

## Utilização da robótica educacional para o estudo de resistores não lineares no 9º ano do Ensino Fundamental

Using educational robotics to study nonlinear resistors in 9th grade

Michel Corci Batista

Gilson Junior Schiavon

Janaína de Oliveira Reis Toureiro

**Resumo:** Pensando na melhoria do ensino e nas perspectivas atuais do sistema educacional brasileiro, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial pedagógico de um kit didático para o estudo de resistores não lineares por meio da Robótica Educacional. Os recursos de ensino empregados são de fácil acesso e baixo custo para professores e alunos corroborando com o método do aprendizado significativo relacionados aos conceitos introdutórios de resistores não lineares. As atividades experimentais do kit foram implementadas em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, de uma instituição privada da cidade de Maringá, Estado do Paraná (PR), Brasil. Para a coleta de dados utilizou-se as respostas dadas pelos alunos durante o desenvolvimento das atividades, bem como um diário de campo produzido pelo professor/pesquisador. Os dados foram apresentados e discutidos segundo os pressupostos da pesquisa qualitativa. O resultado obtido mostrou-se positivo no quesito motivacional e rendimento escolar dos alunos, sendo comprovados pelo aumento de interesse e participação coletiva durante a realização das atividades.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Aprendizagem significativa. Arduino. Kit didático.

**Abstract:** Thinking about the improvement of teaching and the current perspectives of the Brazilian educational system, the objective of this work is to develop, implement and evaluate the pedagogical potential of a didactic kit for the study of nonlinear resistors through Educational Robotics. The teaching resources employed are easily accessible and inexpensive for teachers and students corroborating with the meaningful learning method related to introductory concepts of nonlinear resistors. The experimental activities of the kit were implemented in a class of the 9th grade of Elementary School, from a private institution in the city of Maringá, State of Paraná (PR), Brazil. For the data collection the answers given by the students during the development of the activities were used as well as a field diary produced by the teacher/researcher. The data were presented and discussed second the assumptions of the qualitative research. The result obtained was positive in the motivational aspect and scholastic performance of the students, being evidenced by the increase of interest and collective participation during the accomplishment of the activities.

**Keywords:** Teaching Physics. Meaningful learning. Arduino. Didactic kit.

### INTRODUÇÃO

Os anos finais de Ensino Fundamental no Brasil têm apresentado índices alarmantes de reprovação, problemas de desempenho, evasão e abandono escolar repercutindo no Ensino Médio e na componente curricular de Física. Pensando neste cenário, a proposta deste trabalho é desenvolver

e aplicar uma Sequência Didática tendo a Robótica Educacional como uma estratégia de ensino tecnológica explorando pedagogicamente o processo de ensino aprendizagem no 9º ano do Ensino Fundamental na componente curricular de Ciências da Natureza (Ciências).

Hoje em dia para uma fração dos educandos que iniciam o Ensino Médio no Brasil, a Ciência Física é intrigante e motivadora, levantando os alunos a várias dúvidas, rodeadas de curiosidades científicas: “eles chegam motivados para compreender novos horizontes científicos, tendo uma grande expectativa em relação a disciplina de Física” (GOMES, 2017, p. 110).

De acordo com Batista (2009), Moreira (2018), a Componente Curricular de Física, ainda é vista como um obstáculo ao sucesso escolar por grande parte dos alunos, dos pais, dos professores e da sociedade, culminando em frustrações de ensino e aprendizagem. Provocando, assim, um distanciamento entre o entusiasmo inicial dos educandos e a apropriação do conhecimento científico, isto ocorre devido alguns fatores: as relações matemáticas e fórmulas milagrosas, falta de infraestrutura nas escolas, sem laboratórios com materiais específicos, conteúdo do livro didático desconexo da realidade do aluno e sem aplicações tecnológicas (MOREIRA, 2018).

Os autores Rosa & Rosa (2005), defendem que o ensino de Física no Brasil não evoluiu em cem anos de existência e está se afastando dos objetivos primordiais desta ciência enfatizando o preparo dos alunos para os exames vestibulares baseados nos livros didáticos e em muitos cálculos matemáticos de forma decorada.

Hoje, no início do século XXI, mais de “cem anos de história se passaram desde a introdução da Física nas escolas no Brasil, mas sua abordagem continua fortemente identificada com aquela praticada há cem anos: ensino voltado para a transmissão de informações por meio de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos” (ROSA & ROSA, 2005, p. 6).

Ainda segundo os mesmos autores, muitos professores de Física ministram aulas expositivas na forma tradicional, utilizando apenas os recursos básicos de ensino: quadro e giz. Esta metodologia arcaica de ensino transforma os alunos em meros expectadores e passivos. Ricardo & Freire (2007), pesquisaram sobre as concepções dos discentes frente a disciplina de Física e perceberam que muitos alunos não gostam de estudar Física, mas perante a sociedade esta ciência tem grande prestígio. Concluíram que o professor ideal “seria uma pessoa que conseguisse passar para os alunos uma Física mais prática e cotidiana” (aluno do 1º ano) (RICARDO & FREIRE, 2007, p. 7).

