

MARCIO ROBERTO GONÇALVES DE VAZZI

O Arduíno e a Aprendizagem de Física:
Um kit robótico para abordar conceitos e princípios do
Movimento Uniforme



MARCIO ROBERTO GONÇALVES DE VAZZI

O Arduíno e a Aprendizagem de Física:

Um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós Graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Política e Gestão Educacional

Orientador: Silvio Henrique Fiscarelli

ARARAQUARA – S.P.
2017

Vazzi, Marcio Roberto Gonçalves de
O Arduino e a Aprendizagem de Física: Um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme / Marcio Roberto Gonçalves de Vazzi - 2017
107 f.

Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências e Letras (Campus Araraquara)

Orientador: Silvio Henrique Fiscarelli

1. Aprendizagem Ativa. 2. Ensino de Física. 3. Robótica. 4. Arduino. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo sistema automatizado
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARCIO ROBERTO GONÇALVES DE VAZZI

O Arduíno e a Aprendizagem de Física:

Um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós Graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Política e Gestão Educacional
Orientador: Silvio Henrique Fiscarelli

Data da defesa: 17/07/2017

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Professor Dr. Silvio Henrique Fiscarelli
Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP Araraquara

Membro Titular: Professor Dr. José Luis Bizelli
Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho - UNESP Araraquara

Membro Titular: Professor Dr. Galeno José de Sena
Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP Guaratinguetá

Local: Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Letras
UNESP – Campus de Araraquara

À meus pais e avós que consolidaram os alicerces do meu caráter, à minha esposa Érica e filhos Gabrielli e Lucas, família que constitui a força motriz da minha vida e me faz chegar onde eu nunca havia imaginado.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e a todos que de alguma forma fizeram parte desta jornada e contribuíram mesmo que indiretamente para a conclusão deste trabalho.

“A felicidade não é um destino, é uma viagem. A felicidade não é amanhã, é agora. A felicidade não é uma dependência, é uma decisão. A felicidade é o que você é, não o que você tem.”

Osho (Rajneesh Chandra Mohan Jain 1931-1990)

RESUMO

Este trabalho investiga a utilização das metodologias ativas como instrumento para o ensino de Física a partir do uso de um “Kit Robótico” desenvolvido com uma plataforma de hardware livre chamada Arduíno. O planejamento do trabalho teve início em 2015, momento em que foi realizada uma revisão da literatura sobre a temática e sobre as metodologias que poderiam a ser adotadas no seu desenvolvimento. Como resultado da revisão teórico-metodológica optamos por implementar o projeto por meio de um conjunto de atividades baseadas na metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas focalizando a temática “Movimento”, dentro do currículo de Física do 1º ano do Ensino Médio de uma escola Técnica do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. O estudo de campo foi desenvolvido a partir de encontros periódicos com um grupo de alunos que manifestaram interesse pela proposta. Para direcionar as atividades e garantir que os alunos desenvolvessem as competências e habilidades desejadas foi utilizado os denominados os Roteiros de Atividades, que criava situações problemas para contextualizar a aprendizagem. Após a realização da pesquisa, verificamos alguns indícios de que o recursos e metodologias adotados podem auxiliar o professor e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, entretanto, não é a inserção da tecnologia, por si, o elemento fundamental que altera as condições de aprendizagem e sim de saber aproveitar as características que esses recursos possuem para fazer o aluno acreditar na legitimidade dos conteúdos escolares e envolver-se na construção do seu conhecimento. Deste modo, podemos dizer que, a ferramenta tecnológica utilizada nesta pesquisa (Kit Robótico), permitiu desenvolver satisfatoriamente atividades relativas ao tema “Movimento”, que atuou como elemento contextualizador e motivador no processo de aprendizagem.

Palavras – chave: Aprendizagem Ativa. Ensino de Física. Robótica. Arduíno.

ABSTRACT

This work investigates the use of active methodologies as an instrument for teaching physics from the use of a "Robotic Kit" developed with a free hardware platform called Arduino. Work planning began in 2015, at which time a review of the literature on the subject and on the methodologies that could be adopted in its development was carried out. As a result of the theoretical-methodological revision we decided to implement the project through a set of activities based on the methodology of Problem-Based Learning focusing on the theme "Movement" within the Physics curriculum of the 1st year of High School of a Technical School Of the State Center of Technological Education Paula Souza. The field study was developed from periodic meetings with a group of students who expressed an interest in the proposal. In order to direct the activities and ensure that the students developed the desired skills and abilities, we used the so-called Activity Schedules, which created situations to contextualize the learning situations. After conducting the research, we verified some evidence that the resources and methodologies adopted can help the teacher and contribute to the teaching and learning process, however, it is not the insertion of technology, by itself, the fundamental element that changes the conditions of Learning but rather to know how to take advantage of the characteristics that these resources have in order to make the student believe in the legitimacy of the school contents and to be involved in the construction of their knowledge. In this way, we can say that, the technological tool used in this research (Robotic Kit), allowed to develop satisfactorily activities related to the theme "Movement", which acted as contextualizing and motivating element in the learning process.

Keywords: Active Learning. Teaching Physics. Arduino

LISTA DE IMAGENS

Figura 01 - Detalhes dos kits RCX e NXT, apresentando o controlador conectado a seus sensores e motores.....	39
Figura 02 – Arduíno UNO.....	40
Figura 03 – Arduíno shield, atuadores e sensores	41
Figura 04 – Interação aprendiz-aluno na situação de programação	47
Figura 05 – Kits chassi/carro para Arduíno.....	58
Figura 06 – Ambiente de trabalho	58
Figura 07 – Ambiente de trabalho	59
Figura 08 – Roteiros de atividades	59
Figura 09 – Roteiros de atividades	60
Figura 10 – Desenvolvimento das atividades	60
Figura 11 – Desenvolvimento das atividades	61
Figura 12 – Desenvolvimento das atividades	61
Figura 13 – Confecção da pista e orientações sobre as regras do Rali.....	62
Figura 14 – Alunos utilizando instrumentos para aferição de medidas.....	63
Figura 15 – Alunos realizando cálculos para iniciar as atividades.....	63
Figura 16 – Aluno tomando nota dos tempos e distâncias para “calibrar” o robô.....	63
Figura 17 – Professor de física dando instruções sobre os cálculos necessários.....	64
Figura 18 – Alunos anotando os dados da corrida	65
Figura 19 – Instruções em sala de aula para os cálculos da corrida	65
Figura 20 – Professor de física tabulando os dados na lousa	65
Figura 21 – Professor de física Orientando alunos.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Teorias/Métodos de aprendizagem.....	30
Quadro 02 – Relação de periódicos relacionados ao tema: Ensino de física	42
Quadro 03 - Cursos disponibilizados na Etec Alcides Cestari	49
Quadro 04 – Temas trabalhados no Componente Física do 1º ano do Ensino Médio	51
Quadro 05 – Currículo de Física do CEETEPS X Roteiro de Atividades.....	54
Quadro 06 – Conteúdos do Currículo X Atividades Desenvolvidas com o “Kit Robótico”	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
CAV	Ciclo de Aprendizagem Vivencial
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CDT	Component Display Theory
CEETEPS	Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EMC	Educação Moral e Cívica e também
ETEC	Escola Técnica
FAMEMA	Faculdade de Medicina de Marília
FAT	Fundação de Apoio à Tecnologia
FATEC	Faculdade de Tecnologia
FETEPS	Feira Tecnológica do Centro Paula Souza
GBL	Game Based Learning
JiTT	Just-In-Time Teaching
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC/USAID	Ministério da Educação/United States Agency Internacional for Development
MIT	Massachusetts Institute of Tecnology
OBR	Olimpíada Brasileira de Robótica
OSPB	Organização Social e Política Brasileira
PBL	Project Based Learning / Problem Based Learning
PC	Plano de Curso
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PI	Peer Instruction
RA	Roteiros de Atividade
RCX	Robotic Command Explorer
SDECTI	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação
TBL	Team-based learning (Aprendizagem Baseada em Times)
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TDICS	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UEL	Universidade de Londrina

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
Seção 1 - Modelos e Teorias para Aprendizagem Ativa	17
1.1 Pedagogia de Projetos	19
1.2 Aprendizagem baseada em problemas - PBL	23
1.3 Aprendizagem Baseada em Times - TBL	25
1.4 Aprendizagem centrada em tarefas	26
1.5 Sala de Aula invertida ou Flipped Classroom.....	27
1.6 Vários caminhos – um objetivo	29
1.7 A relação professor/aluno no contexto da “Aprendizagem Ativa”	34
Seção 2 - Robótica na Educação e o Ensino de Física	37
2.1 Kits LEGO	39
2.2 Plataforma Arduíno	40
2.3 O Ensino de Física	41
2.4 As tecnologias no ensino de física	45
Seção 3 – Robótica para o ensino de Física: um estudo de Campo no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - CEETEPS	48
3.1 A Instituição	48
3.2 A Etec Alcides Cestari	49
3.3 O Currículo de Física do CEETEPS	50
3.4 Proposta Metodológica.....	55
3.5 Desenvolvimento da pesquisa	56
3.6 Atividades desenvolvidas.....	57
Seção 4 – Discussão dos Resultados	67
4.1 Dificuldades	67
4.2 Interpretação dos resultados	68
4.3 Considerações Finais.....	76
APÊNDICES	84
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ATIVIDADE 01	85
APÊNDICE B – ROTEIRO DE ATIVIDADE 02	89
APÊNDICE C – ROTEIRO DE ATIVIDADE 03	94
APÊNDICE D – ROTEIRO DE ATIVIDADE 04	97
APÊNDICE E – ROTEIRO DE ATIVIDADE 05	101
APÊNDICE F – RELAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES	104

INTRODUÇÃO

A sociedade tem mudado e se adaptado a realidades cada vez mais dinâmicas e diferentes nos últimos anos. A escola, apesar das diversas mudanças positivas que vem sofrendo parece não acompanhar esta crescente evolução e demanda por adaptabilidade. Temos a necessidade de uma escola “como um sistema de construção do saber, de enriquecimento moral e social, um espaço onde se considere cada aluno como um ser humano à procura de si próprio, em reflexão conjunta com os demais e com o mundo que o rodeia”. (SILVA, 2008, p. 198-199). Para que esta escola desejada se torne real, é preciso que sejam feitas alterações no modelo educacional vigente, essas mudanças devem ser realizadas gradualmente e de maneira sólida, sendo que uma das possibilidades é o desenvolvimento e inclusão de metodologias que privilegiem a chamada Aprendizagem Ativa.

De certa forma, podemos entender a Aprendizagem Ativa como uma forma de envolver os alunos de maneira mais abrangente na construção do conhecimento. As metodologias ativas compreendem um conjunto de práticas pedagógicas que se opõe a ideia de que os professores simplesmente "ensinam" e os alunos "aprendem". Neste contexto entende-se que o aluno não deve ser meramente um "espectador" ou receptor de informações, mas deve se envolver ativamente, realizando tarefas ou atividades sobre o conteúdo disciplinar e ao mesmo tempo refletindo sobre o que está realizando (FISCARELLI e UEHARA 2016 Revista Internacional de Aprendizaje y Cibersociedad).

Entre as propostas metodológicas mais conhecidas que enfatizam Aprendizagem Ativa, podemos elencar a Pedagogia de Projetos, a Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Tarefas, Team-based learning, Aprendizagem Dialógica, Sala de Aula invertida, entre outras. Para Merrill (1983), as práticas pedagógicas desenvolvidas por meio do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) também podem ser classificadas neste grupo. Já que essas geralmente possuem características que tornam o processo de aprendizagem contextualizado, lúdico e interativo, o que facilita a compreensão dos fenômenos estudados e, por consequência, também auxiliam a prática docente.

Segundo Silva (2008, p. 204), um dos fatores para o sucesso da integração de novas tecnologias na escola é que elas devem estar integradas e conceituadas, não bastando, portanto apenas aplicar as novas tecnologias e modelos educacionais, é preciso integrá-las ao ambiente escolar, tendo em vista a natureza e a função do educativo na escola. O autor define como ponto inicial para utilização das tecnologias da informação em sala de aula, a busca de três novos saberes:

[...] i) saberes de carácter (sic.) instrumental e utilitário, domínio que designam por alfabetização informática; ii) saberes e competências ao nível de pesquisa, seleção (sic.) e integração da informação, com vista à transformação da informação em conhecimento, iii) saberes no desenvolvimento de formas de comunicação e expressão em ambientes virtuais. (SILVA, 2008, p. 206).

No entanto, é importante evitar modismos e tendências tecnológicas e metodológicas que bombardeiam a escola o tempo todo. Várias propostas de inovação no contexto escolar são apenas novas roupagens para velhos paradigmas que já não funcionaram anteriormente. Neste sentido, é imprescindível estar atento para a verdadeira contribuição do recurso a ser incorporado ao processo de ensino e aprendizagem. É preciso, identificar quais seus benefícios para a autonomia do aprendiz, a atividade intelectual, a criatividade e de maneira geral para o desenvolvimento de uma aprendizagem mais ativa (SANTOS, 2000, p.19).

Este trabalho, realizado em uma escola do CEETEPS¹, buscou investigar como princípios da Robótica Educacional podem ser utilizados como recursos para compreensão e resolução de problemas sobre o tópico “Movimento” dentro da disciplina de Física no Ensino Médio. Para tanto, foram estruturados alguns roteiros de atividades a partir dos quais os alunos tinham que montar um pequeno robô, realizar uma série de operações de movimento com o robô e finalmente resolver problemas e responder questões que emergiram da prática educacional realizada.

Considerando o formato da proposta, que incluía um conjunto de atividades práticas a serem realizadas pelos alunos, a intensa interação desses durante o processo, e a resolução de problemas ao fim de cada sessão, classificamos a abordagem adotada como “Aprendizagem Baseada em Problemas”, metodologia que faz parte das chamadas “Aprendizagens Ativas”

A coordenação e o acompanhamento dessas atividades permitiu o pesquisador coletar dados do processo e posteriormente interpretá-los para realizar a discussão dos principais resultados encontrados.

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em seções, sendo que na Seção 1 serão abordados alguns Modelos e Teorias sobre as Metodologias Ativas, referenciando seus principais autores e conceitos e apresentando um levantamento histórico sobre o assunto. A Seção 2 apresentará a questão do uso da robótica na educação onde são apresentadas algumas

¹ Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Sousa. Autarquia de regime especial do Governo do Estado de São Paulo, já foi vinculada à Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp e hoje é vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI), o CEETEPS é a instituição responsável pela oferta de Ensino Técnico e Tecnológico público e gratuito do estado de São Paulo, sendo a maior desta modalidade de ensino na América Latina. Ver capítulo 4

plataformas para aprendizagem, dentre elas a plataforma Arduíno que foi utilizada no desenvolvimento da pesquisa. Esta seção também aborda o ensino de Física, iniciando com um histórico dos periódicos relacionados ao ensino de Física no Brasil e trazendo à tona o uso das tecnologias no ensino de Física. A Seção 3 discute a robótica no ensino de Física e detalha a pesquisa, caracterizando a Etec Alcides Cestari, pertencente ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - CEETEPS onde foi realizada a pesquisa, apresentando o currículo de Física do Ensino Médio da Etec, o qual foi tomado como base para a elaboração dos roteiros e apresentando também o desenvolvimento dos trabalhos e as análises iniciais. A Seção 4 traz as dificuldades encontradas no decorrer da pesquisa, a interpretação dos resultados e as considerações e perspectivas futuras.

Seção 1 - Modelos e Teorias para Aprendizagem Ativa

Definir aprendizagem não é uma tarefa fácil nem tampouco é o intuito desta pesquisa. No entanto, nos parece primordial estabelecer alguns parâmetros e conceitos que nos norteiem nesta pesquisa. Em primeiro lugar, nos parece pertinente que a aprendizagem seja considerada como um processo de mudança de comportamento construída por fatores neurológicos, relacionais, emocionais e ambientais. Ou seja, aprender é resultado da interação entre estruturas mentais de cada sujeito e o meio ambiente físico, social e cultural em que ele está inserido. Nesta forma de ver a aprendizagem, a interação é um conceito fundamental, pois ela ocorre primordialmente entre o sujeito que aprende e o objeto a ser aprendido.

