita a montagem de uma série de experimentos, principalmente no âmbito da Física, permite que seus usuários, mesmo tendo

pouco domínio de programação, consigam realizar tarefas relativamente complicadas.

Quando conectado a um computador via USB, o Arduino pode fazer leitura e controle de sinais analógicos e digitais, o que torna possível acoplar a ele diversos tipos de sensores, motores e outros equipamentos por meio de circuitos elétricos simples. A flexibilidade dessa plataforma e o seu baixo custo de aquisição favorecem a organização e a execução de experimentos de Física. De acordo com [Santos \(2014, p. 13\)](#),

Apesar de ainda ser uma ferramenta pouco explorada no campo educacional, as vantagens e benefícios do Arduino no ensino de Física, quando usado em conjunto com as atividades de laboratório, têm se mostrado muito promissoras (Souza et al., 2011). Pois essa ferramenta possibilita que o estudante, ao coletar e analisar os dados no desenvolvimento dos experimentos compreenda os conceitos e interprete fórmulas associadas a fenômenos físicos concretos e apresentados de forma contextualizada, podendo promover a uma aprendizagem significativa. Aliado a tudo isso, também é possível apresentar aos estudantes o universo da lógica da programação, permitindo-lhes um maior domínio da tecnologia.

Para facilitar o entendimento da linguagem de programação do Arduino pelos alunos e, principalmente, a interface entre usuário e computador, foi usado o software chamado *Scratch for Arduino (S4A)*. Criado no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, aplica linguagem iconográfica para crianças, com a finalidade de ajudar a desenvolver o raciocínio lógico matemático. Segundo [Balaton et al. \(2016, p. 28\)](#) o Scratch

[...] utiliza interface gráfica e módulos de programação em blocos o que o torna muito fácil e intuitivo. Para “programar” basta encaixar os blocos como um brinquedo de montar, quebra cabeças, dentro de uma estrutura lógica. Os blocos são separados por cores de acordo com suas funções e para cada função temos uma série de comandos que podem ser agrupados livremente caso se encaixem.

Com o S4A, foi possível desenvolver simulação computacional simples de movimento unidimensional, em que todos os alunos, principalmente aquele com necessidades especiais, conseguissem interagir com a situação.

2.2 Referencial Metodológico

A metodologia da atividade teve como base as etapas propostas por [Zabala \(1998\)](#):

1ª Etapa - Planejamento e construção de materiais: o professor de Física construiu suportes, adequações, ligações entre periférico e Arduino e a simulação computacional. Foi criado material para a interação dos alunos, sobretudo para o EPAEE. Foram realizadas adaptações nos suportes para as placas de Arduino e no sensor periférico de movimento (*joystick*) e suas respectivas ligações. Como o EPAEE tem limitações motoras, foram colados materiais antiderrapantes na base inferior dos suportes, a fim de tornar estável o uso desse aparato.

A interface de simulação computacional foi construída com o *software* S4A e constituída de: cenário urbano, imagem de carrinho que se desloca quando o usuário interage com o *joystick*, marco zero, trajetória retilínea, marcadores de distância e de velocidade, deslocamento vetorial, sinalizadores audiovisuais de metas a serem atingidas dentro da atividade.

2ª Etapa - Início da sequência didática na sala de aula, com exposição do conteúdo a ser estudado e das competências e habilidades a serem desenvolvidas. Os conteúdos apresentados para os alunos foram: características comuns e formas de sistematizar os movimentos segundo trajetórias, variações de velocidade etc.; estimativas e escolha de procedimentos adequados para a realização de medidas. A partir desses conteúdos, pretendia-se que os alunos adquirissem competências e habilidades em descrever e comparar características físicas, assim como parâmetros de movimentos de veículos e outros objetos em diferentes linguagens e formas de representação.

3ª Etapa - Contextualização e levantamento dos conhecimentos prévios. Nesta etapa foi realizada a contextualização expositiva referente a uma situação problema envolvendo os conteúdos a serem estudados. Foram levantados os conhecimentos prévios e as hipóteses dos alunos; para o EPAEE, o questionamento se deu sob a forma maiêutica socrática,

promovendo sua interação com os demais através de situações do seu cotidiano, como pontos de saída e de chegada em seu trajeto até a escola, velocidade, valores de distâncias e de deslocamentos. Nesse momento, o aluno demonstrou ter dificuldade em diferenciar os termos usados (deslocamento e distância).

Após o levantamento dos conhecimentos prévios e das hipóteses, foi exposta uma nova situação problema, e os alunos foram indagados se distância e deslocamento tinham o mesmo significado. Assim, a partir de uma exposição dialogada, tendo como referência o cotidiano dos alunos, foi desenhado na lousa trajeto entre duas cidades vizinhas conhecidas e, para análise desse trajeto, usou-se um plano cartesiano. Foram levantadas mais hipóteses quanto a distâncias e deslocamentos, agora com unidade de medida em quilômetros.