Analisando os documentos oficiais que regem a educação brasileira, percebe-se que as propostas buscam dar uma orientação mais uniforme às escolas brasileiras e são um marco ao ensino da Ciências Físicas no Brasil. Tratando-se de “construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2000, p. 1). Garantindo que os jovens estudantes terão competências e habilidades para entender a Física, mesmo após a conclusão do ciclo básico, de forma interdisciplinar e contextualizada ao seu cotidiano. Mais recentemente tivemos aprovada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental, que também visa formar um aluno cidadão crítico, capaz de agir em sociedade.

Infelizmente, o modelo de ensino tradicional ainda está enraizado nas nossas escolas de Ensino Fundamental e Médio,

“Nesse modelo os alunos têm o papel de ouvintes e, na maioria das vezes, os conhecimentos transmitidos pelos professores não são realmente absorvidos por eles, são apenas memorizados por um curto período de tempo e, em geral, esquecidos posteriormente, comprovando a não ocorrência de uma aprendizagem” (BATISTA, 2009, p.44).

Uma possibilidade de mudança no cenário atual do ensino de Ciências e de Física, a fim de proporcionar um ensino menos tradicional está ligada a utilização das tecnologias em sala de aula, mais especificamente a robótica livre, também conhecida como plataforma Arduino. Por isso, este trabalho busca discutir o uso das tecnologias no ensino de Física assumindo uma perspectiva crítica e conectada com os conceitos físicos e a realidade tecnológica dos discentes lançando mão dos recursos disponíveis nas escolas, ou de fácil aquisição, como: os aparelhos eletrônicos, os celulares, os computadores, a plataforma Arduino, os sensores dentre outros.

Atualmente, no meio acadêmico, tem-se discutido e questionado os avanços significativos no processo de ensino e aprendizagem por meio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's). Muitos autores acreditam que as TIC's apresentaram bons resultados de aprendizagem dependendo das situações em que estes recursos tecnológicos forem empregados. Logo, o uso das TIC's, mais precisamente a robótica livre ou hardware livre, podem ajudar os educandos na aquisição de novos conhecimentos significativos, se bem aplicados, buscando explorar o senso crítico dos estudantes.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial pedagógico de um kit didático para o estudo de resistores não lineares por meio da Robótica Educacional. A implementação se deu

por meio de um roteiro de ensino que tem como base a atividade experimental, no contexto da Robótica Educacional, utilizando a plataforma Arduino como forma de melhorar o processo de ensino aprendizagem, a fim de romper com o paradigma do ensino tradicional.

### **Uma introdução a aprendizagem significativa**

O conceito central da Teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2015). Para Ausubel, a aprendizagem torna-se significativa quando uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, a aprendizagem significativa ocorre quando essa nova informação se ancora em conceitos ou preposições relevantes que são preexistentes na estrutura cognitiva do estudante, no qual Ausubel denomina de Subsunoçores, uma espécie de facilitador, ou inseridor para a nova informação transmitida (MOREIRA, 2015).

Corroborando com essa proposta, Moreira (1983), Moreira & Masini (2001) e Moreira (2015), relatam que na disciplina de Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existirem na estrutura cognitiva do aprendiz, eles poderão servir de subsunoçores para novas informações a certos tipos de forças e de campos como o eletromagnético, gravitacional e nuclear. “À medida que a aprendizagem começa a ser significativa esses subsunoçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações” (MOREIRA, 1983, p. 278).

Dessa forma, Ausubel concebe que o armazenamento de informações no cérebro humano é extremamente organizado, formando assim, uma hierarquia conceitual, em que elementos mais específicos de conhecimento são vinculados e assimilados a conceitos mais gerais e inclusivos. Desse modo, podemos entender que a estrutura cognitiva significa, “uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo” (MOREIRA, 2015, p. 161).

Em contraste com a aprendizagem significativa tem-se a aprendizagem mecânica ou automática de conteúdos, que é a mais comum e muito presente na Educação Básica (BRASIL, 2000). A aprendizagem mecânica é “aquela com pouco significado, puramente memorística” (Pilatti, 2016, p. 16). Nesse tipo de aprendizagem não há interação entre a nova informação e aquela armazenada na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, não há aprendizagem substantiva da nova informação, apenas literal. Dessa forma, concordamos com Pilatti (2016, p. 16), quando afirma:

“[...] o esforço necessário para esse tipo de aprendizagem é muito menor, daí, ele ser tão utilizado quando os alunos se preparam para vestibulares e ENEM”.

Para Ausubel (2003) o emprego da aprendizagem mecânica é necessário quando um indivíduo adquire informações em uma área de conhecimento completamente nova para ele, isto é, quando o estudante não apresenta em sua estrutura cognitiva e ideias-âncora que facilitem a conexão entre esta e a nova informação.

Por outro lado, a perspectiva ausubeliana, recomenda a utilização de organizadores prévios (materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido), como forma de servirem de âncora para a nova aprendizagem, levando ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitarão a aquisição de conhecimentos subsequentes.