Os outros elementos envolvidos são recursos que auxiliam, facilitam, direcionam, complementam a interatividade entre o sujeito e o objeto da aprendizagem. O professor, o livro, a lousa, a tecnologia, entre outros recursos presentes na sala de aula, são mediadores das construções de aprendizagem. Esse processo de mediar não é uma tarefa passiva, ele consiste em intervir e promover ações buscando fazer com que condições ideais de aprendizagem estejam disponíveis aos alunos. No entanto, cabe ainda ao aluno ser o principal elemento ativo no processo, ou seja apenas criar condições adequadas para aprendizagem não garante que ela aconteça, é preciso que o aluno esteja conscientemente envolvido e engajado nesse processo para que realmente construa o seu conhecimento. Esta é a preocupação dos pesquisadores que defendem a Aprendizagem Ativa.

De acordo com a pesquisa de Alencar e Moura (2010, p.3), a origem deste conceito de Aprendizagem Ativa está relacionada à metodologia de projetos e tem sido atribuída, algumas vezes, à Educação Profissional, com raízes no século 16. Outras vezes, sua origem tem sido associada à Educação Ativa, movimento surgido com o advento da Escola Nova, no início do século 20, cujos princípios preconizam a autonomia dos educandos, a livre atividade e a experiência pessoal.

Para Berbel (2011, p.33) conduzir os alunos a problematizarem aspectos da sua própria realidade e relacioná-los com os temas de estudo é um fato pedagógico inegavelmente mais rico se comparado às atividades de estudo de grande parte das escolas, tradicionalmente tratados como temas abstratos e distantes da vida dos estudantes.

O fato de os alunos, desde o início, analisarem criticamente uma parcela da realidade para problematizá-la e, diante das diferentes possibilidades, elegerem aquele aspecto que consideram mais relevante para o estudo naquele momento, torna-se decisivo para o seu engajamento na continuidade do processo. Eles se sentem corresponsáveis pela construção do conhecimento acerca do problema e de alternativas para a sua

superação, o que diminui a percepção de controle externo para a realização da atividade acadêmica e contribui para a constituição gradativa de sua autonomia. (BERBEL, 2011, p.34)

Freire (apud Berbel, 2011 p.29) defende as metodologias ativas, com sua afirmação de que na educação, o que impulsiona a aprendizagem é a superação de desafios, a resolução de problemas e a construção do conhecimento novo a partir de conhecimentos e experiências prévias dos indivíduos.

Para Berbel, podemos entender que as Metodologias Ativas são formas de desenvolver processos de aprendizagem utilizando as experiências da vida real ou simuladas dando condições de solucionar os mais diversos desafios criados nas atividades em diferentes contextos.

Mitri et.al. 2008 explicam que as metodologias ativas utilizam a problematização como estratégia de ensino/aprendizagem, com o objetivo de alcançar e motivar o discente, pois diante do problema, ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas. Segundo os autores, a problematização pode levar o aluno ao contato com as informações e à produção do conhecimento, principalmente, com a finalidade de solucionar os impasses e promover o seu próprio desenvolvimento. Aprender por meio da problematização e/ou da resolução de problemas de sua área, portanto, é uma das possibilidades de envolvimento ativo dos alunos em seu próprio processo de formação. (MITRI apud BERBEL, 2011, p.29)

O pedagogo John Dewey (apud GADOTTI, 2001, p. 143-144) explicava que o ato de pensar mobilizado diante de um problema, passaria por cinco estágios: 1º - uma necessidade sentida; 2º - a análise da dificuldade; 3º - as alternativas de solução do problema; 4º - a experimentação de várias soluções, até que o teste mental aprove uma delas; 5º - a ação como a prova final para a solução proposta, que deve ser verificada de maneira científica.

Segundo esta visão, a educação constitui-se em um processo e não em um produto final onde o objetivo da educação encontra-se no próprio processo. Desta maneira, as metodologias ativas podem constituir-se eficientes ferramentas educacionais.

Barbosa e Moura (2013 p.43) para introduzir o conceito de metodologias ativas, citaram em sua obra de um provérbio chinês que diz: “O que eu **ouço**, eu esqueço; o que eu **vejo**, eu lembro; o que eu **faço**, eu compreendo.” Isso foi dito pelo filósofo Confúcio e tem relação direta com Aprendizagem Ativa. Silberman (apud BARBOSA 2013) modificou esse provérbio para facilitar o entendimento de métodos ativos de aprendizagem, dando a ele a seguinte redação:

- O que eu **ouço**, eu esqueço;
- O que eu **ouço e vejo**, eu me lembro;
- O que eu **ouço, vejo e pergunto ou discuto**, eu começo a compreender;
- O que eu **ouço, vejo, discuto e faço**, eu aprendo desenvolvendo conhecimento e habilidade;
- O que eu **ensino para alguém**, eu domino com maestria.

Essa citação de Barbosa e Moura com a modificação de Silberman, resume os princípios das metodologias ativas de aprendizagem. Se nossa prática de ensino favorecer no aluno as atividades de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar, estaremos no caminho da Aprendizagem Ativa.

Barbosa e Moura afirmam ainda que a Aprendizagem Ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Segundo eles, em um ambiente de Aprendizagem Ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento.

Para Barbosa e Moura (2013 p.55), a diferença fundamental que caracteriza um ambiente de Aprendizagem Ativa é a **atitude ativa da inteligência**, em contraposição à atitude passiva geralmente associada aos métodos tradicionais de ensino. Ele ressalta ainda que, tão importante quanto pensar no que está fazendo, é sentir o que está fazendo.

Se analisarmos todas as afirmações aqui apresentadas podemos dizer que as metodologias ativas estão alicerçadas em um princípio teórico significativo: **a autonomia**, algo explícito na invocação de Paulo Freire onde ele afirma que a educação contemporânea deve pressupor um discente capaz de auto gerenciar ou autogovernar seu processo de formação.

1.1 Pedagogia de Projetos

Pedagogia é vocábulo que vem do grego: *paedo-*, cujo significado é “criança”. Deriva do grego *paidagogikos*. Já a palavra *projeto* vem do latim *projectus*, *-us* que significa objeto projetado.

A fim de melhor entender o significado da expressão “pedagogia de Projetos”, pode-

se afirmar que se constitui de ações sucessivas as quais são direcionadas ao alunado em efetivo e contínuo planejamento².

O termo Pedagogia de Projetos passou a ser conhecido no Brasil com a divulgação do movimento chamado Escola Nova. Este movimento veio se contrapor ao sistema de escola tradicionalista e até hoje gera muita controvérsia no meio educacional. A Pedagogia de Projetos não é um modelo pedagógico ou uma metodologia de ensino e sim um movimento que foi resultado de pesquisas de educadores europeus como Montessori, Decroly, e outros, e na América do Norte seus representantes foram John Dewey e William Kilpatrick. Foram eles que criaram o chamado "Método de Projetos" e suas propostas pedagógicas foram introduzidas e disseminadas no Brasil por Anísio Teixeira e Lourenço Filho.

A ideia principal da Pedagogia de Projetos ou também conhecida como Pedagogia por Projetos é fazer com que o aluno seja o ator principal do processo ensino/aprendizagem e com isso participe com mais afinco de todo este processo de construção do conhecimento. Este conceito pode ser encontrado na teoria construtivista de Piaget onde ele afirma que o indivíduo constrói e produz o conhecimento através da interação com o ambiente em que ele vive e que esta interação, seja através da participação em um projeto ou não, propicia o desenvolvimento da aprendizagem.

Segundo a teoria piagetiana, o sujeito (aluno) é um ser ativo que estabelece relação de troca com o ambiente ou objeto (físico, pessoa, conhecimento) num sistema de relações vivenciadas e significativas, uma vez que este é resultado de ações do indivíduo sobre o meio em que vive, adquirindo significação ao ser humano quando o conhecimento é inserido em uma estrutura – isto é o que se denomina assimilação. A aprendizagem desse sujeito ativo exige sempre uma atividade organizadora da interação estabelecida entre ele e o conteúdo a ser aprendido e é neste contexto que se enquadra a pedagogia de projetos, orientando o processo de ensino/aprendizagem. (Portal Educação, 2009.s.n.t)

Outra teoria intrínseca à ideia de se trabalhar a educação através de projetos foi escrita por Howard Gardner, intitulando-se a “Teoria das Inteligências Múltiplas” onde destaca:

“A Teoria das Inteligências Múltiplas, de Howard Gardner (1985) é uma alternativa para o conceito de inteligência como uma capacidade inata, geral e única, que permite aos indivíduos uma performance, maior ou menor, em qualquer área de atuação. Sua insatisfação com a ideia de QI e com visões unitárias de inteligência, que focalizam

² Retirado do material do curso de Pedagogia de Projetos cursado através do Portal Educação, disponível em <http://www.portaleducacao.com.br> (2009). O referido material não possui indicação de autores nem notas tipográficas, há apenas a indicação da bibliografia consultada na página 88.

sobretudo as habilidades importantes para o sucesso escolar, levou Gardner a redefinir inteligência à luz das origens biológicas da habilidade para resolver problemas. Através da avaliação das atuações de diferentes profissionais em diversas culturas, e do repertório de habilidades dos seres humanos na busca de soluções, culturalmente apropriadas, para os seus problemas...”

(GAMA, Maria C.S.)

Seymour Papert, educador do MIT (Massachusetts Institute of Technology), quando utilizou o termo construcionismo baseado nas ideias de Piaget sobre o processo de aprendizagem também afirmou que “a construção de um conhecimento se dá, quando o indivíduo através do fazer, constrói objetos de seu interesse, que podem ser um relato de uma experiência ou um desenvolvimento de um programa para computador (Construção com liberdade de criação)”. (Portal Educação, 2009.s.n.t)

Podemos afirmar também que o conceito de Pedagogia de Projetos baseia-se na construção de ambientes dinâmicos de aprendizagem o que também é a base da teoria sócio interacionista de Vigotsky, apontando a cooperação como fator destacado para a promoção da aprendizagem. Neste caso, a elaboração de projetos de aprendizagem coletivos onde o aluno precisa interagir, participar e se relacionar com outros indivíduos demonstra a proximidade das duas teorias.

A Pedagogia de Projetos pode oferecer uma estratégia de construção de identidades, uma vez que o aluno perceba que o projeto será uma ocasião de conquistar um maior reconhecimento social, o que afeta positivamente sua identidade e conceito de cidadania.

Neste sentido, este trecho extraído do documento elaborado por José Fernando Kieling e Maria da Graça Souza traduz muito bem esta questão.

Somente uma escola centrada democraticamente no seu educando e na sua comunidade local, vivendo as suas circunstâncias, integrada nos seus problemas, levará os seus educandos a uma nova postura (...), à pesquisa, em vez da mera, perigosa e enfadonha repetição de trechos e de afirmações desconectadas das suas condições de vida ... Escola que se faça uma verdadeira comunidade de trabalho e de estudo, plástica e dinâmica. E que, em vez de escravizar crianças e mestras a programas rígidos e ‘nacionalizados’, faça com que aquelas aprendam sobretudo a aprender. A enfrentar dificuldades. A resolver questões. A identificar-se com sua realidade. A governar-se, pela ingerência nos seus destinos. A trabalhar em grupo [...] Dialogando, debatendo problemas, o educando estaria vivendo a democracia na sua educação (KIELING e SOUZA, 2005 p. 100-101)

Outro fator importante que merece destaque no conceito da Pedagogia por Projetos é a questão da pesquisa científica. O que é um pesquisador ou um cientista se não um indivíduo que busca por si só o conhecimento para a resolução de diversos problemas do seu dia a dia?

Neste sentido, os conceitos que norteiam a Pedagogia de Projetos estão fortemente ligados a educação científica não só por incitar a criatividade e a busca por novos conhecimentos mas também por fazer com que o alunado aproprie-se deste conhecimento através das aplicações práticas em seu dia a dia, favorecendo a compreensão dos conceitos científicos e metodológicos que nos rodeiam.

Segundo Moraes, Ramos e Galiazzi (2007, p.1):

“o conceito de educar pela pesquisa é uma abordagem que exige mudanças radicais na organização das atividades de aula, envolvendo perguntas e respostas capazes de desafiar continuamente conhecimentos já construídos. Educar pela pesquisa é aqui defendido como participar do processo da ciência, conjunto de ações concretizado na linguagem, com intenso envolvimento da fala, da leitura e da escrita. Assumindo-se as verdades como em permanente movimento de reconstrução, argumenta-se que pesquisar na sala de aula propicia espaços para a emergência de sujeitos históricos, com capacidade para intervir nas transformações sociais dos contextos em que vivem. A pesquisa na sala de aula, na abordagem deste texto, pode ser uma atitude do professor de Química, assim como dos professores das demais áreas.”

De acordo com o Buck Institute for Education o tema “Aprendizagem por Projetos” pode ser definido como “um método sistemático de ensino-aprendizagem que envolve os alunos na aquisição de conhecimentos e habilidades por meio de um processo de investigação, estruturado em torno de questões complexas e autênticas e de produtos e tarefas cuidadosamente planejadas”.

A expressão “Aprendizagem Baseada em Projetos” pode ser facilmente confundida com “Aprendizagem Baseada em Problemas” pois a sigla em língua inglesa para os dois conceitos é a mesma PBL (Project Based Learning e Problem Based Learning).

Embora o desenvolvimento de um projeto geralmente ocorra com a resolução de problemas, uma prática tem como foco o problema, e a outra, o projeto. Por outro lado, ambas têm como premissas o ensino centrado no aluno e a aprendizagem colaborativa e participativa. Em geral, a terminologia “aprendizagem baseada em projeto” é aplicada a modalidades em que há um produto tangível como resultado. (RODRIGUES, 2009, p. 1)

De acordo com Rodrigues (2009), ter um objetivo que se traduz num produto tangível é um componente poderoso na motivação: os estudantes identificam um sentido para buscar e selecionar informações, relacionar o que encontram com o que já têm, compartilhar ideias e

achados com os colegas e professores, agir e interagir para chegar ao objetivo.

Para tratar esses aspectos relacionados à motivação Cernev e Hentschke (2012 pág.87), apontam que a teoria da autodeterminação pode ser uma alternativa viável de interpretação. Para esta teoria existem três necessidades psicológicas básicas que precisam ser satisfeitas: as necessidades de autonomia, competência e pertencimento e que para as pessoas satisfazerem suas necessidades psicológicas básicas, necessitam de suporte e apoio do ambiente.

De acordo com Deci e Ryan (apud Cernev e Hentschke, 2012 pág.89) a teoria da autodeterminação é apresentada como um modelo que investiga as necessidades psicológicas básicas de autonomia, competência e pertencimento de todos os indivíduos e as construções sociais geradas pelo ambiente. Ainda segundo os autores, as pessoas podem experimentar diferentes tipos de necessidades, tais como as necessidades fisiológicas (como sede e fome), as necessidades psicológicas básicas (autonomia, competência e pertencimento) e as necessidades sociais (como realização, poder e intimidade).

Os autores proponentes da teoria da autodeterminação argumentam que as necessidades psicológicas básicas existem na natureza humana e, portanto, são inatas a todas as pessoas. As necessidades sociais não são inatas, elas surgem a partir de experiências pessoais e únicas, variando consideravelmente de um indivíduo para outro. As necessidades sociais dependem do tipo de interação com o ambiente social que cada indivíduo estabelece com seu autoconceito. (Cernev e Hentschke, pág.89)

Neste sentido, as atividades propostas desta pesquisa propiciam ao aluno a autonomia necessária para que ele participe das atividades, pois não há cobrança de se realizar ou entregar exercícios tradicionais ou necessidade de estar presente em todas as reuniões do grupo. O aluno pode somente participar da montagem do Kit Robótico, ou das atividades práticas ou simplesmente participar das discussões do grupo. Cabe a ele escolher as atividades na qual se considera competente para ajudar e nas quais ele pode colaborar com o grupo.

