

O USO DO ARDUINO COM O CICLO DE MODELAGENS: UMA PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA¹

Wilian Kamada²

Mestrando/IFSP

Professor/COM

Astrogildo de Carvalho Junqueira³

Doutor/USP

Professor/IFSP

RESUMO

Na busca de novas ferramentas pedagógicas para o Ensino de Física, este artigo abordará o uso didático da Plataforma Eletrônica Arduino: definida como uma placa de prototipagem de livre programação e instrumento instantâneo de coletas de dados. De caráter qualitativo, esta pesquisa foi uma pesquisa-ação com alunos do segundo ano do Ensino Médio. Para dar um papel de destaque ao aluno e colocá-lo ativo no seu processo de aprendizagem foi utilizada a metodologia de ciclos de modelagens proposto por David Hestenes (1996). Procurou-se verificar se o Arduino, como plataforma tecnológica educacional, possibilita e permite a aprendizagem significativa segundo Ausubel, que considera a aprendizagem a partir do conhecimento prévio dos alunos e que as novas informações estejam associadas com as anteriores para que sejam incorporadas na estrutura cognitiva do aluno. Em sala de aula, paralelamente com o conteúdo de Termologia e Eletricidade, foi introduzido o Arduino, e grupos de três a cinco alunos desenvolveram modelos com a placa. Os ciclos se basearam na construção de um modelo para um problema exposto pelo professor referente ao conteúdo do planejamento escolar, separados por fases, que serão explicadas ao longo do texto. Houve total envolvimento e participação dos alunos, buscando-se desenvolver diversas habilidades e conceitos físicos.

Palavras-chave: Arduino. Ensino. Física. Modelagem.

Introdução

Seguimos diante de uma complexa situação de ensino e aprendizagem em Física no Ensino Médio, em que os alunos se apresentam passivos, desmotivados e desinteressados. Parte dessas causas acreditamos ter surgido por conta da falta de experimentação, isto é, a prática e o laboratório experimental são práticas pouco praticadas em sala de aula durante o ano letivo. Presenciamos também a grande evolução tecnológica na sociedade, mas que ainda encontra certa resistência para ser utilizada com os estudantes no ambiente escolar, e os mesmos ficam deslocados e angustiados diante de novas metodologias que não são aplicadas.

¹ Projeto de Pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

² wiliankamada@gmail.com

³ acajunq@ifsp.edu.br

Para as práticas experimentais em sala de aula existem kits laboratoriais fechados que são comercializados, com todos os componentes, listas de procedimentos e roteiros estruturados, com perguntas prontas e resultados esperados, itens em ordem cronológica a serem seguidos. Entretanto o seu custo monetário é elevado e foge da realidade de diversas escolas que não possuem esse valor para ser investido, além de ser totalmente contrária à experimentação com foco na autonomia do aluno. Como forma de superar o custo e o roteiro fechado, apresentamos a placa Arduino, que é uma plataforma livre de prototipagem, com valor mais acessível e pode ser utilizada em diversos experimentos dependendo do objetivo do professor com o curso ou a classe. O Arduino é uma placa *Open-Source* sob a licença *Creative Commons*.

Encontramos diversas informações e dados na Internet, contudo muitos itens não estão disponíveis para serem usados para divulgação ou até mesmo não podem ser utilizadas em sala de aula sem pagar ou atribuir os direitos autorais. Desta forma, o Arduino é caracterizado como uma plataforma *Open – Source*, ou seja, podemos programar, reprogramar, divulgar, compartilhar, editar e aplicar para fins didáticos e comerciais livremente, sem a preocupação de atribuir os direitos ao autor ou a alguma empresa. A placa pode ser conectada a diversos tipos de sensores, que podem medir pressão, temperatura, ultrassom, além de automatizar todo o processo de coleta de dados. Não há limite de coleta de dados e os dados podem ser analisados em qualquer *software*, como por exemplo em um editor de planilha para compor um gráfico.