De acordo com Moreira (2015, p. 163):

[...] o uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. [...] a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

É importante salientar que para a ocorrência da aprendizagem significativa é preciso que o material a ser aprendido seja relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e não literal, “um material com essas características é dito potencialmente significativo” (MOREIRA, 2015, p. 164).

Outra condição a ser evidenciada é a de que o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material a sua estrutura cognitiva, ou seja, “se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos)” (MOREIRA, 2015, p. 164).

Finalizando essa breve introdução à aprendizagem significativa, destacamos que a teoria de David Ausubel aborda a aquisição de conhecimentos com significados, portanto, o fator mais importante e que influencia diretamente na aprendizagem do estudante é aquilo que ele já sabe; assim faz-se necessário identificar o que o aluno já sabe para só então ensinar de forma a dar sentido ou significado aos saberes dos conteúdos ensinados.

## AS TIC'S NO ENSINO DA FÍSICA

A Física constitui-se de uma disciplina com muitos conceitos abstratos que na maioria das vezes são tradados pelos professores apenas por "fórmulas" matemáticas, quase sempre sem significado, apenas para treinar resolver exercícios com fins de concursos vestibulares. É muito comum de acordo com Duminelli (2016), encontrar alunos mencionando sua dificuldade em associar a teoria com a aplicação prática, bem como dizendo que não gostam de Física porque é só matemática.

De acordo com Batista et all. (2009), não se trata de apresentar aos alunos a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência e nem treiná-lo para utilizar expressões matemáticas, mas para que os conceitos físicos transformem-se em uma ferramenta podendo contribuir para a tomada de decisões. Esta perspectiva está em consonância com os documentos oficiais que regem a educação brasileira (BRASIL, 2000).

Cardoso e Colinvaux (2000), enfatizam que o professor deve abandonar a prática de ensino baseada somente na memorização de nomes e fórmulas, e procurar vincular os saberes de conteúdo aos fenômenos do cotidiano do aluno, criando um ambiente de ensino diferente do tradicional, no qual o aluno se perceba participante do processo ensino - aprendizagem (BATISTA, 2015).

Uma possibilidade para atingir essa interação se dá com a utilização das TIC's, uma vez que estão disponíveis e, pedagogicamente, atraem muito mais a atenção dos alunos do que apenas o quadro. As TIC's podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam por meio das funções de hardware, software e telecomunicações, a comunicação dos processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, podemos entender como exemplos de TIC's no ensino: simuladores, softwares educativos e a plataforma Arduino entre outras possibilidades. A plataforma Arduino se constitui como a base de uma das linhas da robótica educacional.

Acreditamos que no contexto das TIC's a robótica educacional pode ser um grande aliado do professor de Física, uma vez que inclui manusear peças de plástico ou metálicas, componentes eletrônicos, motores, sensores, engrenagens, eixos, rodas, materiais de baixo custo e tantos quanto a criatividade puder operar. Atualmente existem muitos esquemas de utilização de sensores no mercado para montagens de experimentos de robótica nas aulas de Ciências e de Física, no entanto apresentam apenas o esquema de montagem eletrônica, ficando a desejar os roteiros de ensino, de como o professor poderia trabalhar didaticamente com tal sensor.

Nosso trabalho se insere numa perspectiva da robótica educacional com a utilização da plataforma Arduino. O mesmo constitui-se de um kit que contém o Arduino, sensores de temperatura, luminosidade e resistores, bem como um roteiro de ensino para a utilização didática do kit.

Acreditamos assim como Duminelli (2016), que criar momentos de aprendizagem fazendo uso destes recursos, propiciam no desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais do aluno, permitindo que os estudantes busquem solucionar os desafios propostos. Ainda de acordo com Duminelli (2016, p. 19):

Esta nova prática trouxe para a educação brasileira uma nova realidade, para o ensino da disciplina de Física e até mesmo para a disciplina específica de robótica que muitos colégios possuem. Neste método o aluno se torna o centro do processo e aplica sua imaginação, seu conhecimento e aptidão, inferindo no experimento. Não se limitando apenas a fornecer respostas sobre fato ocorrido, mas significar, por sua própria ação, o experimento. Pois, o importante é sempre desafiar o aluno de forma que este possa desenvolver por meio de sua imaginação e criatividade algo que possa ampliar suas habilidades, e talentos.

Por isso, um dos objetivos específicos deste trabalho, é produzir um kit didático para programação básica de Arduino para utilização de resistores não lineares atuando como sensores, no 9º ano do Ensino Fundamental, que se constitui numa proposta de ensino de Física vinculada às experiências habituais dos alunos, apresentando a eles a disciplina de Física como um instrumento de melhor apreensão e ação na realidade. A ideia é proporcionar condições para que o ensino desta matéria aconteça de maneira mais participativa, para que estudantes e professores troquem experiências, ideias, instalando assim uma aprendizagem significativa. Acreditamos que o ambiente de ensino de robótica é favorável ao levantamento de hipóteses, que serão aceitas ou não no decorrer dos experimentos.

## ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Nossa proposta pauta-se nas investigações qualitativas, cujos métodos são apropriados quando o fenômeno em estudo possui natureza social e complexo, tendo resultados que não objetivam quantificações e cujo entendimento é indissociável do contexto natural. Bogdan e Biklen (1994) afirmam que tais pesquisas se caracterizam por terem o ambiente natural como a principal fonte de dados e o pesquisador como instrumento principal. Seus dados são, predominantemente, descritivos e a preocupação maior está no processo ao invés do(s) produto(s).

Segundo Lüdke e André (2013), o pesquisador qualitativo, ao estudar determinado problema, volta-se ao ato de verificar como o mesmo se manifesta. O significado que as pessoas dão às coisas e à vida são focos de sua atenção. Nestas pesquisas, tal como nesta, há sempre uma tentativa de compreender a perspectiva dos participantes.

Nossa pesquisa qualitativa é do tipo exploratória, tendo em vista que a coleta de dados se deu de forma empírica e, realizada em grande parte, por meio de observação direta (QUIVY; CAMPENHOUDT, 2005). Em nosso trabalho, recorreremos a pesquisa a participante como procedimento metodológico, tendo em vista que esse trabalho se caracteriza pelo envolvimento e identificação do pesquisador com as pessoas investigadas (SILVEIRA, 2009).

A coleta dos dados ocorreu com a implementação de um produto educacional sobre o tema resistores não lineares em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma instituição particular da cidade de Maringá - PR. O produto educacional constitui-se de um kit para programação básica de Arduino em resistores não lineares, este pode ser entendido como uma proposta didática que se dá por meio dos roteiros de ensino devidamente planejados.

A turma escolhida conta com 20 alunos, no entanto, apenas 10 alunos participaram da implementação da proposta, visto que a mesma ocorreu no contraturno e não era obrigatória.

A proposta foi dividida em três módulos e as atividades foram aplicadas em 6 horas/aulas (h/a), essas aconteceram no contraturno, de modo a não interferir no andamento das atividades letivas. As 6 h/a serão divididas em três encontros ou módulos de 2 h/a, de acordo com o quadro 1.

Quadro 1: Disposição dos módulos do roteiro de ensino

<b>Módulo</b>	<b>Atividade</b>	<b>Tema</b>	<b>Nº de aulas</b>
1	1	Conhecendo e programando o Arduino	2
2	2	Fazendo os cálculos para a utilização do sensor de temperatura	1
	3	Montando o circuito com o NTC utilizando Arduino	1
3	4	Fazendo os cálculos para a utilização do sensor de Luz	1
	5	Montando o circuito com o LDR utilizando Arduino	1

Fonte: Os autores

O roteiro de ensino constituiu-se em um material de apoio para a inserção da robótica educacional em sala aula, de forma a promover uma participação mais efetiva dos alunos durante as aulas de Física, bem como dar condições ao aluno para uma aprendizagem significativa.

Como instrumento de coleta de dados foi utilizado um diário de campo produzido pelo pesquisador e todos os documentos respondidos pelos alunos no decorrer de toda a implementação.

A análise e interpretação desses dados seguiram os pressupostos da pesquisa qualitativa e estão apresentados no tópico resultados e discussão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente proposta educacional foi implementada em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma instituição particular de ensino da cidade de Maringá - PR. Um dos focos desta instituição é a aplicação de projetos educacionais inovadores e o ensino de Física presente como componente curricular do 6º ao 9º ano, o que está em consonância com a nossa proposta. A instituição de ensino conta com um total de 310 (trezentos e dez) alunos matriculados no Ensino Fundamental, distribuídos em turmas de no máximo 20 (vinte) alunos.

Para a aplicação da proposta de ensino, foram convidados todos os alunos desta turma já citada, porém apenas 10 (dez) compareceram aos encontros que aconteceram no contraturno durante 3 (três) semanas com duração de 2 (duas) h/a, sempre às sextas-feiras à tarde.

No dia 19 de outubro de 2018 demos o início as atividades de implementação das atividades. Nesse primeiro encontro, explicamos aos alunos como seria nossa proposta de ensino, os objetivos, a metodologia utilizada e formamos pequenas equipes de trabalho para a apresentação do Arduino. A escolha dos integrantes das equipes ficou a cargo dos estudantes e se deu por afinidade, conforme apresentada no quadro 2.

Quadro 2: Composição das equipes na proposta de ensino

Equipe	Número de Integrantes	Composição da Equipe
1	3	3 meninas
2	3	3 meninas
3	4	2 meninos e 2 meninas

Fonte: os autores.

Em consonância com Riess (2010), entendemos que o trabalho realizado em sala de aula em pequenos grupos favorece uma maior interação entre os alunos, possibilitando o diálogo entre os integrantes do grupo, facilitando a comunicação e a inclusão deles no grupo. Ainda de acordo com o autor citado é importante ressaltar "*que os alunos compreendem o que significa ajuda mútua em*

suas aprendizagens durante o trabalho em grupo, favorecendo a cooperação face às interações do grupo" (RIESS, 2010, p. 9).