1.2 Aprendizagem baseada em problemas - PBL

Segundo Dias e Fonseca (2015, p.5), A história do método PBL (Problem-Based-Learning) se inicia em 1965, quando John Evans assume a reitoria da escola de medicina de McMaster, na cidade de Hamilton, província de Ontário, no Canadá com o desejo de alterar a maneira como a medicina estava sendo ensinada. Para isso ele seleciona quatro jovens médicos, que concordavam com seu pensamento e forma um Comitê de Educação da McMaster e ficaram conhecidos como os Cinco Fundadores.

Este Comitê tinha como objetivo permitir que seus estudantes de medicina tivessem habilidades para resolver problema, juntar, avaliar, interpretar e aplicar uma grande quantidade de informações que trouxessem melhores respostas aos pacientes. Neste intuito, passaram a visitar outras Instituições, em busca de inspirações que possibilitariam mudanças no processo ensino-aprendizagem e assim o fizeram, desencadeando por vez, a difusão do método pelo mundo. (MAMEDE apud DIAS e FONSECA, 2015, p.6)

Dias e Fonseca afirmam ainda que na década de 70, o PBL foi introduzido na Universidade de Maastricht, na Holanda, em Newcastle na Austrália e Harvard, nos Estados Unidos. Ele ressalta que no Brasil, o mesmo foi implantado na Escola de Saúde Pública do Ceará em 1993, na Faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA) em 1997 e no curso de Ciências Médicas da Universidade de Londrina (UEL) em 1998.

Ainda segundo os autores, a PBL ou também conhecida como pedagogia da problematização é um modelo de ensino contemplado no chamado Método Paulo Freire ou educação libertadora, a qual valoriza o diálogo e desmistifica a realidade pondo em prática os saberes prévios fornecendo assim um ambiente propício para a construção do conhecimento pelo próprio aluno.

Atualmente, esta metodologia vem sendo adotada em diversas universidades do mundo, assim como no Brasil, não apenas na área da saúde, mas também em outras áreas como engenharia, enfermagem, pedagogia e também na administração, tendo como premissa básica, a utilização de problemas do cotidiano, para estimular o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do estudante.

Segundo definição do Dr. Howard Barrows e de Ann Kelson, ambos da Southern Illinois University School of Medicine, PBL é a união de currículo e processo. A caracterização de currículo diz respeito ao desafio proposto aos alunos, o qual deve ser cuidadosamente montado de forma que o aluno obtenha conhecimento crítico, proficiência em resolver problemas, estratégias para a busca do conhecimento e habilidades de trabalho em equipe, uma vez que a comunicação no grupo é fundamental para a solução. Já o caráter de processo se dá pelo fato de que o PBL sugere reuniões entre os grupos e o professor e alguns itens que podem melhorar e organizar o processo (SCHWADE, Guilherme V. et. al., 2011, p.3)

Schuade (2011, p.2) afirmam que seguindo a metodologia da PBL, é possível montar aulas mais atraentes ao aluno, facilitando a fixação do conteúdo, além de desenvolver habilidades de trabalho em grupo e pesquisa, ambas trabalhadas no decorrer da experiência.

Para Vignochi (2009, p.2) o ensino de novos conteúdos deve permitir que o aluno se desafie a avançar nos seus conhecimentos, sendo necessário um trabalho de continuidade e ruptura em relação aos conhecimentos que o aluno traz. Para ela, um dos objetivos do método PBL é o de fazer com que os alunos sejam integrados, interativos, motivados e alegres com o

processo de aprendizagem. Em seu artigo, Vignochi afirma ainda que pesquisas com alunos de escolas que utilizam o PBL já evidenciam redução do nível de stress em comparação a alunos de escolas tradicionais.

1.3 Aprendizagem Baseada em Times - TBL

Segundo Bollela et. al (2014), a aprendizagem Baseada em Times (Team-based learning – TBL) é uma estratégia instrucional desenvolvida por Larry Michaelsen para cursos de administração nos anos 70, direcionada para grandes classes de estudantes. O autor desta teoria procurava criar oportunidades e obter os benefícios do trabalho em pequenos grupos de aprendizagem, através da formação de equipes de 5 a 7 estudantes, que trabalhassem no mesmo espaço físico (sala de aula). Ainda segundo Bollela, em 2001, o governo norte-americano decidiu financiar educadores das ciências da saúde para que incorporassem novas estratégias de ensino e o TBL foi escolhido para ser disseminado. Como resultado, várias escolas de diferentes áreas tiveram professores treinados, especialmente as escolas médicas.

Bollela afirma ainda que um dos diferenciais desta estratégia se comparada com a PBL é que os alunos são avaliados pelo seu desempenho individual e também pelo resultado do trabalho em grupo, além de se submeterem à avaliação entre os pares, o que incrementa a responsabilização.

Os membros têm a oportunidade de avaliar as contribuições individuais para o desempenho da equipe. A avaliação pelos pares é essencial, pois os componentes da equipe são, normalmente, os únicos que têm informações suficientes para avaliar com precisão a contribuição do outro. É uma característica importante do TBL, pode assumir caráter formativo e/ou somativo e reforça a construção da aprendizagem, além da responsabilização individual. (BOLLELA et. al., 2014 p.5)

Outra estratégia de que o TBL faz uso é o “acordo” entre professor e estudantes da ponderação das diversas fontes de dados para avaliação: resultado do teste individual, em grupo e da avaliação entre os pares. O professor pode oferecer faixas percentuais desta ponderação, mínima e máxima e aí os alunos debatem entre si, contribuindo para a responsabilização e o envolvimento na metodologia.

Segundo Oliveira (2016, p.4) o TBL tem como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo, por meio de uma estrutura que envolve: o

gerenciamento de equipes de aprendizagem, tarefas de preparação e aplicação de conceitos, *feedback* constante e avaliação entre os colegas.

Esta técnica (TBL) baseia-se em uma sequência de atividades que incluem etapas prévias assim denominadas:

1. **Preparação individual** (pré-classe); 2. **Avaliação da garantia de preparo** (readiness assurance test) conhecido pela sigla em inglês RAT, que deve ser realizado de maneira individual (iRAT) e depois em grupos (gRAT). O termo “readiness assurance” se traduzido literalmente seria “garantia de prontidão”, entretanto optamos por traduzi-lo como “Garantia de Preparo”, mantendo o sentido de que nesta etapa, as atividades desenvolvidas buscam checar e garantir que o estudante está preparado e pronto para resolver testes individualmente, para contribuir com a sua equipe e aplicar os conhecimentos na etapa seguinte do TBL. 3. **Aplicação dos conhecimentos** (conceitos) adquiridos por meio da resolução de situações problema (casos-clínicos, por exemplo) nas equipes; deve ocupar a maior parte da carga horária. (BOLLELA et. al., 2014. p.3)

Oliveira (2016, p.27) mostra em seu estudo que o TBL vem sendo aplicado em pelo menos 24 países em todos os continentes sendo que, desde a década de 80, muitos trabalhos apontam diversos benefícios do uso do TBL em várias áreas do conhecimento. No mesmo trabalho, apesar da área da saúde possuir diversas publicações na área da TBL, Oliveira encontrou apenas 4 artigos que a utilizam especificamente no ensino de Física, porém, nenhum deles na pós-graduação, o que demonstra que mesmo sendo uma técnica utilizada em vários países com bons resultados, no Brasil, especificamente no ensino de Física ainda não existem muitas pesquisas nesta área.

1.4 Aprendizagem centrada em tarefas

A teoria da Aprendizagem Centrada em Tarefas (Task-Centered Strategy) de Merrill (apud Fiscarelli, 2016, p.5), considera que os modelos educativos mais adequados e os que geram efeitos positivos na melhoria da aprendizagem são os que se concentram nos problemas e envolvem o aluno em quatro fases de aprendizagem. São elas: 1-ativação da experiência prévia; 2-demonstração de competências; 3-aplicação de competências; e 4-integração destas competências em atividades no mundo real.

Ainda segundo Merrill:

“Ele aponta cinco princípios contidos neste modelo que potencializam e dão suporte à prática pedagógica.
O primeiro princípio diz respeito ao envolvimento do aluno na resolução de problemas do mundo real, enfatizando a necessidade da apresentação contextualizada do

conteúdo a ser aprendido.

O segundo princípio aponta que é fundamental que, ao se desenvolver novos conteúdos, estes sejam relacionados aos conhecimentos já dominados pelos alunos, pois estes são capazes de ativar e dar suporte aos novos conhecimentos.

O terceiro princípio propõe que, a partir da demonstração de novos conhecimentos aos alunos, seja por exemplos, representações visuais, animações ou vídeos, a compreensão dos conteúdos se torna mais fácil.

O quarto princípio sugere que a aplicação dos novos conhecimentos subsidia a compreensão do contexto de aplicação do novo conhecimento, o que auxilia o aluno a perceber a utilidade e importância deste conteúdo a ser aprendido.

O quinto e último princípio considera que com a integração dos novos conhecimentos no mundo do aluno se potencializa a aprendizagem.” (MERRILL apud FISCARELLI, 2016, p.5)

Segundo Fiscarelli e Uehara (2016, p.6), este método defendido por Merrill é uma versão mais completa ou aprofundada da Aprendizagem Baseada em Problemas, pois além de possibilitar a problematização do conteúdo, incorpora a ideia de um guia ou roteiro que conduz o aluno durante todo processo de aquisição do conhecimento. Este guia ou roteiro, chamado de Roteiro de Atividade – RA por Fiscarelli e Uehara é fundamentado pela Aprendizagem Baseada em Tarefas e pela Component Display Theory (CDT), de M. David Merrill (1983)

Merrill (1983) afirma que existem duas formas de apresentação de instrução: primárias e secundárias. Na Component Display Theory (CDT) ele especifica quatro formas primárias: regras, exemplos, generalização e práticas, já as formas secundárias de apresentação incluem: pré-requisitos, objetivos, ajudas, mnemônicas e feedback. Sendo que a instrução é mais eficaz na medida em que contém todas as formas primárias e secundárias. Assim, seguindo esse autor, uma instrução completa consiste numa sequência de regras, exemplos, recordação, prática, feedback, ajuda e mnemônicas adequada à tarefa que está sendo aprendida. (MERRILL apud FISCARELLI e UEHARA, 2016, p.7)

Há décadas que autores e teorias da aprendizagem vêm mostrando que a sequência da instrução é fundamental para que o aluno faça uma boa aprendizagem. Para que a aprendizagem ocorra, as atividades precisam envolver o aluno, motivando-o na busca do significado de algum conceito ou ideia. As atividades devem estar estruturadas em torno de um tema, para que o aluno não desvie sua atenção, não se disperse em seus estudos. É neste contexto que os Roteiros de Atividade propostos por Merrill e utilizados por Fiscarelli e Uehara se propõem a servir como ferramentas no processo de aprendizagem.

1.5 Sala de Aula invertida ou Flipped Classroom

Este método inverte a lógica tradicional de organização da sala de aula passando para

os estudantes a responsabilidade de aprenderem o conteúdo em suas próprias casas, por meio das diversas ferramentas TDICS (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) disponíveis ou outros recursos interativos, como games ou arquivos de áudio e até mesmo livros físicos. A sala de aula é usada para sanar dúvidas, realizar exercícios, atividades em grupo e realização de projetos e o professor ou facilitador aproveita para tirar dúvidas, aprofundar no tema e estimular discussões.

Vários autores relatam a experiência de trabalhar com este método/modelo. Segundo Trevelin, Pereira e Neto (2013) a primeira utilização deste modelo foi realizada por Eric Mazur, na Universidade de Harvard, nos anos 90 e é conhecida como *Peer Instruction*³ – Instrução por pares. Em 2000, Platt e Treglia (apud TREVELIN, PEREIRA e NETO, 2013), professores da Universidade de Miami, nos Estados Unidos, aplicaram este método, chamado de “Inverted Classroom” em disciplinas de introdução à Economia. Em 2004 Salman Khan começou a gravar alguns vídeos e posteriormente fundou a Khan Academy (www.khanacademy.org), uma entidade sem fins lucrativos que disponibiliza mais de quatro mil vídeo-aulas para jovens e adultos dos mais variados assuntos, como por exemplo, Matemática, Biologia, Química, Física, Finanças e História (em inglês).

Porém, de acordo com Tucker (Apud TREVELIN, PEREIRA e NETO, 2013), Aaron Sams e Jonathan Bergmann, professores da Woodland Park High School, utilizaram em 2008 este processo de ensino-aprendizagem que batizaram de Flipped Classroom tendo inclusive criado uma organização para divulgar amplamente este conceito, a Flipped Learning Network, que pode ser visitada em <http://www.flippedlearning.org>.

Segundo Oliveira (2016), não existe um único modo de inverter uma aula, cabe ao professor encontrar e adequar a melhor maneira de fazê-lo à sua turma. Os métodos de ensino baseado no trabalho em grupo (Team-based learning) e no desenvolvimento de projetos (Project-based learning) podem ser uma dessas maneiras, bem como a utilização de tecnologias de informação, sem que haja substituição dos professores por computadores. O educador orienta enquanto que as máquinas são apenas meios de aprimoramento das aulas.

Ainda segundo Oliveira (2016), o professor não precisa inverter toda sua aula, pode inverter apenas um conceito ou um tópico, alguns, ou todos. Quando se está iniciando o ensino

³Peer Instruction – Instrução por Pares. Os grupos são formados por alunos com diferentes níveis de conhecimento. Antes da aula, o aluno deve estudar o material de apoio e responder, via LMS, um conjunto de questões. Durante a aula, o professor apresenta o material intercalado com questões para discussão, visualizações e exercícios de lápis e papel. Os alunos usam simulações animadas, desenvolvidas para ajudá-los a visualizar conceitos e realizarem experimentos em grupos, com o auxílio do computador na aquisição e análise dos dados. O professor faz perguntas periodicamente sobre conceitos, e os alunos discutem e respondem através do sistema de resposta interativo (OLIVEIRA, 2016)

invertido sugere-se selecionar apenas um conjunto de conceitos principais, ou tópicos, que são mais difíceis para os estudantes e partir desse ponto. O conteúdo, o ritmo, o estilo de aprendizagem e as formas com que os alunos demonstram seus conhecimentos são gerenciados por eles mesmos; o professor harmoniza-se a abordagens instrucionais e colaborativas para atender as necessidades de aprendizagem e trajetórias de aprendizagem individuais.

1.6 Vários caminhos – um objetivo

Todos os métodos e modelos apresentados aqui fazem referência às metodologias ativas. Na Aprendizagem Ativa, em oposição à aprendizagem tradicional e passiva, bancária, baseada na transmissão de informação pelo professor, o aluno assume uma postura mais ativa no processo de construção do conhecimento, no qual ele resolve problemas, desenvolve projetos e, com isto, cria oportunidades para o aprendizado. Como já foi explanado até aqui, diversas estratégias têm sido utilizadas para promover a Aprendizagem Ativa como a aprendizagem baseada na pesquisa (ABP, TBL, etc.) e outras mais que não foram amplamente exploradas neste trabalho podem ser citadas, tais como:

- Peer Instruction (PI) - Prof. Eric Mazur;
- Ciclo de Aprendizagem Vivencial (CAV) - pesquisador David Kolb;
- Game Based Learning (GBL) – Vários pesquisadores;
 - Ver também games For Learning Institute (<http://g4li.nyu.edu/about.html>);
- Teaching Case – Estudo de Caso;
- Simulações;
- Just-In-Time Teaching (JiTT) – NOVAK.

Apesar das inúmeras e singulares teorias/metodologias ativas ou até mesmo das interpretações das mais diversas correntes da educação, um elemento parece ser uníssono entre elas: o foco no aluno.

O Quadro 01 sintetiza cronologicamente algumas das principais teorias e metodologias aqui abordadas que consideram essencial fomentar uma postura ativa do aluno no processo de aprendizagem.