A alimentação do Arduino pode ser feita com 5 Volts diretamente da saída USB de um computador. A programação é feita no software IDE (*Integrated Development Enviroment – Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) do Arduino disponível no site: <https://www.arduino.cc>. A linguagem da programação é em C, sendo necessária a compilação das linhas de comando, e posteriormente carregá-las para a placa. O Arduino apresenta saídas analógicas e digitais, podendo ser utilizadas simultaneamente, e é possível a conexão de mais de um sensor.

A metodologia para inserir a tecnologia com a classe do segundo ano do ensino médio foi através da utilização dos ciclos de modelagens propostos por David Hestenes (1996). Este pesquisador é atual professor da Universidade do Arizona nos Estados Unidos, onde continua a realizar pesquisas sobre a modelagem no Ensino de Física e Matemática.

A definição de modelagem utilizada nesta pesquisa segue a mesma linha de raciocínio que a de Pietrocola:

Ao introduzirmos a modelização como objeto do ensino de Física estaremos instrumentalizando os alunos a representarem a realidade a partir das teorias gerais. A preocupação com o contexto de construção do conhecimento científico não deve ser deixado de lado, mas submetido ao objetivo maior da educação científica que é o de assegurar ao indivíduo uma melhor relação com o mundo em que vive. A explicitação e explicação das teorias Físicas como capazes de nos fornecer um quadro da realidade, mesmo que ele seja pintado em diversos estilos diferentes, gera competição (no aspecto positivo do termo) entre as concepções científicas e as concepções alternativas. A possibilidade de comparação e a tomada de decisões sobre qual forma representar a realidade tornará os alunos mais críticos e mais capazes de desfrutar dos *insights* que tem apaixonados cientistas ao longo dos tempos. (PIETROCOLA, 1999, p. 225)

A Física desenvolve modelos e teorias para explicar fenômenos naturais, e permite uma variedade de opções para que a modelagem seja utilizada como metodologia no ensino dessa disciplina. Nesta pesquisa o tema físico escolhido foi sobre termologia: calor, temperatura, calor específico e equilíbrio térmico. Ressaltamos que o educador pode usar essa metodologia em diversos conteúdos de acordo com o planejamento escolar.

A pesquisa aconteceu no Colégio da Polícia Militar, em São Paulo, onde o pesquisador também é professor de física, o que a caracterizou como pesquisa-ação. O colégio é particular, entretanto oferece bolsas parciais e integrais, conforme análise sócio-econômico do setor de filantropia. A escola apresenta ensino infantil e fundamental nos períodos matutino e vespertino, e médio apenas no matutino; há dois laboratórios de informática com cerca de quarenta computadores em cada um.

A nossa proposta envolveu o uso do Arduino; para isso, a escola disponibilizou acesso a computadores e espaço físico para os alunos montarem, elaborarem, debaterem e discutirem os modelos com a sala e o professor desenvolveu o papel como mediador. O segundo ano do ensino médio escolhido tinha trinta e quatro alunos, e eram divididos em grupos de três a cinco alunos conforme a afinidade dos integrantes. Cada aula teve duração de quarenta e cinco minutos, e a disciplina de Física possuía quatro aulas semanais, divididas em setor A e setor B de acordo com o material didático Anglo. Por utilizarmos o sistema apostilado seguimos os mesmos assuntos discutidos no setor A: eletricidade e setor B: termologia.

Os ciclos de modelagens são baseados em dois estágios: o desenvolvimento do modelo e a implementação do modelo, com três fases cada um. Resumidamente, no primeiro estágio e na primeira fase o professor apresentou aos grupos uma questão para ser solucionada, baseada no conteúdo programático do planejamento. Na segunda fase, em grupos, os alunos levantaram hipóteses e elaboraram os modelos, juntamente com a elaboração dos experimentos necessários para testar seus modelos.

Na terceira fase do primeiro estágio, os grupos apresentaram os modelos criados para a sala em quadros brancos, que podiam ser apagados e reescritos ou redesenhados, e poderiam ser questionados e criticados sobre diversos fatores na montagem ou sobre a teoria, para que ao fim estruturassem a versão experimental da montagem do modelo.

O segundo estágio foi a implementação dos modelos, a sua aplicação. Na primeira fase os grupos inicialmente montaram os experimentos, com a obrigatoriedade de usar o Arduino. Na segunda fase os grupos coletaram os dados e anotaram o que ocorreu de errado ou o que poderia ser melhorado.