Após a formação das equipes, organizamos a sala para iniciarmos as atividades com as seguintes questões norteadoras:

- Você já percebeu que num ambiente climatizado por meio de um aparelho de ar-condicionado (do tipo inverter) fica ligando e desligando a fim de manter a temperatura ambiente numa certa faixa de valor? Qual fenômeno físico explicaria isso? Como o aparelho de ar-condicionado sabe a hora de ligar e desligar?
- Já observou o funcionamento da iluminação pública? Como as lâmpadas dos postes sabem o momento certo de ligar e desligar?

Dessa forma, propusemos que os alunos discutissem nos pequenos grupos e encontrassem uma explicação para as duas situações físicas propostas. Em seguida cada grupo foi convidado a compartilhar com os demais as explicações encontradas.

Existe um **mecanismo elétrico** que é responsável pelas duas questões apresentadas (Equipe 1).

Provavelmente um **funcionário da prefeitura é encarregado de acionar um botão** na hora de ligar e desligar as lâmpadas dos postes, já o ar-condicionado não sabemos (Equipe 2).

**Sensores elétricos e um termômetro** são responsáveis para ligar o aparelho de ar-condicionado e no caso das lâmpadas dos postes existe um **sensor de luz** gigante que liga e desliga conforme a presença dos raios de luz (Equipe 3).

As questões norteadoras foram importantes para levantar as concepções prévias dos estudantes sobre os temas e foram utilizadas aqui como organizadores prévios (Moreira, 2015). Nas respostas das equipes percebemos que dois dos três grupos trazem uma ideia correta sobre a temática apresentada, pois tem a convicção de que são sensores ou mecanismos elétricos os responsáveis pelo acionamento tanto do ar-condicionado, quanto da iluminação pública. Podemos entender essas concepções como subsunçores (Moreira, 2015), que estão prontos para uma conexão com novos conceitos. Como a Equipe 2 apresentou uma resposta mais ingênua sobre a questão levantada, o professor promove uma rápida discussão apenas falando sobre o avanço da tecnologia e explicando de maneira bem simples que atualmente os sensores elétricos são responsáveis pelo acionamento do ar-condicionado e da iluminação pública, não apresentando maiores explicações

visto que isso seria discutido detalhadamente nas atividades posteriores. Essa rápida discussão teve a intenção apenas de permitir aos alunos do Equipe 2 estabelecerem ou acionarem seus subçunsosres.

Posteriormente, encaminhamos a atividade 1 apresentando aos alunos de forma detalhada a plataforma Arduino e suas funções. Em seguida os alunos conheceram os resistores não-lineares dependetes da luz (Light Dependent Resistor - LDR) e os com coeficiente negativos de temperatura (Negative Temperature Coefficient - NTC) e suas especificidades, nesse momento o professor apresentou de forma expositiva dialogada a existência de resistores não ôhmicos (estudados anteriormente pelos alunos), discorrendo assim sobre o princípio de funcionamento de cada um dos sensores.

Em seguida, fizemos uma explanação sobre automação de ambientes por meio de sensores e um código pré-estabelecido para a plataforma Arduino. Nesse momento, explicamos o código que foi mostrado por meio de um data show e os alunos se revezaram no computador da equipe e reproduziram o código. Finalizando assim o primeiro encontro, os alunos demonstraram interesse em estar no próximo encontro para a montagem do circuito elétrico com o Arduino.

Este primeiro módulo composto apenas pela atividade 1 objetivou subsidiar os alunos para a utilização da TIC durante as aulas, consideramos esse um momento essencial para o processo de ensino e aprendizagem, visto que grande parte do tempo na escola é destinado às tarefas ou atividades de aprendizagem. Verifica-se, no entanto, que nem toda atividade planejada e proposta atrai os alunos para executá-las. De acordo com Gimarães (2004), a aproximação e envolvimento em uma tarefa depende da percepção que os estudantes têm dela (GUIMARÃES, 2004, p. 81).

Assim, acreditamos que partindo de questões norteadoras interessantes e utilizando a interface da robótica educacional podemos aumentar a vontade dos alunos de se esforçarem e se tornarem ativamente envolvidos na atividade.

No segundo encontro, dia 26 de outubro, aplicamos a atividade 2, nesse momento as equipes interagiram muito discutindo sobre as questões propostas, pois tinham que utilizar a eletricidade básica para projetar um resistor que deveria ser utilizado em série com o sensor para não o danificar de acordo com a programação do Arduino feita na atividade 1.

Nessa etapa os alunos desenvolveram a competência de realizar um projeto elétrico, ainda que simples, e desenvolveram habilidades matemáticas e de interpretação de gráficos pois parte dos dados que eles utilizaram estavam apresentados em gráficos. No entanto, para o Conselho Nacional

de Educação (CNE), responsável por aprovar o texto final em dezembro de 2017, da BNCC, entende que competências e habilidades podem ser entendidas como sinônimos de direitos e objetivos de aprendizagem.

Ao analisarem a duas imagens, que retratam uma tabela e um gráfico, todos os alunos conseguiram interpretá-las e perceber/concluir que o circuito estava programado para acionamento quando a temperatura do ambiente atingisse 30 °C.