Quadro 01 – Teorias/Métodos de aprendizagem.

Ano	Autor(es)	Teoria
Século 16	BERBEL	Aprendizagem/metodologia Ativa Conduz os alunos a problematizarem aspectos da sua própria realidade e relacioná-los com os temas de estudo. Motiva os alunos a buscarem desafios e superá-los na tentativa de atingir a apropriação do conhecimento.
1930	DEWEY Anísio Teixeira	Pedagogia/Aprendizagem por Projetos - PBL Cria uma unidade centralizada e planejada de instrução denominada “Projeto” e faz com que o aluno seja o ator principal do processo de aprendizagem e com isso participe com mais afinco de todo este processo de construção do conhecimento. O projeto é proposto
1965	EVANS BARROWS KELSON	Aprendizagem Baseada em Problemas - PBL É a união de currículo e processo. A caracterização de currículo diz respeito ao desafio proposto aos alunos e o caráter de processo se dá pelo fato de que o PBL sugere reuniões entre os grupos e o professor e alguns itens que podem melhorar e organizar o processo. O problema é descoberto pelo aluno.
1970	Larry Michaelsen	Aprendizagem Baseada em Times - TBL Baseia-se na criação de equipes/times para a resolução de problemas privilegiando a aprendizagem compartilhada e entre os pares. A TBL estimula o constante diálogo, valorizando e estimulando as habilidades individuais a serviço da equipe.
1970	Azevedo Miranda e Suanno Moraes Papert	Robótica na Educação Exige do aluno a organização de tarefas e pensamentos levando-o a pensar na essência do problema, assimilando-o para, posteriormente, fazer sentido no seu conhecer. Interdisciplinar
2007	MERRILL	Aprendizagem Centrada em Tarefas Complementa a PBL introduzindo a ideia de um roteiro de atividades a fim de orientar o processo de aprendizagem.
2008	Aaron Sams e Jonathan Bergmann	Sala de Aula Invertida – Flipped Classroom Inverte a lógica tradicional de organização da sala de aula. O aluno estuda/aprende em casa e sala de aula é usada para sanar dúvidas, realizar exercícios, atividades em grupo e aprofundar no tema.

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando as diversas propostas e abordagens para promoção de uma postura proativa do aluno durante o processo de aprendizagem, propomos realizar um exercício de pensar em algumas analogias para facilitar o entendimento destas concepções semelhantes e ao mesmo tempo tão distintas.

Analogia 1 – Aprendizagem Baseada em Projetos

Como unidade de projeto ou objetivo, podemos criar a seguinte situação: O professor propõe a todos os alunos que estes precisam dar a volta ao mundo de carro. Com este “Projeto” definido, o professor assume o volante do veículo e “chama” seus alunos à participar do projeto. Neste momento, cabe ao professor convencer a todos de que a ideia é boa. Aos alunos, cabe apenas sentar no banco do carona e iniciar a viagem. À medida que os problemas vão aparecendo, o professor, neste caso o motorista, apresenta as situações aos alunos e questiona sobre as possíveis soluções, provocando todos a participarem da resolução dos problemas.

Neste caso o professor detém a “direção” da aprendizagem o tempo todo e neste sentido ele pode direcionar as questões/problema a alunos específicos.

Analogia 2 – Aprendizagem Baseada em Problemas

Tomando como base o mesmo objetivo: “Dar a volta ao mundo de carro” este método tem uma abordagem diferente pois neste caso o professor dá as chaves do carro aos alunos e toma o assento do carona. Nesta situação o aluno vivencia os problemas ao invés de ser dirigido a eles. O aluno, por exemplo pode se virar ao professor e dizer: “Não sei dirigir”. Diante deste problema, que foi encontrado pelo próprio aluno, cabe ao professor fornecer as orientações necessárias para a resolução deste problema e permitir que o próprio aluno, a seu tempo ultrapasse este obstáculo. Neste caso os alunos é que possuem a “direção” do aprendizado, cabendo ao professor apenas alertar, baseado em sua experiência, as possíveis situações que os alunos encontrarão.

Analogia 3 – Aprendizagem Baseada em Times

Com o mesmo objetivo: “Dar a volta ao mundo de carro”, este método prevê que os alunos se organizem em equipes para resolver o desafio. Neste caso o professor seleciona alunos com várias habilidades, “dá as chaves do carro” a eles e propõe o mesmo desafio. Cabe aos alunos (equipes) definir, baseados nas habilidades individuais de cada um, quem vai dirigir o veículo, quem vai olhar o mapa/GPS, quem vai controlar o tempo de viagem, etc. Este modelo prevê a colaboração entre todos pois se um indivíduo não colaborar com o coletivo, todos podem fracassar.

Analogia 4 – Aprendizagem Centrada em Tarefas

Este método, por ser uma complementação ao PBL (Problema) também é dirigido pelo aluno ou grupo de alunos onde o professor deve criar/desenvolver uma série de tarefas isoladas que ao final darão ao aluno (alunos) condições de cumprir o objetivo. No caso da “volta ao mundo”, o professor elabora atividades práticas ou não para que o aluno desenvolva a capacidade de dirigir um veículo ou ler um mapa e ao final das atividades entende-se que o aluno estará apto a conduzir o veículo ao redor do mundo e portanto, cumprir o objetivo proposto.

Analogia 5 – Sala de Aula Invertida

Neste caso, extrapolando todos os limites, o professor diz aos alunos para irem para

casa e pesquisar em locais previamente combinados, como se dirige um carro ao redor do mundo. Na aula presencial, o professor irá resolver junto com os alunos os problemas e dúvidas encontrados por todos.

A eficiência destas metodologias, conceitos, técnicas, correntes de pensamento e teorias foram vivenciadas pelo autor em vários casos reais na Escola Técnica Dr. Adail Nunes da Silva em Taquaritinga/SP onde, em 2008 foram apresentados quatro trabalhos de conclusão de curso (TCC) orientados principalmente com o conceito da Pedagogia de Projetos sendo que o primeiro trabalho feito pelos alunos com esta metodologia, intitulado Guindaste MAX (VOLANTE, OLIVEIRA, OLIVEIRA, 2008), obteve o primeiro lugar na FETEPEPS⁴ 2008, comprovando o reconhecimento e a eficácia dos métodos.

Outro indicador que deve ser considerado e comprova a relação entre as ideias apresentadas é a defesa do projeto intitulado “Robótica educacional à luz da Pedagogia de Projetos” no prêmio Microsoft Educadores Inovadores⁵ 2009. Este projeto é do próprio autor desta dissertação e foi reconhecido e premiado em primeiro lugar entre outros 702 projetos educacionais apresentados.

Como estamos falando em educação, transformar as ações em sala de aula em uma obra onde o aluno possa construir seu próprio conhecimento não deve ser responsabilidade que pode ser implicada a um livro ou a um simples modelo educacional. Construir ou não conhecimentos, na prática educativa, está diretamente relacionado à atuação do professor e à resposta dos alunos frente às provocações educativas. Isto implica em acreditar que o conhecimento não é simplesmente transmitido ou “passado” de uma pessoa para outra, mas deve ser construído através da atuação do próprio indivíduo sobre o que deve ser conhecido. Essa atuação consiste em explorar, observar, comparar, pesquisar, relacionar, discriminar, levantar hipóteses, concluir, posicionar-se, etc.

Retomando o conceito de aprendizagem, segundo Valente (1999. p.69) ela pode ocorrer basicamente de duas maneiras: a informação é memorizada ou é processada pelos esquemas mentais e esse processamento acaba enriquecendo esses esquemas. Neste último caso, o conhecimento é construído. Essas diferenças em aprender são fundamentais, pois em um caso significa que a informação não foi processada e, portanto, não está passível de ser

⁴ FETEPEPS – Feira Tecnológica do Centro Paula Souza - <http://www.cpscetec.com.br/feteps>

⁵ O Prêmio Microsoft Educadores Inovadores valoriza e reconhece os melhores projetos educacionais desenvolvidos por professores brasileiros (escolas públicas, privadas e técnicas) que utilizam a tecnologia para melhorar os processos de ensino e aprendizagem. O objetivo é incentivar o desenvolvimento de ações de incorporação das tecnologias em atividades que proporcionem um melhor desempenho da comunidade escolar.

aplicada em situações de resolução de problemas e desafios. Essa informação, quando muito, pode ser repetida de maneira mais ou menos fiel, indicando a fidelidade da retenção. Por outro lado, o conhecimento construído está incorporado aos esquemas mentais que são colocados para funcionar diante de situações problema ou desafios. Neste caso, o aprendiz pode resolver o problema, se dispõe de conhecimento para tal ou deve buscar novas informações para serem processadas e agregadas ao conhecimento já existente.

Além destes conceitos de aprendizagem e conhecimento deve-se levar em conta a expertise leiga⁶ onde o aluno já vivenciou e já conhece sobre determinado conteúdo, estabelecendo objetivos que resultem em uma ampliação de seu conhecimento inicial. É nesta base de conhecimento que o professor trabalha, valoriza, explora e se constitui coadjuvante em todo o processo de construção do conhecimento, estando próximo ao aluno para orientá-lo em todo este conjunto de saberes.

O educador que segue a linha do construtivismo deve acreditar na informação como uma maneira de multiplicar os conhecimentos já existentes do aluno, colaborando assim para a construção e apropriação⁷ do conhecimento científico, buscando sempre por desafios que norteiem o aluno a conquistar mais informações e soluções que ultrapassem as que ele próprio conhece.

Estes conceitos oferecem ao aluno as oportunidades de respostas, caminhos e soluções variadas e criativas, estabelecendo entre professor e aluno a troca das muitas possibilidades do pensamento. Portanto, a construção do conhecimento está ligada diretamente ao educador/mediador da aprendizagem que é o professor e cabe à ele tornar a sala de aula um ambiente saudável que estimule o estabelecimento de relações e encaminham à pesquisa.

É com base nestas perspectivas que as reflexões são aqui apresentadas e a ideia de aprendizagem de física com a utilização da ferramenta Arduíno e demais metodologias ativas são abordadas como ferramentas que podem contribuir com o processo de ensino/aprendizagem.

O conhecimento é construído com informações pertinentes, não cabe mais à escola e ao professor a simples função de transmissão deste conhecimento, já que existem outros meios muito mais eficientes e atrativos como a Internet por exemplo. O grande problema continua sendo a orientação à pesquisa e à busca e construção de bases sólidas do conhecimento. Não

⁶ Modelos de percepção segundo Lewenstein: Déficit Cognitivo, Contextual, Expertise Leiga e Participação pública. A Expertise Leiga pode ser compreendida como o conhecimento prévio do indivíduo.

⁷ Percepção, Compreensão e Apropriação do conhecimento são termos citados nos artigos de Vogt, Alonso e Souza C.M.

podemos negar a velocidade que a Internet implica no processo de construção do conhecimento, haja vista que, com um simples clique do mouse nós visitamos os museus mais famosos do mundo, mas só velocidade e quantidade de informação não bastam. Mesmo antes do surgimento da rede mundial de computadores, todos nós, de certa maneira, tínhamos acesso às informações, o que ocorreu com o advento das novas tecnologias foi a aceleração no acesso às informações, o aumento significativo na quantidade de materiais encontrados e principalmente o contato com inúmeras opiniões e pontos de vista encontrados na rede. Neste cenário, a escola tem, ou deveria ter o papel de possibilitar a construção do conhecimento utilizando as várias informações e recursos disponíveis pois, mesmo antes da internet, a necessidade de orientação para a construção do conhecimento se fazia necessária e nos dias de hoje continua imprescindível e com uma agravante, a facilidade e quantidade de informações conseguidas hoje pelos alunos ao invés de contribuir fazem com que o sentido de “pesquisa” seja futilizado e a baixa qualidade dos trabalhos oriundos deste processo continuam inundando a rede e contaminando as informações que serão futuramente utilizadas.

Levando isto em conta, o professor deve ser o orientador do estudo ou mesmo aquele que deve conduzir todo o processo da aprendizagem, estimulando a pesquisa a crítica e o saber. Desta forma o aluno torna-se o agente da aprendizagem, sendo um estudioso autônomo, capaz de buscar por si mesmo os conhecimentos necessários à resolução de seus problemas sempre partindo de seus próprios conhecimentos. Este processo experimental e individual de cada aluno o faz seguir em direção a outras formas de saber.

1.7 A relação professor/aluno no contexto da “Aprendizagem Ativa”.

O professor em questão deve ser o indivíduo que fornece as condições para que o aluno aprenda por si só e através de suas experiências. Este professor, não deve ser o modelo de educador que vemos nos dias de hoje, que apenas transmite o suposto conhecimento “enlatado” nos livros. Este educador deve fazer parte da construção dos conhecimentos do aluno como um orientador na busca por resultados satisfatórios. A crítica feita à bibliografia utilizada nas escolas não é no sentido do conteúdo nem tampouco da qualidade mas sim da maneira como é utilizada pelos educadores, deixando transparecer a ideia de que os conhecimentos são estanques ao conteúdo dos livros ou mesmo que os livros têm o saber absoluto. Esta forma de “ensinar” limita a capacidade criativa e coloca um fim na pesquisa e na busca por novos conhecimentos pois já ouvi por diversas vezes o discurso: “*no livro tem tudo que você precisa*”.

Refletindo nestas afirmações podemos então levantar a questão: “Qual é o papel da escola e dos professores nos dias de hoje?”. Se pensarmos no modelo militar, o indivíduo entra na instituição com o propósito de sair soldado e durante os anos em que ele permanece na instituição tudo é direcionado e preparado para isto. E na Escola? O aluno entra para sair ou ser o quê? Médico, Engenheiro, Cozinheiro, Motorista? Dizer que o aluno entra na escola para se tornar um cidadão é genérico demais pois o conceito mais simples de cidadão é o indivíduo no gozo dos direitos civis e políticos de um estado livre. Então a escola deveria construir no alunado os conceitos e noções de direito pois só com estes conhecimentos é que o indivíduo poderia então desfrutar de sua cidadania. Quem vivenciou o período escolar entre 1980 e 1985 (que é o meu caso) teve o privilégio de “estudar” disciplinas como EMC – Educação Moral e Cívica e também OSPB – Organização Social e Política Brasileira. Então pergunto novamente, se o papel da escola é formar cidadãos, onde estão estas disciplinas/conhecimentos para subsidiar o processo de cidadania?

Uma coisa é certa, algo precisa ser feito e é nesta propositura que coloco os conceitos de Aprendizagem Ativa, não como uma solução definitiva a todos os problemas mas sim como uma ferramenta de apoio ao processo educativo e ao desenvolvimento da ciência.

Segundo MORAES (2010. P.18) promover e incentivar o acesso ao conhecimento científico, a procedimentos e métodos é função do professor. O educador precisa desvendar alternativas que colaborem para o desenvolvimento das habilidades e competências do educando, conduzindo-o a um conhecimento do seu ser e do seu entorno. MORAES afirma ainda que as mudanças produzidas pelas tecnologias poderão trazer novas relações de ensino-aprendizagem, por provocarem, no professor, um repensar de sua prática pedagógica, o que não significa o abandono de suas crenças, mas a reestruturação do seu fazer diário na sala de aula.

A robótica educacional vem favorecer os educadores que procuram nas suas aulas incentivar seus educandos a desenvolverem a sua criatividade, motivados pela tecnologia que hoje está presente em algumas escolas, e por trazerem implícitos aspectos pedagógicos como elaboração de metodologias que ajudarão o aluno a construir e (re)elaborar conhecimentos, como também no processo da avaliação que possibilita novas referências para serem avaliadas, além de ser um convite ao desafio, à fantasia e à curiosidade. Para Papert (1994), o computador é a máquina das crianças; assim, a combinação de computador e jogo surge como proposta de um meio alternativo para o processo educativo. (MORAES, 2010. P.20)

Para Miranda e Suanno (2009. p. 3) cabe ao professor administrar esse novo mundo que lhe é apresentado, fazendo aflorar um novo tipo de educador, mais dinâmico, crítico e preparado para os novos desafios na educação. Assim, ele se torna um eterno aprendiz que renova seu conhecimento diariamente. Nessa perspectiva, Miranda e Suanno (2009, p.32) afirmam que “a relação professor e aluno existe como espaço inter psicológico e interpessoal,

que favorece e facilita a aprendizagem. Daí a importância dessa relação como constituidora de um espaço propício à aprendizagem”.