Na terceira fase do segundo estágio, os grupos puderam refazer os experimentos, e precisavam apresentar para a sala a versão final explicando as características e a validade dos modelos criados. A figura abaixo detalha os estágios e as fases conforme Hestenes (1996) propõe:

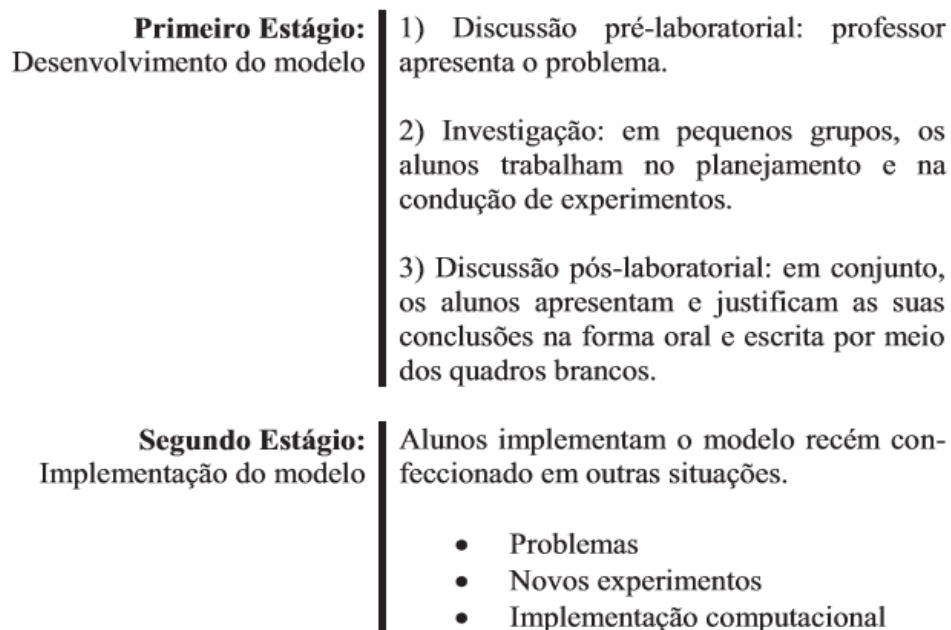


Fig. 1 – Resumo dos estágios e das fases dos ciclos de modelagem propostos por David Hestenes. Fonte: Heidemann, Araujo e Veit (2012).

O referencial teórico utilizado foi baseado na teoria de Ausubel (1963), desenvolvendo e definindo aprendizagem significativa.

Segundo Moreira:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante a estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com sua estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2010, p. 7).

Aprendizagem que considera o conhecimento prévio dos alunos e que as novas informações estejam associadas com as anteriores para que sejam incorporadas na estrutura cognitiva do aluno.

Desenvolvimento dos Ciclos com o Uso do Arduino

Partindo do conhecimento prévio dos alunos obtidos por meio do questionário inicial, utilizamos o questionário diagnóstico inicial e o questionário final. O questionário inicial possuía questões sobre conceitos físicos, o Arduino, a programação, quais tecnologias digitais utilizavam e por quanto tempo as utilizavam. O questionário final serviu para analisar como foi o aprendizado e as opiniões sobre os ciclos de modelagem e a utilização do Arduino. Com relação à coleta de dados além dos questionários, foram utilizados o diário de bordo e as fotografias tiradas pelo pesquisador durante os ciclos de modelagem. Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos e menores de dezoito anos possuímos todos os termos de consentimento e assentimento assinados, e submetidos ao Comitê de Ética e Pesquisa com seu parecer aprovado.

No questionário inicial foi levantado que os alunos apresentavam dificuldades em definir e diferenciar conceitos de terminologia (calor, temperatura, equilíbrio térmico e calor específico); não sabiam o que era e nem sobre o que se tratava o Arduino; não sabiam realizar programação e não conheciam nenhum tipo de componente elétrico ou sensor.