Nesse momento o professor explica de forma expositiva dialogada o divisor de tensão, retomando a associação de resistores em série, que já havia sido estudada anteriormente pelos alunos. Após essa explicação, os pequenos grupos seguem o roteiro de ensino e aplicam o divisor de tensão para projetar qual o valor de resistência que deve ser conectada em série com o sensor de temperatura. Os alunos não tiveram dificuldades em aplicar a equação do divisor de tensão para descobrir o valor do resistor fixo que deveria ser ligado em série com o sensor para que ele funcionasse como projetado.

Ao serem questionados sobre as dificuldades encontradas na atividade 2, apenas um dos dez alunos alegou ter tido dificuldade, todos os outros disseram que a etapa do cálculo foi tranquila.

Tivemos dificuldade em fazer a continha do divisor de tensão (Aluno 1, Equipe 2).

É possível inferir aqui que a maior parte dos alunos estavam seguros com relação aos cálculos e, o mais importante nesse momento, estavam conseguindo compreender a importância dele no contexto do projeto que estavam desenvolvendo.

Com relação a Equipe 2 que não havia conseguido desenvolver as operações matemáticas, o professor, durante o diálogo com os alunos, buscou evidenciar qual era o problema e então orientou-os em como realizar tal operação, pois de acordo com Flemming (2009), se as dificuldades de aprendizagens são diagnosticadas, então o papel do professor é investigar as causas e a partir desse diagnóstico promover intervenções didáticas a fim de permitir ao aluno superar tais dificuldades.

A atividade 3 gerou muito encantamento e curiosidade entre as equipes pois receberam o kit com os materiais e começamos a relacioná-los com o código pré-estabelecido que havia reproduzido no primeiro encontro. As equipes após montarem o circuito e testarem foram convidadas a relatarem o que estava acontecendo no experimento:

Observamos que o sensor, ao entrar em contato com os dedos ativa o cooler, e se foi programado para ligar com 30° podemos dizer os dedos serviram para esquentar o sensor (Equipe 1).

Ao entrarmos em contato com o termistor, ocorre equilíbrio térmico chegando a 30°C, quando alcançado o cooler é acionado (Equipe 2).

Quando o sensor atinge 30°C, o cooler é acionado para o funcionamento (Equipe 3).

É importante ressaltar que ao relatarmos o que estava acontecendo na atividade experimental, as equipes 1 e 2 já tentaram encontrar uma explicação física para o que estavam vendo, a Equipe 2 utilizou, ainda que de forma parcialmente correta, um conceito (equilíbrio térmico) estudado a dois bimestres atrás, o que vemos com bons olhos já que estamos pensando em um ensino de Física diferente daquele em que o aluno só aplica equações para resolver exercícios meramente matemáticos.

Ao final do módulo 2, um aluno levantou a mão e com um enorme sorriso no rosto iniciou um diálogo com o professor:

Entendi, (pausa), entendi professor (Aluno 2, Equipe 1).

Entendeu o quê? (Professor)

Entendi como funciona o ar-condicionado agora, o ar-condicionado da pergunta da aula passada. Ele tem um sensor de temperatura que faz ele ligar e desligar como aconteceu com o cooler (Aluno 2, Equipe 1).

A afirmação desse aluno desencadeou uma reflexão dos grupos sobre o funcionamento do ar-condicionado. No entanto o mais importante de ressaltarmos é que as questões que serviram de organizadores prévios estão servindo para a reflexão dos alunos sobre o conteúdo estudado (Moreira, 2001). Esse é o momento em que um conhecimento prévio interage com um novo conhecimento, podendo o aluno atingir uma aprendizagem significativa (Moreira 2001).

E, para encerrar a aula, propusemos as equipes que respondessem um questionário sobre o sensor NTC. As três equipes responderam a todas as questões, utilizando quando necessário o aparelho de celular para pesquisa na internet, nesta etapa, além de formalizar por escrito alguns assuntos discutidos nas atividades 2 e 3 tiveram a oportunidade de perceber que nem os sites de busca na internet são confiáveis. Nós acreditamos que essa discussão é muito importante pois, essa geração de alunos é a geração da internet, mas na maior parte das vezes não a utilizam para fins educativos.

No terceiro e último encontro, dia 09 de novembro, os alunos estavam apreensivos com o que seria ministrado, sobre o que aprenderiam e os materiais que seriam utilizados e todas as equipes relataram que o último encontro tinha sido a melhor aula de suas vidas, que aprenderam o que foi abordado e contaram em casa aos pais. Esse resultado é justamente o que buscamos no ensino de Física, pois indicam alunos motivados, querendo aprender o que é tão difícil na atual realidade que vivemos.

Assim, iniciamos a atividade 4, na qual as três equipes fizeram os cálculos para a utilização do sensor de luz LDR e sem apresentar dificuldades encontraram o valor do resistor fixo comercial que deveria ser ligado em série com o sensor para que o circuito funcionasse como projetado. Os cálculos desta etapa eram muito próximos aos cálculos da atividade 2. O que nos chamou mais atenção aqui foi que o Equipe 2 conseguiu desenvolver a resolução, coisa que não haviam feito na atividade 2, de acordo com a figura 1.