Esta figura do professor que trabalha com as mais diversas metodologias pode resgatar este conceito de professar ensinamentos e trabalhar com as ciências de um modo geral. Este professor deve permanecer em constante busca pelo novo e desconhecido, uma vez que seu alunado não ficará estancado aos livros didáticos e aos conhecimentos fincados aos limites da escola. A busca permanente dos alunos por novos conhecimentos incitará “o aluno que vive dentro do professor” e uma vez que este processo tenha sido iniciado, não há fronteiras para as descobertas e desenvolvimento de novos conceitos e ideias. Isto é participação social, é envolvimento entre pessoas buscando e transformando o ambiente em que vivem através da construção do conhecimento.

Seção 2 - Robótica na Educação e o Ensino de Física

Segundo Azevedo (2009. p21) a história da robótica na educação nasce com o aparecimento dos computadores no âmbito escolar. Estes surgem nos anos 70, inicialmente nos Estados Unidos e só no período de 1980 começam a ser utilizadas nas escolas do Brasil. De acordo com Azevedo, Aglaé e Pitta as primeiras experiências com o computador nas instituições educacionais objetivavam a realização de atividades de programação, desta forma abria-se um novo leque de oportunidades pedagógicas.

Podemos afirmar que a robótica é uma área multidisciplinar e que não existe por si só. Ela depende do conhecimento de várias outras ciências como a Matemática, Física, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica e tantas outras afins. Quando falamos em robótica na educação ou simplesmente “Robótica Educacional” estamos fazendo uso destes conceitos intrínsecos à robótica mas com finalidades pedagógicas e direcionadas à construção do conhecimento/aprendizagem.

Segundo Garcia e Soares (2014. P.5278) a robótica educacional é uma ação pedagógica que utiliza a aprendizagem de conceitos científicos por parte dos alunos através da interação com um robô de maneira colaborativa.

Para Cambuzzi e Souza (2014, p.40) a Robótica Educacional tem como principal característica um ambiente de aprendizagem no qual os alunos podem montar, programar e analisar o comportamento de um robô ou sistema robotizado, promovendo a socialização e a autonomia no aprendizado, criando um ambiente que reúne ciência, tecnologia e trabalho manual.

Vale lembrar, segundo Miranda e Suanno (2009. P.3) que, mesmo sendo um instrumento dinâmico, a robótica pedagógica, assim como qualquer outra tecnologia aplicada à educação, deve ser utilizada com critério e planejamento para que não ocorra um ensino tecnicista desprovido de elementos facilitadores da autonomia e da aprendizagem significativa.

Dada a sua grande flexibilidade, a Robótica Educacional pode ser aplicada nos mais diversos ramos de conhecimento e, permite aos educadores apresentar de forma lúdica e atrativa conceitos anteriormente tidos como unicamente teóricos ou de difícil compreensão:

A Robótica Educacional exige do aluno a organização de tarefas e pensamentos, desde o planejamento, até a montagem mecânica e a programação da lógica do robô. Com isto, a cada passo do projeto é necessário agregar conhecimentos múltiplos para solucionar problemas, elevando gradualmente complexidade de pensamento e, concomitantemente, o grau de atração dos alunos na resolução do problema. É a partir de todos estes aspectos relacionados à capacidade interdisciplinar, À ludicidade e o

fascínio tecnológico que a Robótica Educacional exerce sobre os alunos, que se pode perceber o potencial de sua utilização em sala de aula, seja para o ensino de algoritmos, seja no ensino de outras disciplinas como física e matemática. (CAMBRUZZI e SOUZA 2014, p.40)

De acordo com Moraes (2010, p. 19) a robótica educacional é um meio moderno e eficiente de aplicar a teoria piagetiana em sala de aula, pois o aluno é levado a pensar na essência do problema, assimilando-o para, posteriormente, fazer sentido no seu conhecer.

A grande maioria dos alunos tem dificuldade em resolver problemas que envolvem raciocínio lógico. A dificuldade para organizar o pensamento abstrato em algo lógico leva muitos alunos a desistirem de “tentar entender” as disciplinas relacionadas à matemática por exemplo.

Segundo Cambruzzi e Souza (2014, p.40) são muitos os fatores que podem ser atribuídos às dificuldades da construção de um pensamento lógico por parte destes alunos. Um destes problemas é a falta de motivação, pois geralmente o ensino das disciplinas mais “duras” como Matemática, Química e Física não estabelece uma relação entre teoria e a prática, o abstrato e sua origem no concreto, prejudicando assim a aprendizagem.

A fim de aproximar o abstrato e complexo, do concreto e lúdico, os autores apresentam em seu trabalho o uso da robótica de uma forma que permita que alunos e professores mergulhem em um ambiente de construção coletiva e de materialização de conceitos lógicos abstratos.

“... a robótica educacional é voltada a desenvolver projetos educacionais envolvendo a atividade de construção e manipulação de robôs, mas no sentido de proporcionar ao aluno mais um ambiente de aprendizagem, onde possa desenvolver seu raciocínio, sua criatividade, seu conhecimento em diferentes áreas, a conviver em grupos cujo interesse pela tecnologia e a inteligência artificial é comum a todos.” (CAMBRUZZI e SOUZA 2014, p.42)

Para Moraes (2010, p.18) a aprendizagem é percebida quando permitimos o desenvolvimento de habilidades, raciocínio lógico e organização de pensamento sem que os alunos tomem consciência da própria aprendizagem. Segundo a autora, se o aluno está motivado ele se envolve com as atividades de forma prazerosa tornando-a significativa.

O trabalho deve ter desafios, pensar e raciocinar de forma lógica é essencial em qualquer situação de aprendizagem. E este raciocínio lógico e reflexivo pode ser desenvolvido através das ações. Se o aluno é capaz de avaliar um fato, raciocinar de forma lógica e reflexiva e explorar uma ação, então o processo de equilíbrio será significativo. O aprendiz torna-se agente de seu próprio conhecimento e constrói, por si só, todo o processo de aprendizagem. A partir da interação com a realidade o sujeito em aprendizagem, busca a solução e pode avaliar, se sua ação foi correta diante da reflexão que o aprende a aprender. (MORAES, 2010 p.18)

Neste cenário da robótica aplicada à educação, segundo Miranda e Suanno (2009. p. 3) o importante é o processo, o desenrolar dos trabalhos e não o resultado por si só. Os autores afirmam que é imprescindível explorar todas as possibilidades, buscando o aprendizado por meio da reflexão individual e da interação em grupo (aluno-aluno, aluno-professor, aluno-robô, professor-robô) e em seguida propondo alternativas para a solução de situações problemas por meio do aprimoramento de montagens, ideias e abordagens.

Para facilitar o processo de utilização da robótica como recurso educacional, as escolas, docentes e alunos lançam mão de diversos kits de robótica comercial que são usados no âmbito educacional. Dentre os mais conhecidos estão os kits Lego e a plataforma Arduino.

2.1 Kits LEGO

Segundo Azevedo (2009. p.09) a tecnologia conhecida como LEGO Mindstorms é uma linha de kits, lançada comercialmente em 1998, voltada para a educação tecnológica. É constituído por um conjunto de peças de plástico, tijolos cheios, placas, rodas, tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes, acrescido de sensores de toque, de intensidade luminosa e de temperatura, controlados por um processador programável. O primeiro kit carrega também o nome de seu controlador, o RCX (Robotic Command Explorer). Os kits mais recentes são os kits NXT 1.0 e NXT 2.0.

Figura 01 - Detalhes dos kits RCX e NXT, apresentando o controlador conectado a seus sensores e motores.



Fonte: Azevedo (2009. p. 10)

De acordo com Azevedo (2009.p.10) ainda existem outras empresas que comercializam kits para robótica, entre elas estão a PNCA com os kits Alfa e a empresa brasileira Xbot com o Curumim. Também é possível a construção de robôs com componentes eletrônicos novos ou reutilizados de outros equipamentos eletrônicos. Esta “modalidade”, se é que podemos assim denominar, também é conhecida por robótica livre ou robótica com sucata,

a qual foi utilizada com sucesso pelo autor desta pesquisa resultando em um trabalho intitulado “Robótica educacional à luz da Pedagogia de Projetos”, o qual obteve o primeiro lugar entre outros 702 projetos apresentados no prêmio Microsoft Educadores Inovadores em 2009.

2.2 Plataforma Arduino

Segundo o site oficial do produto⁸, o Arduino (sem acento) é uma plataforma de hardware livre que é comumente chamada no Brasil de Arduino (com acento) e constitui-se de uma placa única, com suporte de entrada/saída embutido e utiliza-se de uma linguagem de programação simples que tem origem em Wiring⁹, e é essencialmente C/C++. O objetivo deste projeto foi criar ferramentas que são acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de se usar por artistas e amadores podendo ser usadas para o desenvolvimento de vários tipos de objetos interativos, ou ainda para ser conectado a um computador.

Figura 02 – Arduino UNO



Fonte: Site oficial Arduino <https://www.arduino.cc/>

De acordo com Evans (2013, p. 25), o Arduino teve seu início no Interaction Design Institute na cidade de Ivrea, na Itália, em 2005 com o professor Massimo Banzi. David Cuartielles desenhou a placa, e um aluno de Massimo, David Mellis, programou o software para executar a placa. Massimo contratou um engenheiro local, Gianluca Martino para produzir uma tiragem inicial de duzentas placas. A nova placa foi chamada Arduino em referência a um bar local frequentado por membros do corpo docente e alunos do instituto. As placas eram vendidas em forma de kits para que os alunos fizessem seus próprios projetos.

⁸ (<https://www.arduino.cc/>).

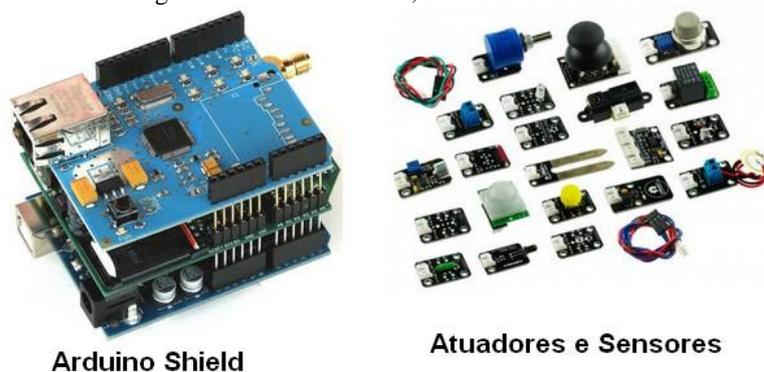
⁹ Wiring é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre composta por uma linguagem de programação, um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) e um microcontrolador de placa única. (<http://wiring.org.co/>)

Existem hoje diferentes versões de placas Arduino:

“... todas baseadas no microprocessador de 8 bits Atmel AVR reduced instruction set computer (RISC). A primeira placa foi baseada no ATmega8 rodando a uma velocidade de clock de 16 MHz com memória flash de 8 KB; mais tarde, placas tais como a Arduino NG plus e a Diecimila (nome italiano para 10.000) usava o ATmega168 com memória flash de 16 KB. As versões mais recentes do Arduino, Duemilanove e Uno, usam o ATmega328 com memória flash de 32 KB e podem comutar automaticamente entre USB e corrente contínua (DC). Para projetos que exigem mais Entrada/Saída e memória, há o Arduino Mega1280, com memória de 128 KB, ou o mais recente Arduino Mega2560, com memória de 256 KB.” (EVANS, 2013, p. 26),

As placas possuem diversos “pinos” (analógicos e digitais) que são utilizados para interconectar várias interfaces (shields) de entrada e saída de dados permitindo assim uma infinidade de opções de interconexão. As placas também podem ser interconectadas permitindo então que uma quantidade ainda maior de shields possam ser ligados ampliando ainda mais as possibilidades de projetos.

Figura 03 – Arduino shield, atuadores e sensores



Arduino Shield

Atuadores e Sensores

Fonte: Imagem construída a partir do site <http://robotstore.gr>

Seja qual for o kit ou a plataforma de robótica utilizada, a questão abordada neste trabalho diz respeito ao ensino de Física, o qual será tratado no próximo capítulo.

2.3 O Ensino de Física

Levando em consideração todo período histórico da educação brasileira, os estudos e publicações sobre o ensino de ciências (Química, Física e Biologia) podem ser considerados recentes pois datam das décadas de 80 e 90 conforme ilustra o Quadro 02:

Quadro 02 – Relação de periódicos relacionados ao tema: Ensino de física

Ano	Descrição
1987	A partir deste ano, o Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC), coordenado pelo FORMAR-Ciências (Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores da Área de Ciências), da Faculdade de Educação da UNICAMP, desenvolve no Brasil um serviço de identificação, classificação e divulgação da pesquisa educacional na área de Ciências, em especial aquela traduzida sob a forma de teses e dissertações.
1995	Criada pela UNESP, campus de Bauru, a revista Ciência & Educação.
1995	Revista Investigações em Ensino de Ciências da UFRGS.
1997	Foi criada a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec), que passou a editar a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
1999	A UFMG iniciou a publicação da revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências.

Fonte: Compilado pelo autor do livro Física 2011 de NOGUEIRA e ROMERO p.27.

De acordo com Nogueira e Romero (2011, p. 28), em 1999 essas revistas publicavam três números por ano com o objetivo de disseminar resultados de investigações conduzidas na área de Educação em Ciências.

Já o trabalho de Salem (2012, p.269), aponta por meio de diferentes parâmetros, que a produção acadêmica na área de pesquisa em ensino de Física teve um crescimento sistemático e bastante expressivo, do ponto de vista do volume de dissertações e teses. No apêndice F foram relacionados alguns destes trabalhos a partir de 2010.

Uma das principais questões que norteiam o trabalho de Salem, não só para o ensino de Física mas para qualquer área que faça uso do tema “ensino através de ferramentas educacionais” é que estes instrumentos provocam uma redefinição dos espaços da sala de aula, do papel do professor e até mesmo do que percebemos por educação.

“...este tema está intrinsecamente articulado a outras áreas de investigação, seja à formação de professores, linguagem e letramento científico, divulgação e comunicação em ciências, questões metodológicas ou políticas públicas. As pesquisas nesse campo foram reformuladas à medida que o computador ganhou poder, as ferramentas tecnológicas foram refinadas e o entendimento da aprendizagem modificou-se. Outra vertente de trabalho é a integração da modelagem computacional e visualização científica na abordagem de tópicos de física, seja na perspectiva teórica ou experimental.” (NOGUEIRA e ROMERO, 2011)

O presente trabalho não pretende discutir exaustivamente as áreas específicas de ensino, neste sentido, vamos nos centrar em alguns elementos da área de Ensino de Física para propor e contextualizar o uso de “Kit Robótico¹⁰” contendo a plataforma Arduíno na aprendizagem de alguns conteúdos desta disciplina.

Nogueira e Romero (2011, p. 30) afirmam ainda que muitas comissões nacionais e

¹⁰ O Kit Robótico é composto basicamente pela plataforma de hardware livre Arduíno, um chassi com dois motores e duas rodas, uma ponte H e um dispositivo bluetooth para comunicação e controle.

também internacionais em ensino de ciências têm chamado atenção para esses novos objetivos e o crescimento do papel da tecnologia no ensino das ciências

Segundo Nascimento (2010. p. 10), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) trazem apenas orientações sobre o que deve ser aprendido em cada etapa. Cabe aos professores o dever de adaptar esses parâmetros à realidade de suas escolas e seus alunos. Sendo assim, quanto ao o ensino da disciplina de Física, os PCN sugerem que:

“... a Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (PCN+, 2002, p. 2)

Nascimento considera que o documento destaca ainda a interdisciplinaridade e contextualização do conteúdo, dando a entender que o ensino de Física deve mudar no sentido de desmistificar o conhecimento científico, interligando-o com o que está a volta do estudante, as causas e as consequências dos fenômenos físicos nas mais diversas áreas e no mundo real.