4ª Etapa - Esquematização dos contextos apresentados: tratamento da informação com o detalhamento dos caminhos possíveis para atingir o mesmo fim na resolução da situação problema. O objetivo foi trabalhar a diversidade e a multiplicidade das questões no ambiente escolar, especialmente com o EPAEE. Nesta etapa, foi importante a parceria com a professora do Apoio Pedagógico Especializado (APE), mediadora que acompanha o aluno nas aulas. Ela interpretou as respostas dadas pelo aluno, facilitando a comunicação entre os pares.

5ª Etapa - Manipulação do aparato da experiência física: disponibilização, primeiramente para o EPAEE, da simulação computacional (Fotografia 1) sobre distância e deslocamento. Para tal, foi utilizado computador portátil onde estava instalado o *software* S4A e acoplado o Arduino em conjunto com o *joystick*. Dessa forma, mesmo com suas dificuldades motoras, o aluno conseguiu realizar muito bem a movimentação do carrinho pela tela do computador.



Fotografia 1 – Interface de simulação computacional
Fonte: Autores (2017).

Quando questionado pelo professor sobre os conceitos de distância e deslocamento, respondeu oralmente, de forma positiva, de acordo com as competências e habilidades propostas na situação de aprendizagem. Demonstrou dúvida apenas quanto à classificação do deslocamento e a velocidades positivas e negativas. Logo após, os demais alunos também puderam realizar a experiência usando o aparato tecnológico e tiveram acesso à linguagem de programação do S4A.

6ª Etapa - Sistematização: organização dos conceitos desenvolvidos no processo de resolução da situação problema. Tendo todos realizado a experiência, foram sistematizados, na lousa, os conceitos de distância, deslocamento e velocidade vetorial, fazendo comparação entre os conhecimentos prévios, a experiência prática e os novos conceitos físicos estudados.

7ª Etapa - Vivência do conhecimento: generalização dos conteúdos aprendidos através de sua aplicação em situações do cotidiano. Nesta etapa, foram expostas, oralmente, mais situações problemas, e os alunos foram instigados a usar aquilo que aprenderam, com o intuito de solucioná-las. Para o EPAEE, foram feitas as mesmas questões do início

da aula: pontos de saída e chegada no percurso até a escola, distância e deslocamento. Dessa vez, conseguiu determinar os conceitos físicos com poucos desvios de teoria, demonstrando sensível sedimentação dos conhecimentos, baseados na simulação computacional intermediada com o Arduino.

8ª Etapa - Avaliação formativa: os estudantes foram avaliados desde o início da sequência didática até a aplicação do conhecimento em situações problemas. Durante o processo de realização das atividades, a avaliação aconteceu em dois níveis distintos: foram consideradas a participação e a interação dos alunos frente aos questionamentos, bem como a transposição do conhecimento construído na resolução de diversos problemas do cotidiano, prevendo o padrão físico em outros movimentos.

2.3 Discussão de Resultados

Foi possível perceber, na adaptação curricular realizada, os seguintes aspectos:

- a busca por recursos pedagógicos acessíveis e atividades direcionadas criou um ambiente Construcionista, Contextualizado e Significativo (CCS), conforme definido por [Schlünzen \(2000\)](#). As mudanças arquitetônicas e atitudinais na interação em sala de aula foram de extrema importância, pois privilegiaram o desenvolvimento do aluno de inclusão fazendo-o sair de situação passiva para situação proativa;
- a aplicação das metodologias inclusivas, através das TDIC, permitiu administrar melhor a diversidade dentro do ambiente escolar, o que foi evidenciado pela manifestação da variedade de atitudes desenvolvidas pelos alunos. O EPAEE conseguiu expor suas ideias, valores e opiniões sobre o assunto da aula, favorecendo assim a equidade;
- a comunicação entre os atores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (professor e alunos) foi potencializada, pois o

professor desempenhou o papel de mediador e os alunos, de protagonistas do seu conhecimento. Nessa dialógica, os laços afetivos e de empatia puderam ser estreitados, fazendo que tanto estes como aquele aprendessem em conjunto;

- as adaptações de materiais para a prática pedagógica proporcionaram maior aproximação da tecnologia usual do dia a dia com o saber científico formal; para o estudante com necessidades especiais, foi uma oportunidade de acessibilidade e equidade;
- a avaliação tornou-se mais igualitária, pois, em face das várias possibilidades de situações avaliativas, foi possível diagnosticar as múltiplas inteligências no ambiente de sala de aula.

Quanto aos questionamentos feitos aos alunos, os resultados foram mais sensíveis em relação ao EPAEE, conforme demonstram as respostas orais apresentadas às três questões iniciais: existe diferença entre distância e deslocamento? O que é distância? O que é deslocamento? Definiu distância como “todo o caminho”, conceito que, diante de suas limitações, está correto, pois era esperado que entendesse distância como a grandeza escalar do movimento, sem levar em consideração a direção desse movimento. Quanto a deslocamento, o aluno percebeu a diferença entre o ponto final e o ponto inicial da trajetória, e conseguiu também observar o zero cartesiano. Não conseguiu, contudo, distinguir a representatividade dos sinais que acompanham os valores dos vetores que indicavam os movimentos.