Figura 1: Representação da etapa de cálculos das atividades 2 e 4 respectivamente apresentada pelo grupo 2

$$V_{saida} = \left( \frac{R}{R_{NTC} + R} \right) \cdot V_{entrada}$$

$$2,5 = \left( \frac{R}{1000 + R} \right) \cdot 5 \rightarrow 5R = 2500 + 2,5R$$

$$\frac{2,5}{5} \times (1000 + R) \quad \left. \begin{array}{l} 5R - 2,5R = 2500 \\ 2,5R = 2500 \end{array} \right\} \begin{array}{l} R = 2500 \\ R = 1000 \end{array}$$

Fonte: Banco de imagem do autor.

Nessa atividade os alunos relataram não ter tido nenhuma dificuldade, nem mesmo com as operações matemáticas como já mencionado anteriormente. Esse resultado indica que os alunos estão desenvolvendo as habilidades matemáticas necessárias e esperadas pelo roteiro de estudos.

Na atividade 5, propusemos a montagem do circuito com o LDR utilizando o Arduino. Após a montagem as equipes relataram:

O LDR depende da luz, quando tampamos o LDR, a luz é impedida de alcançá-lo, conforme foi programado e o LED acende (Equipe 1).

Quando encostamos o dedo no LDR o led acende e quando afastamos ele apaga (Equipe 2).

Quando é tampado a luminosidade é pouca no LDR, o LED é acionado, quando não é tampado a luminosidade aumenta, desligando o LED (Equipe 3).

Os alunos ficaram surpresos com o funcionamento do circuito e não apresentaram grandes dificuldades para montarem. Eles conseguiram refazer várias vezes e sempre funcionava. Então pediram para refazer o circuito com o NTC. Isso foi muito gratificante, pois demonstrou que havia despertado o interesse dos alunos. Assim podemos dizer de acordo com Guimarães (2004), que a determinação dos alunos para cumprirem as atividades propostas ocorreu quando eles perceberam razão significativa para isto, ou seja, quando tiveram sua atenção voltada para a compreensão do conteúdo das atividades propostas, que pode melhorar ou levá-los a obter novos conhecimentos e habilidades.

E, para encerrar a aula, propusemos as equipes que respondessem um questionário sobre o sensor LDR. As três equipes responderam a todas as questões, utilizando quando necessário o aparelho de celular para pesquisa na internet. Neste encerramento o que mais chamou nossa atenção foi que ao pesquisarem na internet os alunos ficaram muito surpresos em saber que o LDR pode ser utilizado em controle automático de portas como as do shopping e em alarmes contra ladrões. Ao final fizemos uma roda de conversa para discutir como as luzes dos postes acendem sozinhas, bem como todas essas aplicações encontradas pelos alunos na internet.

Ao encerrar a implementação da proposta os alunos questionaram quando teriam mais aulas assim, alegando que assim era legal estudar Física.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial pedagógico de um kit didático para o estudo de resistores não lineares por meio da Robótica Educacional em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, de uma instituição privada da cidade de Maringá - PR.

Com relação ao kit que compõe o produto educacional consideramos como uma boa alternativa visto que os materiais não possuem altos preços, como normalmente acontece com kits de laboratório de Física.

Juntamente com o kit planejamos um roteiro de ensino composto por três módulos totalizando cinco atividades, distribuídas em 6 h/a. O roteiro de ensino apresenta em seu início questões norteadoras para o desenvolvimento da proposta. Entendemos que estas questões desempenharam um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem pois serviram como organizadores prévios, os quais os alunos conseguiram relacionar posteriormente com o conteúdo estudado.

Durante a aplicação das questões norteadoras percebemos a importância em abordar temas vinculados ao cotidiano do aluno. No entanto, foi com o decorrer da implementação da proposta que percebemos efetivamente o envolvimento e a motivação dos alunos para o estudo do tema proposto.

O roteiro de ensino proposto nesse trabalho se mostrou satisfatório com relação aos objetivos do trabalho, pois os alunos foram levados a levantar e testar hipóteses, discutir suas hipóteses em pequenos grupos tendo a chance de defender seu ponto de vista e principalmente respeitar o ponto de vista do outro, atendendo assim o que Zabala (1998) chama de conteúdo atitudinal.

Podemos ainda classificar nosso roteiro de ensino como um material potencialmente significativo, pois além de proporcionar momentos de estudo que desenvolvem o conteúdo atitudinal como já afirmado anteriormente, suas atividades são relacionáveis à estrutura cognitiva dos alunos.

A proposta possibilitou ainda a utilização da experimentação em sala de aula na qual foram desenvolvidas todas as atividades experimentais, discussões e reflexões proporcionadas pelo professor, bem como, a avaliação de forma subjetiva do aprendizado dos alunos antes e depois da aplicação do roteiro de ensino, constando-se a apropriação de um senso de responsabilidade durante as realizações das atividades. Preparando, assim, estes educandos para o Ensino Médio com uma visão sistêmica da Ciência Física de forma inovadora e contínua.

Ressaltamos, ainda, que tivemos com a implementação dessa proposta a intenção de complementar o ensino já realizado por meio de uma abordagem diferenciada e consistente, com a utilização de TIC's, despertando a motivação dos alunos para o estudo da Física.