Segundo ele, os PCN afirmam sobre esses dois conceitos o seguinte:

[...] a interdisciplinaridade deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (PCN,2000, p. 89).

Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. O tratamento contextualizado do conhecimento é recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. (PCN, 2000, p. 34).

O documento analisado também faz algumas afirmações que vêm dar sustentação as suas propostas ao afirmar que:

[...] a correlação entre conteúdos e aquisição e desenvolvimento de competências manifesta-se quando se relacionam constantemente os saberes e a sua operacionalização em situações complexas. Isso vale para cada disciplina, para seu vínculo com a área e para os vínculos entre as áreas. Essa correlação pode ser uma saída para a aparente falta de pertinência, na vida cotidiana, do saber acumulado na escola: os saberes em si não carecem de pertinência mas não se fornecem aos alunos condições para mobilizá-los e utilizá-los em situações concretas”. (PCN, 2002, p. 32).

Não obstante a este fato, Santos, Gomes e Praxedes (2010. p.3) ainda afirmam que a maneira como o ensino de Física vem se apresentando nos livros textos e conseqüentemente em sala de aula, está distanciada e distorcida do seu real propósito. Segundo os autores, as pesquisas relacionadas ao ensino de Física demonstram que o ensino atual tem assumido o caráter de preparação para a resolução de exercícios de vestibular. Para esses autores, a situação é comprovada ao observarmos o uso indiscriminado de livros e assemelhados recheados de

exercícios preparatórios para as provas dos vestibulares e que, em sua essência, primam pela memorização e pelas soluções algébricas. Nesta perspectiva, os autores dos livros didáticos estariam dando ênfase demasiada aos vestibulares, como forma de mostrar a sua preocupação com o futuro do aluno. A tendência em direcionar o ensino de Física para a resolução de problemas, que normalmente contém inúmeros cálculos fortemente influenciados pelo uso do livro didático, tem sido tema de sérias críticas as editoras e, também aos autores dos livros.

A interdisciplinaridade, a contextualização do ensino, a formação do professor, o livro didático, a existência de laboratórios de Física dentre outros fatores afetam diretamente o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física. Sendo assim, segundo Gomes e Castilho (2010. p.1) o desafio que o sistema educacional tem pela frente é o de implantar no espaço escola, atividades que envolvam a participação plena dos alunos, ou seja, que eles possam realmente por “a mão na massa” e também que os conteúdos sejam ministrados levando em consideração o cotidiano do aluno, só assim despertarão o interesse dos alunos pela ciência e conseqüentemente eles aprenderão e compreenderão os fatos e os fenômenos da Física.

Ainda segundo Gomes e Castilho (2010. p.2), as atividades experimentais e de investigação - ferramentas eficazes à contextualização do ensino de Física - são pouco utilizadas devido à falta de preparação adequada dos professores, de tempo e de incentivo institucional e material. Esse problema multifatorial resulta no desinteresse dos estudantes, e se converte posteriormente na carência crônica de professores de Física que enfrentamos, comprometendo a educação e a ciência do País.

É neste cenário que o “Kit Robótico” contendo a plataforma Arduíno é colocado como uma ferramenta para auxiliar a aprendizagem de Física pois através dos roteiros de atividades previamente planejados e elaborados, as atividades experimentais têm condições de abordar temas interdisciplinares e contextualizados com a realidade dos alunos e ao mesmo tempo fornecer ao professor um caminho para a condução da tarefa fazendo com que este oriente o processo de aprendizagem sem que haja necessidade de se seguir à risca os conteúdos dos livros didáticos. Neste caso a aprendizagem se dá pela necessidade do próprio aluno, que deve buscar o conhecimento necessário para a realização da tarefa, ou seja, para a resolução do problema proposto.

Gomes e Castilho (2010) afirmam que a utilização de atividades experimentais como mecanismos pedagógicos podem aproximar os estudantes à Física de uma forma mais concreta, sobretudo, estimulando o aluno a pensar, criar hipóteses, analisar um problema e propor soluções, como também despertar o interesse pela pesquisa científica. Portanto, a experimentação no ensino da Física é uma ferramenta auxiliadora no processo de ensino-

aprendizagem. Porém, a experimentação desvinculada da teoria não é suficiente para alcançar o conhecimento, apenas contribui para o desenvolvimento intelectual do aluno. Dessa forma, a disciplina de Física não se reduz ao mero domínio de regras, ou decoração de formulas, mas implica também os aspectos teóricos e práticos interligados.

Vale lembrar ainda, segundo Nascimento (2010. p.40) que:

... a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Física. As atividades experimentais podem ser realizadas na sala de aula, por demonstração, em visitas e por outras modalidades. Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam “teoria” e “laboratório”.

2.4 As tecnologias no ensino de física

Ainda neste contexto de aprendizagem com o uso do “Kit Robótico”, devemos salientar que o Arduíno por si só não se constitui na ferramenta em si pois há a necessidade da utilização de softwares e hardwares específicos para a constituição definitiva das atividades.

Como já foi abordado, o Arduíno é uma plataforma de hardware livre e para que atenda ao propósito aqui defendido faz-se necessário a utilização de outros componentes de hardware, tais como sensores e atuadores bem como a utilização de um software para a programação do Arduíno.

Vários são os autores que defendem a utilização dirigida de computadores na aprendizagem porém, mais uma vez cabe salientar que este estudo não pretende discorrer nem tampouco aprofundar as questões das Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC nos processos de aprendizagem, o foco da pesquisa é tão somente apontar o “Kit Robótico” como possível ferramenta para auxiliar no processo de aprendizagem de Física e por se tratar de plataforma que necessita de programação para ser utilizada, não há como não abordar, mesmo que de maneira simplista este tema.

Para Moura Castro (1998, p. 238) o potencial que as Tecnologias de Informação oferecem para a aprendizagem leva a pensar que somente a incorporação de novas tecnologias solucionará todos os problemas sem considerar as complexidades do processo educativo. Porém em sua publicação *La educacion em la era de la informática* o autor aponta três itens relacionados à tecnologia na educação dos quais dois são desafios à introdução das TIC no ensino. O primeiro deles é o desafio de introduzir a tecnologia na educação, levando-se em

conta que cada região do país é diferente e portanto deve ter estratégias diferentes para introduzir tais tecnologias na educação. O segundo diz respeito à agenda inacabada, fazendo referência às políticas públicas de inserção de computadores nas escolas e afirmando que apesar dos bons resultados em alguns países não se considera que os computadores revolucionem as escolas nem que sejam utilizados de forma massiva nos processos de aprendizagem.

Valente (1999, p.69) afirma que o computador pode ser um importante recurso para promover a passagem da informação ao usuário ou facilitar o processo de construção de conhecimento. Porém, por intermédio da análise do software, é possível entender que o aprender não deve estar restrito ao software, mas à interação do aluno-software.

Como foi mostrado por Piaget, o nível de compreensão está relacionado com o nível de interação que o aprendiz tem com o objeto e não com o objeto em si. Alguns softwares apresentam características que favorecem a compreensão, como no caso da programação; outros, onde certas características não estão presentes, requerem um maior envolvimento do professor, criando situações complementares ao software de modo a favorecer a compreensão, como no caso do tutorial. (Valente. 1999. p.70)

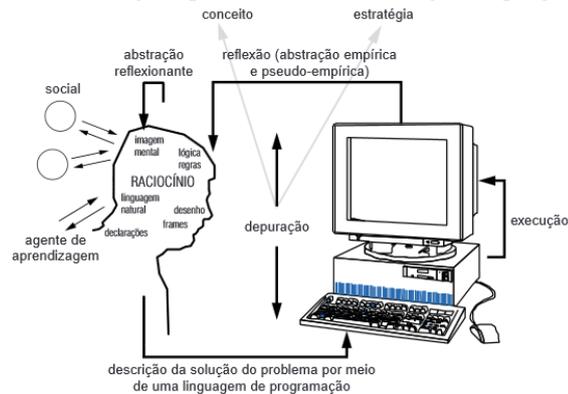
Ainda segundo Valente, cada um dos diferentes softwares usados na educação apresenta características que podem favorecer, de maneira mais ou menos explícita, o processo de construção do conhecimento.

Quando o aprendiz programa o computador, este pode ser visto como uma ferramenta para resolver problemas. O programa produzido utiliza conceitos, estratégias e um estilo de resolução de problemas. Nesse sentido, a realização de um programa exige que o aprendiz processe informação, transforme-a em conhecimento que, de certa maneira, é explicitado no programa. Embora a análise da atividade de programação seja realizada com base na elaboração de procedimentos da linguagem Logo, mais especificamente do Logo gráfico, essa análise transcende o Logo e pode ser usada para explicar o uso de outras linguagens de programação e mesmo outros usos do computador na educação. (Valente. 1999, p.91)

Sob a ótica do ciclo “*descrição-execução-reflexão-depuração-descrição*”, proposto por Valente, o programa desenvolvido pelo aluno pode ser visto como uma explicitação do seu raciocínio, em termos de uma linguagem precisa e formal onde a execução do programa pode ser interpretada como a execução do raciocínio do aprendiz (janela para a mente) e isto não acontece simplesmente, colocando o aprendiz diante do computador.

A interação aluno-computador precisa ser mediada por um profissional – agente de aprendizagem – que tenha conhecimento do significado do processo de aprender por intermédio da construção de conhecimento. Esse profissional, que pode ser o professor, tem que entender as ideias do aprendiz e sobre como atuar no processo de construção de conhecimento para intervir apropriadamente na situação, de modo a auxiliá-lo nesse processo. (Valente. 1999. p.74)

Figura 04 – Interação aprendiz-aluno na situação de programação



Fonte: Valente, 1999 p. 75

É neste contexto que os computadores e a programação constituem-se em ferramentas periféricas de apoio à utilização do Arduino. Mais uma vez vale a pena ressaltar que o presente trabalho não pretende discutir o uso de computadores em sala de aula nem tampouco a utilização de softwares educacionais específicos para o ensino de física. O computador e o software neste caso constituem apenas o “meio de programação” da plataforma Arduino.

Seção 3 – Robótica para o ensino de Física: um estudo de Campo no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza¹¹ - CEETEPS

3.1 A Instituição

Autarquia de regime especial do Governo do Estado de São Paulo, já foi vinculada à Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp e hoje é vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI), o CEETEPS é a instituição responsável pela oferta de Ensino Técnico e Tecnológico público e gratuito do estado de São Paulo, sendo a maior desta modalidade de ensino na América Latina.

O CEETEPS foi criado em 6 de outubro de 1969, na gestão do governador Roberto Costa de Abreu Sodré (1967 – 1971), no auge da ditadura militar, sob o governo do general Emílio Garrastazu Médici, poucos anos depois da assinatura dos acordos conhecidos como MEC/USAID¹² e em um período de muitas mudanças na área educacional. Criado sob a égide dos poderes instituídos pelo Ato Institucional nº 5, através do Decreto Lei Complementar s/n, o CEETEPS surgiu como entidade autárquica do estado de São Paulo, com a finalidade de desenvolver e articular a Educação Tecnológica nos graus do Ensino Médio e do Ensino Superior.

Segundo o portal da própria Instituição, hoje (Julho/2017) o CEETEPS administra 221 Escolas Técnicas (Etecs) e 68 Faculdades de Tecnologia (Fatecs) estaduais em aproximadamente 300 municípios no Estado de São Paulo. As Etecs atendem mais de 290 mil alunos em cursos técnicos de nível médio e superior tecnológicos. Só no ensino Médio e Técnico reúne mais de 211 mil estudantes voltados para os setores Industrial, Agropecuário e de Serviços, em 139 cursos técnicos. Esse número inclui habilitações na modalidade

¹¹ O professor **Antônio Francisco de Paula Souza** foi o fundador da Escola Politécnica de São Paulo - Poli, hoje integrada à Universidade de São Paulo. Engenheiro, político e professor, Paula Souza nasceu em Itu, em 1843. De uma família de estadistas, foi um liberal, tendo lutado pela República e Abolição da Escravatura. Em 1892 elegeu-se deputado estadual, ficando poucos meses no cargo, pois o Marechal Floriano Peixoto convocou-o ao Ministério do Exterior. Formado em Engenharia em Karlsruhe, na Alemanha, e em Zurique, na Suíça, foi em toda a sua vida pública um empreendedor e forte opositor da centralização do poder político-administrativo da Monarquia. Educador, esteve ligado à Poli por 25 anos. Seu desejo era introduzir no Brasil um ensino técnico voltado para a formação de profissionais preocupados com o trabalho e não apenas com discussões acadêmicas. Seu dinamismo em criar obras é um exemplo dessa preocupação. Criou um conceito novo de ensino, convidou especialistas europeus e americanos para lecionar na Poli, à frente da qual esteve como primeiro diretor, de 24 de novembro de 1894 a 17 de abril de 1917, quando faleceu, em São Paulo.

¹² Em 1966 o Ministério da Educação assinou uma série de convênios com a United States Agency Internacional for Development, que ficaram conhecidos como Acordos MEC/USAID. De um modo geral, o objetivo era implantar no Brasil o modelo educacional norte-americano que, segundo o governo, poderia garantir o quadro técnico que desse conta do novo projeto econômico brasileiro, em sintonia com os Estados Unidos. (LIMA e FILHO 2008)

semipresencial, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e especialização técnica. Já nas 66 Fatecs, cerca de 80 mil alunos estão matriculados nos 73 cursos de graduação tecnológica, em diversas áreas, como Construção Civil, Mecânica, Informática, Tecnologia da Informação, Turismo, entre outras. Além da graduação, são oferecidos cursos de pós-graduação, atualização tecnológica e extensão.

3.2 A Etec Alcides Cestari

A Etec Alcides Cestari iniciou suas atividades na cidade de Monte Alto em agosto de 2005 como uma classe descentralizada¹³ da Etec Sylvio de Mattos Carvalho da cidade de Matão com a primeira turma do curso Técnico em Informática. Dois anos depois esta classe descentralizada passou a ser administrada pela Etec Dr. Adail Nunes da Silva, da cidade de Taquaritinga. Em 15 de setembro de 2011, através do Decreto nº 57.335 esta “Etec” de Monte Alto deixou de ser classe descentralizada e passou a ser denominada Etec Alcides Cestari com o código de criação 255, funcionando provisoriamente na escola “Professora Laídes Trindade”. Em Outubro de 2012 a ETEC foi transferida para o prédio próprio e em 26 de março de 2014 o Governador Geraldo Alckmin inaugura Oficialmente as instalações da Etec Alcides Cestari.

Vale lembrar que o CEETEPS atua somente no estado de São Paulo e a Etec Alcides Cestari onde foi realizada a pesquisa possui atualmente os cursos conforme apresentados no quadro 3.

Quadro 03 - Cursos disponibilizados na Etec Alcides Cestari

Curso	Período	Número de alunos
Ensino Médio	Matutino	120
Técnico em Marketing integrado ao Ensino Médio	Integral	120
Técnico em Administração	Noturno	102
Técnico em Segurança do Trabalho	Noturno	96

Fonte: Secretaria Acadêmica da Etec Alcides Cestari, 2016

O ingresso dos alunos nesta Unidade Escolar, assim como em todas as outras Unidades administradas pelo CEETEPS, ocorre por meio de processo seletivo classificatório conhecido

¹³ As classes descentralizadas ministram cursos técnicos com duração de um ano e meio, nos setores industrial, agropecuário e de serviços. Elas funcionam em prédios escolares com um ou mais cursos gratuitos, em parceria com prefeituras ou empresas, sob a supervisão de uma Escola Técnica (Etec) próxima. Fonte: <http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/classes-descentralizadas>

como “Vestibulinho” que é gerenciado pela Fundação de Apoio à Tecnologia - FAT e ocorre duas vezes ao ano para os cursos técnicos e uma vez ao ano para o ensino médio e ensino médio integrado.