Realizamos inicialmente uma introdução com o Arduino que envolvia: como fazer a montagem com Leds (*light emitting diode* – diodo emissor de luz), alguns sensores (de temperatura – lm35, ultrassom e pressão) e como conectá-los com a placa. Mostramos como era feita a coleta de dados e apresentamos alguns componentes eletrônicos. Para essa introdução utilizamos três aulas.

Em sala de aula, iniciamos os ciclos de modelagens, correspondendo a etapa um e fase um. Apresentamos aos alunos as seguintes questões:

- *Quais eram os fatores que interferiam e influenciavam no equilíbrio térmico entre dois corpos?*

- *Quais eram os fatores que interferiam e influenciavam no resfriamento de um corpo?*

Os alunos, em grupos, discutiram e criaram modelos para justificar as hipóteses levantadas pelas questões. Esses levantamentos e confecções foram feitos em duas aulas. E, em mais uma aula, os grupos apresentaram os modelos para a sala, um grupo de cada vez e aproveitaram para questionar e apontar críticas e dúvidas para os outros grupos durante a apresentação. Neste momento os grupos puderam alterar e/ou recriar os modelos. O professor desempenhou um papel fundamental nos ciclos de modelagem: ao estar mediando as relações dos alunos com a sala e ao alimentar as discussões para fornecer o máximo de informações possíveis e viabilizar seus objetivos da melhor maneira possível.

Na segunda etapa foram utilizadas seis aulas, das quais duas foram para realizar a montagem do experimento, que envolvia também o desenvolvimento da programação, e duas aulas para coletarem os dados referentes ao questionamento inicial do professor e realizarem a confecção dos gráficos no Microsoft Excel. Além dessas, mais duas aulas foram usadas para colocarem e estipularem a validade dos modelos, efetuarem possíveis alterações e finalmente apresentarem o modelo final para a classe e o professor.

Em sala de aula foram constituídos nove grupos, sendo que todos os grupos tinham acesso a uma Placa do Arduino, bem como aos sensores, especificamente o LM35 que foi utilizado por todos os grupos.

Os grupos puderam utilizar qualquer material para fazer essa comparação e construção do modelo, contudo apesar de elaborarem inicialmente modelos diferentes, ao apresentarem para a sala eles os modificaram. Discutiremos os modelos confeccionados pelos grupos.

Modelos

Acreditávamos que cada grupo apresentaria um modelo confeccionado diferente dos demais, contudo os grupos acabavam editando os próprios modelos quando o primeiro grupo se apresentava para a sala. Eles achavam que o modelo elaborado por eles estava errado porque estava divergente do que foi apresentado pelo primeiro grupo. E por ventura, ao final, acabavam construindo modelos bem parecidos por acharem que o primeiro estava certo. Destacamos a eles que não existia a construção de um modelo

correto e os restantes incorretos, mas o que precisava ser feito e estipulado era a validade, até onde o modelo elaborado poderia ser usado e em quais condições se encaixava.

As atividades dos ciclos não entravam na composição da nota e média bimestral, e a participação do estudante nelas era livre sem nenhum prejuízo na nota ou na relação professor-aluno. Mesmo sem compor nota, todos os estudantes participaram e trouxeram os termos assinados. As fotografias durante os ciclos também eram apenas para divulgação do estudo e para análise do pesquisador, e apenas eram fotografados os que queriam e se sentiam confortáveis.

Dos nove grupos, e assim nove modelos, todos utilizaram como material para verificar o equilíbrio térmico um pedaço de gelo com aproximadamente vinte gramas e trinta mililitros de água líquida. Eles desenvolveram a programação com a ajuda de bibliotecas embutidas, e utilizaram o sensor LM-35 para monitorar a temperatura até o derretimento total do gelo. Cada grupo estipulou um intervalo de tempo para coleta de dados, e do IDE transferiu-os para o Excel e montaram um gráfico.

Após as análises dos dados e construção dos gráficos, os grupos discutiram os erros de montagem, de coleta e na confecção do modelo, as controvérsias conforme as previsões do que aconteceria e o que ocorreu. Pensaram e anotaram o que poderia ser mudado ou poderia ter sido feito diferente. E finalmente, apresentaram para a turma e para o professor pesquisador as suas conclusões e o modelo final com a validade.