Com relação a utilização da TIC nessa proposta, podemos dizer que foi um sucesso na motivação dos alunos, visto que eles são de uma geração das mídias e se entenderam super bem com a plataforma, com a interface e com a programação. No entanto, se faz pertinente dizer que a utilização da TIC nessa proposta gerou "em mim" professor pesquisador, alguns conflitos, dúvidas e insegurança, tivemos que repensar algumas questões metodológicas, o que causou um certo desequilíbrio na forma de ensinar, devido aos imprevistos e desafios que poderiam surgir durante a implementação da proposta.

Nesse sentido, podemos inferir que a proposta possui um excelente potencial pedagógico para os alunos desenvolverem competências e habilidades importantes para sua vida, bem como

para os professores que buscam um ensino diferenciado, que buscam se desvencilhar de um ensino tradicional feito com giz e quadro.

A partir dessas considerações, sugerimos aos professores de Ciências e Física que analisem a proposta com um olhar diferenciado, pois tais atividades podem ser o início de uma nova possibilidade pedagógica com relação ao processo ensino e aprendizagem, com recursos tecnológicos de fácil acesso. Essa proposta pode servir como ligação entre os conhecimentos informais e as informações produzidas na investigação científica transformando os educandos passivos em agentes ativos, ou seja, passando de meros expectadores a protagonistas do saber.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em <https://www.arduino.cc/> acesso em: nov. 2018.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento**: Uma perspectiva cognitivista. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BATISTA, M. C., FUSINATO, P. A., BLINI, R. B. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física**. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*, 2009.

BATISTA, M. C., FUSINATO P. A. **Eletricidade básica**: caderno de atividades experimentais. Ed. Massoni, Maringá 2014.

BATISTA M. C., FUSINATO P. A., A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de física. **REnCiMa**, v. 6, n. 2, p. 86-96, 2015.

BATISTA, M. C., BATISTA, D. C., **Física experimental**. Maringá: UniCesumar,.168 p. “Graduação - EaD”. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

CARDOSO, S. P., COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**. V. 23, n. 2, p401- 404, 2000.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 4503, 2011.

DUMINELLI, G. P. F. **Robótica aplicada ao ensino de resistores** - Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. Campo Mourão, 2016.

EMBARCADOS. Arduino UNO, 2013. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>>. Acesso em: 29 novembro 2018.

EXTREMENXT: **ROBOTIC – Machina Speculatrix**. Disponível em: <[www.extremenxt.com/walter.htm](http://www.extremenxt.com/walter.htm)> Acesso em: agosto de 2018.

FLEMMING, Diva Marília, **Estágio supervisionado em matemática I e II**, 2ª edição. Palhoça: UnisulVirtual, 2009.

GOMES, E.C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; O estudo das ondas eletromagnéticas a partir do enfoque cts: uma possibilidade para o ensino de física no ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.8, n.1, p.109-125, 2017.

GROOVER, M. P. **Robótica: Tecnologia e Programação**. McGraw-Hill, 1.998.

GUIMARÃES, S. E. R. **A organização da escola e a sala de aula como determinante da motivação intrínseca e da meta de aprender**. In: BZUNECK, José Aloyseo; BORUCHOVITCH, Evely (Orgs.). *A motivação do aluno*. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 78-95.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física. Vol. 3: Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

LUCIANO, A. P. G. **A utilização da robótica educacional com a plataforma Arduino: uma contribuição para o ensino de Física**, Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, 2014, 24-29.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013. e-Book.

(MEC/SEB 2000) Brasil, Ministério da Educação, **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 2000. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> Acesso em setembro de 2017.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem** – 2. Ed. Ampl. - São Paulo: E.P.U., 2015.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançado**, vol. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.

PILATTI, Silvio Marcos. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de eletrostática**. 2016. 190 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Campo Mourão, 2016.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L.C. **Manual de investigação em ciências sociais**. Tradução de João Minhoto Marques, Maria Amália Mendes e Maria Carvalho. 4 ed. Lisboa: Editora Grávida, 2005.

RICARDO, E.C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251-266, (2007).

RIESS, M.L.R. **Trabalho em grupo: instrumento mediador de socialização e aprendizagem**, 2010, 33p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ROSA, Cleci W.; ROSA, Álvaro B. Ensino de Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. **Revista Electronica de Ensenanza de las Ciencias** vol. 4, nº 1.2005. Disponível em: <[www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART2\\_Vol\\_N1.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART2_Vol_N1.pdf)> Acesso em: 4 jun/2018.

SANTOS, C. F. MENEZES, C. S. **A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional**, XI Workshop de Informática na Escola - WIE - UNISINOS, 22 a 29 de julho, São Leopoldo-RS, 2005.

SILVEIRA, D. T.; CO´RDOWA, F. P. **A pesquisa científica**. in: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (orgs). Métodos de pesquisa. Rio Grande do Sul: Editora UFRGS, 2009.

ULRICH, W. Critical heuristics of social systems design. **European Journal of Operational Research**, 31, No. 3, p. 276-283. 1987.

VISCOVINI, R. C. et al. Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 856-869, dez. 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.