3.3 O Currículo de Física do CEETEPS

Segundo o próprio documento intitulado “Plano de Curso” - PC, a necessidade e importância da elaboração de um currículo adequado às demandas do mercado de trabalho, à formação profissional do aluno e aos princípios contidos na LDB e demais legislações pertinentes, levou o Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, sob a coordenação do Prof. Almério Melquíades de Araújo, Coordenador de Ensino Médio e Técnico, a instituir o que o CEETEPS chama de “Laboratório de Currículo” com a finalidade de atualizar os Planos de Curso das Habilitações Profissionais oferecidas por esta instituição.

Ainda de acordo com as informações contidas no próprio Plano de Curso, no Laboratório de Currículo são reunidos profissionais de diversas áreas, docentes, especialistas, supervisores educacionais para estudo do material produzido pela CBO – Classificação Brasileira de Ocupações – e para análise das necessidades do próprio mercado de trabalho, assim como do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos. Após uma sequência de encontros de trabalho previamente planejados, possibilitando uma reflexão maior e a produção e construção dos currículos, os mesmos são aprovados e disponibilizados para serem utilizados pelas escolas técnicas pertencentes ao CEETEPS.

O Laboratório de Currículo possibilita, também, a construção de uma metodologia adequada para o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem e do sistema de avaliação que pretendem garantir a construção das competências propostas nos Planos de Curso.

Estes Planos de Curso possuem temas específicos e são organizados em **COMPETÊNCIAS, HABILIDADES, VALORES E ATITUDES** a serem atingidos.

De acordo com a Proposta do Conhecimento da Formação Geral – Base Nacional Comum – 1ª, 2ª e 3ª séries do currículo do CEETEPS, os temas para a 1ª série do Ensino Médio estão apresentados no quadro 4.

Quadro 04 – Temas trabalhados no Componente Física do 1º ano do Ensino Médio

Tema 1 – Universo, terra e vida

O Universo e sua origem. O Sistema Solar e a Terra. Compreensão Humana e do Universo.

Tema 2 – Movimentos: variações e conservações de quantidade de movimento

Fenomenologia cotidiana. Deslocamentos e Rotações. Modelo atômico. Equilíbrios e desequilíbrios. Leis de Newton. Energia.

Tema 3 – Calor, ambiente e usos de energia

Fontes e trocas de calor. Tecnologias que usam calor: motores e refrigerações. Calor na vida e no ambiente. Energia térmica, termodinâmica e produção para uso social.

Tema 4 – Som, imagem, luz e informação

Fontes sonoras. Formação, detecção e criação de imagem. Princípios da luz. Gravação, reprodução e transmissão de sons e imagens.

Tema 5 – Equipamentos elétricos e telecomunicações

Eletromagnetismo. Aparelhos e motores elétricos. Geradores, emissores e receptores. Evolução dos computadores.

Fonte: Plano de Curso - PC, 2011, pg.70

Desta forma, o professor deve trabalhar com os conteúdos dos temas propostos em sala de aula para que o aluno atinja uma determinada competência que é específica por área/tema do conhecimento. Esta competência é avaliada pelo professor através das habilidades adquiridas durante as aulas e também pelos valores e atitudes individuais que devem ser trabalhados e desenvolvidos durante o curso.

Para a pesquisa em questão foram selecionadas algumas competências, habilidades, valores e atitudes que poderiam ser potencializados com a utilização dos Roteiros de Atividades – RA já citados. Seguem abaixo o Tema, Competências, Habilidades, Valores e atitudes selecionados:

FÍSICA - Tema: Movimentos: variações e conservações (PC/Atualização. 2012. p.27)

- Grandezas físicas escalares e vetoriais;
- Referencial inercial e não inercial;
- Identificação, classificação e descrição de diferentes tipos de movimentos;
- Associação dos movimentos com as causas que os originam;
- Formas de energia (mecânica, potencial, cinética, potência) relacionados com movimentos;
- Variação e conservação da quantidade de movimento;
- Equilíbrio estático e dinâmico.

COMPETÊNCIA: Entender os princípios das tecnologias de planejamento, organização, gestão e trabalho de equipe para conhecimento do indivíduo, da sociedade, da cultura e dos problemas que se deseja resolver.

HABILIDADES

- Associar-se a outros interessados em atingir os mesmos objetivos.
- Dividir tarefas e compartilhar conhecimentos e responsabilidades.
- Identificar, localizar, selecionar, alocar, organizar recursos humanos e materiais.
- Selecionar metodologias e instrumentos de organização de eventos.
- Administrar recursos e tempo.

VALORES E ATITUDES

- Respeito e valorização pela individualidade dos companheiros de equipe.
- Atuação no grupo de forma cooperativa e solidária.
- Organização.
- Socialização de conhecimentos e compartilhamento de experiências.

COMPETÊNCIA: Entender as tecnologias da informação e comunicação como meios ou instrumentos que possibilitem a construção de conhecimentos.

HABILIDADES

- Relacionar conhecimentos de diferentes naturezas e áreas numa perspectiva interdisciplinar.
- Utilizar os meios de comunicação como objetos e campos de pesquisa.
- Utilizar os produtos veiculados pelos meios de comunicação para aquisição de dados, como campos de pesquisa e como difusores de temas para reflexões e problematizações sobre a atualidade.

VALORES E ATITUDES

- Interesse em conhecer e aplicar novos recursos e formas de solucionar problemas.
- Criticidade.
- Critério na escolha e utilização de produtos oferecidos pelos meios de comunicação e informação.

- Persistência.
- Valorização do conhecimento científico.

No quadro 05 estão relacionados estas competências, habilidades, valores e atitudes bem como os itens constantes nos roteiros de atividades - RA's¹⁴ que foram trabalhados com os alunos.

¹⁴ Roteiro de Atividades ou simplesmente RA's são atividades previamente elaboradas e com finalidades específicas e fazem parte do conceito da aprendizagem centrada em tarefas de Marriner David Merrill. Estes RA's são elaborados de acordo com o tema e conteúdos do currículo e devem apresentar problemas específicos a serem desenvolvidos pelos alunos.

Quadro 05 – Currículo de Física do CEETEPE X Roteiro de Atividades

Objetivos de aprendizagem	Tópicos do Conteúdo	Roteiro de atividades
<p>COMPETÊNCIA (PC 2011. p.19): Entender os princípios das tecnologias de planejamento, organização, gestão e trabalho de equipe para conhecimento do indivíduo, da sociedade, da cultura e dos problemas que se deseja resolver.</p> <p>HABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Associar-se a outros interessados em atingir os mesmos objetivos. ● Dividir tarefas e compartilhar conhecimentos e responsabilidades. ● Identificar, localizar, selecionar, alocar, organizar recursos humanos e materiais. ● Selecionar metodologias e instrumentos de organização de eventos. ● Administrar recursos e tempo. <p>VALORES E ATITUDES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Respeito e valorização pela individualidade dos companheiros de equipe. ● Atuação no grupo de forma cooperativa e solidária. ● Organização. ● Socialização de conhecimentos e compartilhamento de experiências. 	<p>FÍSICA - Tema 1: Movimentos: variações e conservações (PC/Atualização 2012. p.27)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Grandezas físicas escalares e vetoriais; ● referencial inercial e não inercial; ● identificação, classificação e descrição de diferentes tipos de movimentos; <p>-----</p> <ul style="list-style-type: none"> ● associação dos movimentos com as causas que os originam; <p>-----</p> <ul style="list-style-type: none"> ● formas de energia (mecânica, potencial, cinética, potência) relacionados com movimentos; ● variação e conservação da quantidade de movimento; ● equilíbrio estático e dinâmico. 	<p>RA 3 e 4</p> <p>-----</p> <p>RA 1, 2 e 4</p> <p>-----</p> <p>RA 4</p>
<p>COMPETÊNCIA (PC 2011. p.20): Entender as tecnologias da informação e comunicação como meios ou instrumentos que possibilitem a construção de conhecimentos.</p> <p>HABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Relacionar conhecimentos de diferentes naturezas e áreas numa perspectiva interdisciplinar. ● Utilizar os meios de comunicação como objetos e campos de pesquisa. ● Utilizar os produtos veiculados pelos meios de comunicação para aquisição de dados, como campos de pesquisa e como difusores de temas para reflexões e problematizações sobre a atualidade. <p>VALORES E ATITUDES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Interesse em conhecer e aplicar novos recursos e formas de solucionar problemas. ● Criticidade. ● Critério na escolha e utilização de produtos oferecidos pelos meios de comunicação e informação. ● Persistência. ● Valorização do conhecimento científico. 	<p>FÍSICA - Tema 3: Eletromagnetismo e suas aplicações (PC/Atualização 2012. p.28)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Carga elétrica e tipos e formas de eletrização; ● materiais condutores e não condutores; ● campo elétrico e interação; ● corrente elétrica e seus efeitos e diferença de potencial (força eletromotriz); ● magnetismo e fenômenos magnéticos; ● interação entre eletricidade e magnetismo; ● aplicações dos conceitos eletromagnéticos na tecnologia. 	<p>RA 1, 2 e 5</p>

Fonte: Elaborado pelo autor com base no PC, 2011 e no PC/Atualização 2012

3.4 Proposta Metodológica

O trabalho de pesquisa é pautado na utilização das metodologias ativas como instrumento para o ensino, mais especificamente, o ensino de Física com o uso de um “Kit Robótico” contendo uma plataforma de hardware livre chamada Arduíno. Mesmo antes do início dos trabalhos, foi uma tarefa árdua definir com exatidão qual ou quais metodologias ativas seriam utilizadas ou abordadas nesta pesquisa, uma vez que o trabalho com roteiros que será proposto aqui parte do conceito da aprendizagem centrada em tarefas de Marriner David Merrill, as atividades em grupos são distintas da Aprendizagem Baseada em Times - TBL de Larry K. Michaelsen, o projeto proposto como base da pesquisa pode ser associado à pedagogia de projetos proposta por John Dewey e demais autores desta linha, bem como à metodologia da sala de aula invertida que é de autoria de Jonathan Bergmann e Aaron Sams. Dentre todas estas metodologias ativas citadas e presentes direta ou indiretamente nesta pesquisa podemos afirmar que os itens norteadores deste trabalho foram os Roteiros de Atividades (RA’s) os quais apresentavam problemas a serem desenvolvidos pelos alunos. Deste modo a Metodologia Ativa base desta pesquisa é a Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL de John Evans.

Quanto ao método de pesquisa, este trabalho será pautado em pesquisa bibliográfica abordando as metodologias ativas mais referenciadas nos dias de hoje, resultando portanto em um rico referencial teórico que dará embasamento às discussões futuramente apresentadas nesta pesquisa. Durante a pesquisa bibliográfica também serão desenvolvidas outras atividades tais como uma pesquisa exploratória e analítica com a aplicação dos RA’s já mencionados. O local para a aplicação e desenvolvimento das atividades é uma escola do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza que possui uma unidade em Monte Alto. Os alunos selecionados a participar deste estudo são do 1º ano do Ensino Médio e a princípio foi definido que seria mais conveniente e produtivo o trabalho assistido por atividades previamente elaboradas e com finalidades específicas, organizadas, como já se mencionou, sob a forma de roteiros de atividades (RA’s). Foi escolhida a disciplina de Física por se tratar de componente que mais se aproxima dos conceitos de robótica que também faz parte do estudo em questão. Estes RA’s serão elaborados com os conteúdos de física do primeiro ano do ensino médio, segundo os PCN, e acrescidos de atividades relacionadas com a robótica. A robótica e a plataforma Arduíno serão utilizadas como ferramentas para o desenvolvimento das atividades.

Os trabalhos serão divididos em três momentos:

No primeiro momento os alunos devem entrar em contato com os componentes, peças, sensores e demais ferramentas necessárias para a confecção de um carrinho robô. Ainda nesta fase, os alunos serão instruídos a montar o próprio robô e fazê-lo funcionar. Como o intuito do

trabalho não é explorar o contexto da programação, ao final desta fase onde o carrinho já deverá estar montado, a programação do Arduíno e do aplicativo para celular já devem estar prontos e serão apresentados aos alunos¹⁵.

No segundo momento, os alunos serão instruídos a participar de um Rali de robôs, onde o robô construído na fase anterior deverá percorrer uma pista previamente desenhada será vencedora a equipe que percorrer a menor trajetória em menor tempo e com o menor número de comandos enviados ao robô. Alguns critérios e regras para o desenvolvimento da atividade podem ser necessárias e serão adicionadas durante o Rali conforme a necessidade.

No terceiro momento os alunos serão levados à sala de aula onde devem realizar os cálculos da corrida para a definição do vencedor.

Em todas as atividades e momentos os alunos são “dirigidos” pelos RA’s que possuem as informações necessárias para o desenvolvimento de cada uma das tarefas.

3.5 Desenvolvimento da pesquisa

O planejamento do trabalho foi iniciado em 2015 com o tema: “Robótica Educacional à luz da Aprendizagem Baseada em Problemas - ABP: Um estudo da ABP como fonte da apropriação do conhecimento para formação integral de alunos do 1º ano do ensino médio em uma escola técnica do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS”, porém, no decorrer da investigação, as demandas da escola e a delimitação mais precisa da abordagem a ser adotada no estudo de campo, nos levou a desenvolver atividades sobre o ensino de Física a partir de um “Kit Robótico” construído com a plataforma Arduíno.

Considerando-se as dificuldades dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio, ou seja alunos que acabaram de concluir o ensino fundamental, para compreender conceitos abstratos da Física, o pesquisador em conjunto com a direção da instituição considerou adequado direcionar as atividades para esse segmento de alunos. Também foi ponderado que as atividades experimentais tem um papel importante para melhor compreensão dos conceitos desta disciplina.

Desta forma, tornou-se objetivo do trabalho conceber e aplicar um conjunto de atividades baseadas na metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas fazendo uso de

¹⁵ Inicialmente, os alunos estariam envolvidos na programação dos dispositivos mas após testes iniciais com os alunos em ambiente de programação verificou-se que não haveria tempo para o desenvolvimento dos demais RA’s com os conteúdos de Física e por este motivo a parte da programação não foi abordada neste trabalho.

um “kit Robótico” baseado no Arduíno. Esses recursos seriam então aplicados em sessões extraclasse com alunos do 1º ano do ensino médio para tratar o componente curricular “Movimento” e suas derivações. O kit Robótico, seria então uma forma de envolver os alunos de forma ativa e estimular a curiosidade e a aprendizagem dos alunos para os fenômenos da Física.

Considerando-se os objetivos gerais desta investigação temos como intuito, ao final do trabalho, responder as seguintes questões de pesquisa: A utilização de ferramentas tecnológicas constitui realmente um diferencial na aprendizagem? É possível abordar os componentes curriculares relacionados ao tema “Movimento” a partir do “Kit Robótico”? Qual a visão dos alunos diante desta ferramental/modelo de ensino?

Sob o novo título de “Projeto de Robótica¹⁶” as atividades de pesquisa com alunos iniciaram-se em 2015, com alunos dos cursos do Ensino Médio e Ensino Técnico Integrado ao Ensino Regular¹⁷, na escola técnica ETEC Alcides Cestari em Monte Alto. O referido projeto foi desenvolvido de forma voluntária pelos alunos que participam no contra turno. Alguns indicadores, como a frequência dos alunos, menções¹⁸ em avaliações, e comportamento em sala de aula foram utilizados para fazer uma caracterização inicial dos alunos participantes do projeto.

3.6 Atividades desenvolvidas

Como já foi dito, os trabalhos com os grupos de alunos foram iniciados fora do horário de aula, em um ambiente previamente preparado para funcionar como uma “oficina”. Este ambiente foi construído dentro da biblioteca da Unidade Escolar e contou com toda infraestrutura do local que compreende mesas e cadeiras para estudo e montagem dos projetos, computadores com acesso à internet além de dois Kits completos de um pequeno veículo baseado no Arduíno, diversos atuadores e sensores, ferramentas e material didático de acompanhamento.