Depois dos ciclos terminados, os estudantes preencheram o questionário final, com perguntas sobre a metodologia, sobre o Arduino e sobre conceitos físicos. As respostas eram livres e eram justamente para compreender a fala do estudante que vivenciou os ciclos de modelagens.

Considerações Parciais

Trata-se de uma pesquisa de um Mestrado Profissional em Ensino, já passamos pela qualificação, mas os dados não foram totalmente analisados e categorizados. Será utilizado a análise de conteúdo de Bardin (2011), que está em desenvolvimento. Iremos apontar aqui algumas considerações em relação ao trabalho.

Houve total participação dos alunos em relação a montagem e elaboração dos modelos, e todos os grupos entregaram os modelos solicitados, bem como participaram das discussões. Em relação ao questionário final os alunos conseguiram conceituar termos físicos que erraram no questionário inicial, conseguiram compreender o uso e aplicação do Arduino e aprovaram a sua prática em sala de aula.

Ocorreu a criação de um grupo composto pelos alunos do segundo ano que utilizaram o Arduino, motores e seus sensores para desenvolver um robô que recolhe lixo dentro do tema sustentabilidade do planeta. Apesar de não ter havido um longo tempo de aplicação do Arduino, foi suficiente para despertar o interesse dos integrantes e desenvolver melhor sua autonomia para que fossem capazes de criar o projeto utilizando o Arduino.

Buscamos desenvolver as seguintes habilidades com os alunos: utilizar conhecimentos prévios, formular questões, elaborar argumentos e o incorporar em sua fala, pesquisar e realizar buscas na literatura existente, levantamento de hipóteses, produzir modelos, estabelecer comunicação entre os integrantes e o restante da sala, formular experimentos, planejar e limitar a veracidade do modelo.

O Arduino oferece diversos pontos positivos: associar a teoria com a prática; usar a tecnologia digital em sala de aula; mostrar que os estudantes possuem facilidade em seu uso e de superação de obstáculos; coleta automatizada e tratamento instantâneo de dados.

Contudo temos pontos negativos também: precisa-se de um maior tempo de preparo e elaboração das atividades para o professor; exige que o professor tenha conhecimentos básicos do Arduino, que tenha acesso a computadores e material (placa, sensores e internet) disponível. Destacamos que o material tem um custo monetário, mas é um dos menores no mercado e pode facilmente ser utilizado em uma escola, sem distinção se é pública ou particular, se é ensino técnico ou apenas ensino médio.

Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Brasil. São Paulo, SP, 2011.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Ciclos de Modelagem: Uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.29, N. Especial 2, pág. 965 – 1007. 2012.

HESTENES, David. **Modeling Methodology for Physics Teachers**. In: International Conference on Undergraduate Physics Education. College Park, United States, pág. 935-958, 1996.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa**. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre, RS, pág. 1 a 27, abr 2010.

PIETROCOLA, Maurício. **Construção e Realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o ensino de ciências através dos modelos**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 3, pág. 213 – 227, set 1999.

MODELING CYCLES: PHYSICS TEACHING RESEARCH

ABSTRACT

Facing the research for new ways to Physics Teaching, this article will contain the Arduino didactic uses, which is open-source prototyping platform and instantaneous instrument for collecting data. Qualitative and action research for second's student high school year. Fixing in the center and put active the students, we have chosen the David's Hestenes modeling cycles, aim to check the potential of Arduino as a digital didactics platform, allows the creative and meaningful learning according Ausubel, that considered the students' previous knowledge and news information was associated with the prior, to be incorporated in the cognitive process. At the same time in the classroom, the subjects of Thermology and Electricity had been introduced the Arduino in three or five people per group, to develop the model using the board. The cycles were based on the model construction for a problem proposed by the teacher, relative to the planning teaching, divided by phases, that will be explain on the article. Occurred total participating, ability development and corrected physics concepts.

Keywords: *Arduino. Teaching. Physics. Modeling.*

Enviado em 10/2017.

Aceito em 01/2018.