Em suma, quanto à primeira questão, demonstrou entender com clareza a diferença entre as variáveis. Em relação à segunda questão, como já havia respondido que era a “distância total”, foi indagado se, no caso de o carrinho bater no final do caminho e voltar, haveria acréscimo ou subtração do total. Respondeu que haveria soma. Para responder a terceira questão, o aluno, com o apoio dos estímulos audiovisuais, logo percebeu o zero deslocamento ou zero cartesiano, pois quando o carrinho passava pelo ponto zero do trajeto era emitida mensagem visual e sonora que dizia “Parabéns! Você chegou ao seu destino!”. Em seguida, observou que quando o carrinho passava pelo zero no sentido da esquerda para a direita, o deslocamento aumentava e, no sentido

oposto, diminuía. No entanto, não conseguiu determinar a posição vetorial do carrinho.

Quantitativamente, portanto, o aluno acertou cerca de 80% das perguntas que lhe foram feitas, o que demonstra que a adaptação curricular realizada conseguiu cumprir seus objetivos e proporcionar aprendizagem significativa.

3 Conclusão

Os resultados esperados após o desenvolvimento da sequência de atividades com finalidade inclusiva foram alcançados: com alto grau de receptividade e de participação, principalmente o EPAEE, que participou de forma ativa e expôs sua devolutiva por diversas vezes de maneira precisa, os alunos conseguiram descrever e comparar características físicas e parâmetros de movimentos. Desenvolveram a capacidade de articular as diferentes linguagens e formas na representação científica, e suas devolutivas, durante o processo, mostraram a descrição assertiva dos processos físicos nas situações cotidianas.

Com a execução da experiência desafiadora aqui descrita, foi possível atender as necessidades específicas do EPAEE, respeitando seu ritmo e estilo de aprendizagem e, ainda, promover condições de acesso ao ensino regular, conforme as perspectivas da Educação Inclusiva.

Referências

ARDUINO. 2017. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>>. Acesso em: 18 out. 2017.

[BALATON](#), M.; CAVALCANTE, M. A.; TEIXEIRA, A. C. O estudo das cores com Arduino Scratch e Tracker. *Física na Escola*, São Paulo. v. 14, n. 1, p. 27-33, mai. 2016.

[BRASIL](#). Ministério da Educação. *Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica*. Brasília: Secretaria de Educação Especial-MEC/SEESP, 2001. Disponível em: <<https://goo.gl/2o5Kus>>. Acesso em: 6 out. 2017.

[CORTELLA, M. S.](#) *Educação, escola e docência: novos tempos, novas atitudes*. São Paulo: Cortez, 2014.

[SASSAKI](#), R. A educação inclusiva e os obstáculos a serem transpostos. [fevereiro, 2003]. Entrevistadora: Maria Alice Bicudo Soares. *Jornal dos Professores*, São Paulo, n. 343, fevereiro, 2003. p. 15. Disponível em: <<https://goo.gl/s6zyyf>>. Acesso em: 18 out. 2017.

[LEITE, L. P.](#) Práticas educativas: adaptações curriculares. In: SILVA, Aline Maira da; CAPELLINI, Vera Lúcia Messias Fialho (Org.). *Práticas em educação especial e inclusiva na área da deficiência mental*. Bauru: MEC/FC/SEE, 2008. 12 v.

[MOREIRA](#), M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*. Atas do Terceiro Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Lisboa, 2000.

[MOREIRA](#), M. A. *Aprendizagem Significativa*. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1999.

[SANTOS](#), E. M. F. *Arduino: Uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de Física no Ensino Médio*. 2014. 192 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

[SCHULÜZEN](#), E. T. M. *Mudanças nas Práticas Pedagógicas do Professor: Criando um Ambiente Construcionista, Contextualizado e Significativo para Crianças com Necessidades Especiais Físicas*. 2000. 212 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2000. Acesso restrito. Disponível em: <<https://goo.gl/UvjZeH>>. Acesso em: 18 out. 2017.

[ZABALA](#), A. *A prática educativa: como ensinar*. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Bibliografia consultada

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, dez. 1996. Disponível em: <<http://goo.gl/3YQoF>>. Acesso em: 18 out. 2017.

Recebido em 30 de junho de 2017

Aprovado em 17 de julho de 2017

Para citar e referenciar este artigo:

PINTO, Fernando Carlos Rodrigues; RODRIGUES, Érika Aparecida Navarro. Uma proposta inclusiva: o uso do Arduino no ensino de Física para alunos com necessidades especiais. *Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp*, São Paulo, v. 3, n. 1, p.35-48, 2017. ISSN 2525-3476.

Nota de fim de página

¹ Este artigo é resultado de trabalho selecionado e premiado no 6º Simpósio de Educação Inclusiva e Adaptações ([SEIA](#)) e no 4º Simpósio Internacional de Educação a Distância (SIEaD) enquanto trabalho acadêmico inscrito no eixo Educação Inclusiva. O evento foi realizado na Unesp, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, de 21 a 24 de maio de 2017. A realização do evento foi do Centro de Promoção para a Inclusão Digital, Educacional e Social (Cpides), do Núcleo de Educação a Distância (NEaD/Unesp) e da própria Unesp.