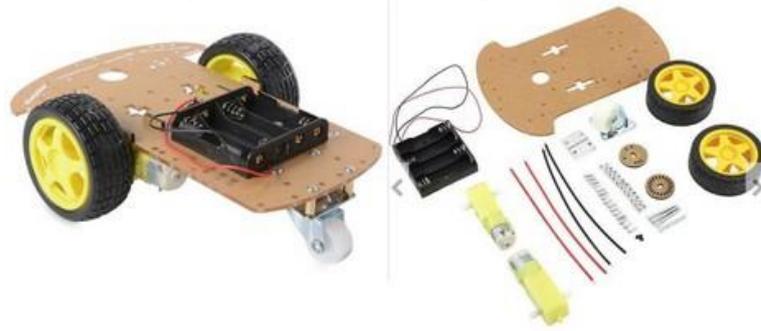
¹⁶ O autor deste projeto trabalha com os conceitos de Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP e Robótica Educacional desde 2008 quando lecionava na ETEC Dr. Adail Nunes da Silva na cidade de Taquaritinga.

¹⁷ Esta é uma modalidade de ensino oferecida pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS que incorpora as disciplinas do Ensino Médio a disciplinas de Cursos Técnicos. Na Unidade estudada o curso integrado é o de Marketing.

¹⁸ O Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS trabalha com o conceito de manção e não de “notas”, onde o aluno é avaliado pela aquisição de habilidades e competências referenciadas em bases teóricas previamente determinadas em cada um dos componentes curriculares (disciplinas) dos cursos oferecidos.

A Figura 5 ilustra os componentes dos dois kits robóticos adquiridos para o desenvolvimento dos trabalhos. Além dos kits também foi necessária a aquisição de outros componentes eletrônicos (Ponte H, transmissor Bluetooth, etc.) a fim de viabilizar a montagem e operação do robô/carrinho.

Figura 05 – Kits chassi/carro para Arduino.



Fonte: Imagem construída a partir do site <http://mercadolivre.com>

Figura 06 – Ambiente de trabalho



Fonte: autor do projeto

Como já foi mencionado, o ambiente para o desenvolvimento dos trabalhos foi estruturado na biblioteca da Escola, pois é um local amplo, tranquilo e possui os recursos necessários para o bom andamento das atividades conforme ilustrado na figura 06 e na figura 07. O espaço é de aproximadamente 150m² e dentre os recursos podemos citar mesas redondas para as atividades em grupo, cadeiras e mesas de estudo para até 40 alunos simultaneamente, quadro branco e um pequeno ambiente com sofás para leitura e descanso.

Figura 07 – Ambiente de trabalho

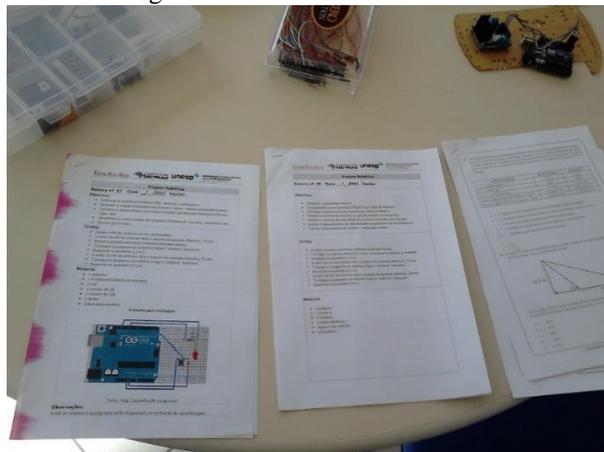


Fonte: autor do projeto

Além destes recursos a biblioteca conta ainda com 6 computadores com acesso à Internet, onde os alunos utilizaram o ambiente de programação do Arduino e realizaram as pesquisas necessárias para o desenvolvimento das atividades.

Juntamente com o material eletrônico adquirido para a pesquisa foram concebidos roteiros de atividades - RA's¹⁹, incluídos no apêndice, pré-estabelecidos para as atividades, desenvolvidos pelo autor, seu respectivo orientador e o professor de matemática/física da escola contendo propostas de elaboração das atividades práticas baseadas nos conteúdos previstos no currículo escolar do ensino médio das Etecs conforme figura 08.

Figura 08 – Roteiros de atividades

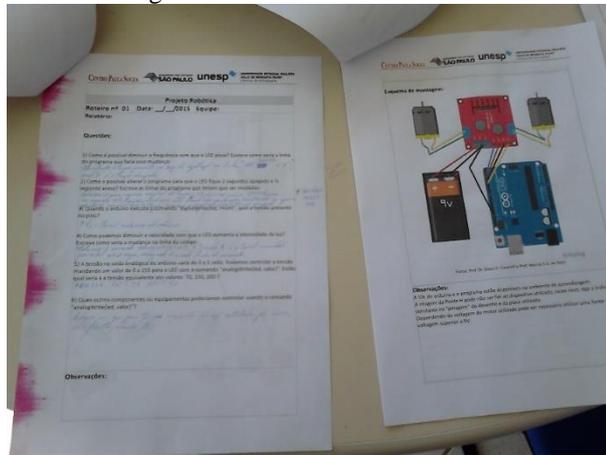


Fonte: autor do projeto

¹⁹ Inicialmente foram elaborados 5 Roteiros de Atividades constantes do apêndice. Por questões de tempo e para a obtenção dos dados relevantes à resposta das questões norteadoras da pesquisa foi considerado apenas os dados oriundos da aplicação do roteiro nº 4.

Os roteiros de atividades são a base norteadora dos trabalhos e são entregues no início das atividades e recolhidos ao final das mesmas.

Figura 09 – Roteiros de atividades



Fonte: autor do projeto

Estes roteiros fornecem as orientações iniciais necessárias e introduzem os questionamentos que irão nortear os trabalhos (*Quick Start*) (figura 09).

Figura 10 – Desenvolvimento das atividades



Fonte: autor do projeto

Durante os encontros presenciais os alunos se dividiram em grupos. Enquanto um grupo trabalhava as questões práticas e as habilidades individuais de montagem e execução dos projetos o outro grupo desenvolvia as atividades teóricas propostas nos roteiros conforme figura 10 e figura 11.

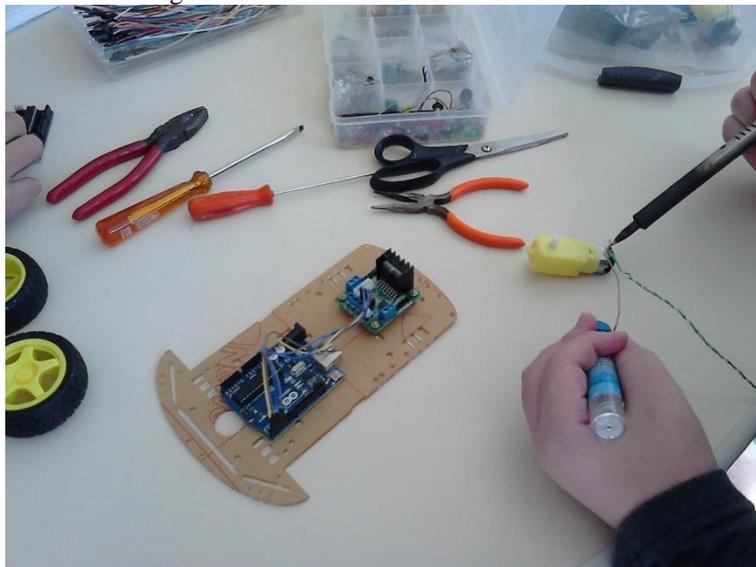
Figura 11 – Desenvolvimento das atividades



Fonte: autor do projeto

Em alguns momentos ocorriam interações entre os dois grupos pois havia necessidade de troca de informações a fim de permitir que ambas as atividades fossem concluídas. É neste momento que podia ser observada a participação voluntária dos alunos, iniciativa, espírito de equipe e de compartilhamento de informações e conhecimentos. Estes conceitos estão presentes na TBL de Michaelsen.

Figura 12 – Desenvolvimento das atividades



Fonte: autor do projeto

Os “Kits Robóticos” contendo as ferramentas, kits de peças, plataforma Arduino e demais componentes eletroeletrônicos foram adquiridos com recursos próprios e a decisão pela montagem do projeto de um veículo foi tomada em conjunto com o orientador do presente trabalho e baseada nos conteúdos de Física do currículo da escola (figura 12).

O desenvolvimento dos trabalhos foi realizado em dias alternados, por livre escolha dos próprios alunos onde os mesmos se reuniam em dois grupos no ambiente que era previamente preparado para as atividades do dia e executam as tarefas propostas. As atividades possuíam níveis de dificuldade progressivos de acordo com a evolução dos próprios alunos onde eles só “passavam” para a próxima tarefa após completarem a anterior. Em todo o momento o autor do projeto acompanhava a realização das atividades e orientava as questões de pesquisa e o desenvolvimento dos trabalhos.

Ao final de cada etapa o autor do projeto (professor) “conversava” com os alunos para verificar as principais dificuldades, ouvir os “comentários” dos alunos e agendar a data do próximo encontro.

A última coleta de dados ocorreu em 13 de abril de 2017 onde, com a ajuda do professor de Física e Matemática foi elaborado um último roteiro de atividade, o RA 4 (ver apêndice) e desenvolvido um “Rali de Robôs”. Para esta atividade foi construída uma pista com fita isolante preta no chão da biblioteca onde os veículos “Robôs” deveriam competir (figura 13).

Figura 13 – Confeção da pista e orientações sobre as regras do Rali.



Fonte: autor do projeto

Participaram desta atividade 26 (vinte e seis) alunos do 1º ano do Ensino Médio. A atividade foi desenvolvida em dois dias sendo que no dia 06 de abril os alunos fizeram testes com o robô para coleta de informações de velocidade, aceleração, e também para se familiarizar com os comandos que eram transmitidos através de um aplicativo no celular. Ambas as atividades ocorreram na biblioteca da Unidade Escolar em um espaço previamente preparado.

Figura 14 – Alunos utilizando instrumentos para aferição de medidas.



Fonte: autor do projeto

De acordo com o roteiro e as orientações do professor, durante a coleta de dados os alunos precisavam fazer uso de instrumentos e ferramentas de aferição de medidas e na sequência anotar esses dados para uso futuro nos roteiros e no Rali (figura 14).

Figura 15 – Alunos realizando cálculos para iniciar as atividades.



Fonte: autor do projeto

Como o movimento do robô construído não é uniforme devido a vários fatores como carga da bateria, arrasto, atrito, padronização das rodas, etc., os alunos foram orientados a tomar os tempos e realizar vários testes a fim de calcular uma média de cada um dos movimentos, facilitando assim a transmissão dos comandos no dia do Rali.

Figura 16 – Aluno tomando nota dos tempos e distâncias para “calibrar” o robô.



Fonte: autor do projeto

No dia 13 de abril de 2017 os alunos se reuniram na biblioteca da escola para o Rali. O professor de física fez uma rápida revisão dos conceitos e fórmulas que eles utilizariam na atividade e logo após os alunos se organizaram em equipes para iniciar o Rali onde cada equipe deveria possuir um piloto e um navegador²⁰. O piloto ficava responsável em passar os comandos para o robô e o navegador fornecia os dados para o piloto conduzir o veículo e tomava nota de todas as medidas e tempos necessários para os cálculos. Ao final de cada rodada, piloto e navegador trocavam de posição.

Figura 17 – Professor de física dando instruções sobre os cálculos necessários



Fonte: autor do projeto

Antes do início do rali as regras foram transmitidas a todos os participantes que em duplas se organizaram para o início da corrida. A opção em realizar a modalidade Rali de Regularidade decorreu do fato de se possuir um único veículo robô em condições de uso para o dia da corrida. Na possibilidade de ter mais carrinhos robôs, pode-se adequar a corrida a outras modalidades.

²⁰ Em um rali a função do navegador é passar para o piloto todas as instruções da planilha. Como o piloto não consegue olhar para a planilha durante a prova, cabe ao navegador descrever a direção a ser seguida, a configuração da referência que está por vir, alterações de velocidades, fazer uma contagem regressiva do tempo para chegada a esta referência, alertar quanto a riscos, etc. Já ao Piloto, como o próprio nome diz, cabe a condução do veículo e seguir todas as instruções do navegador.

Definição obtida em: <http://www.rallyderegularidade.com.br/p/o-que-e-rally-de-regularidade.html>

Figura 18 – Alunos anotando os dados da corrida



Fonte: autor do projeto

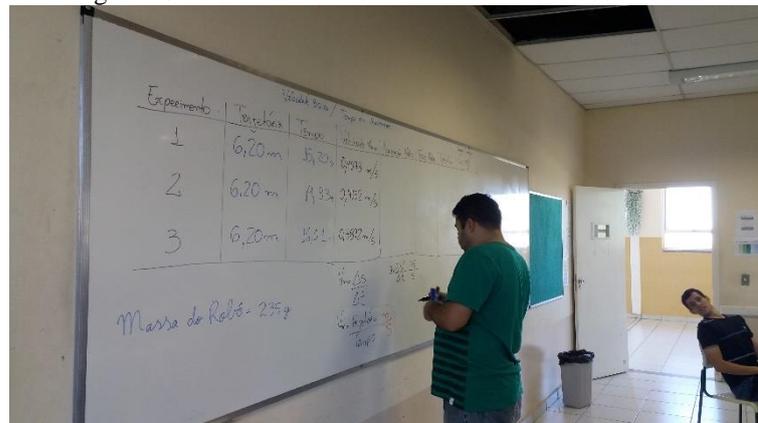
Ao final da competição prática os alunos foram levados à sala de aula e mais uma vez o professor de física realizou uma explanação sobre a atividade que os alunos, ainda em duplas, deveriam realizar.

Figura 19 – Instruções em sala de aula para os cálculos da corrida



Fonte: autor do projeto

Figura 20 – Professor de física tabulando os dados na lousa



Fonte: autor do projeto

Durante todo o tempo em que os alunos desenvolviam seus cálculos, o professor era chamado para realizar orientações e tirar dúvidas sobre as atividades ou mesmo sobre os

conteúdos. Neste momento já era possível observar que as dúvidas não eram mais sobre as fórmulas ou métodos da Física e sim sobre a Matemática, tais como quantidade de casas decimais utilizadas, arredondamento e até mesmo sobre os valores coletados na atividade.

Figura 21 – Professor de física Orientando alunos



Fonte: autor do projeto

Ao final dos trabalhos, foi solicitado aos alunos que escrevessem um pequeno relato sobre a atividade que eles participaram. Assim como os roteiros, estes dados serviram de base para auxiliar o autor a desenvolver e argumentar as considerações finais da pesquisa.

Seção 4 – Discussão dos Resultados

4.1 Dificuldades

Nesta sessão do trabalho pretendemos apresentar algumas dificuldades encontradas durante a realização da pesquisa, a interpretação dos resultados provenientes da coleta de dados, as possíveis contribuições da pesquisa, e os desdobramentos das atividades realizadas com os alunos.

O trabalho com os alunos teve início no segundo semestre de 2015, sendo organizado inicialmente com dois grupos de alunos do 1º ano do Ensino Médio no contra turno das aulas. Após algumas sessões de atividades, alguns desses alunos tiveram problemas pessoais e foram transferidos da escola. Os alunos que permaneceram ficaram desmotivados e acabaram por desistir da continuidade do projeto naquele momento. No primeiro semestre de 2017 um novo e único grupo de alunos foi formado e, desta vez, a proposta foi realizada integralmente conforme o planejamento inicial da pesquisa.

Verificamos, nos grupos de 2015 e também no de 2017, que o uso do contra turno é um dificultador para a participação dos alunos, uma vez que nem todos tem facilidade para retornar à escola depois de deixarem as aulas. Portanto, é importante encontrar um espaço para realização das atividades na grade curricular. Embora a disciplina de Física conte com poucas aulas semanais, seria adequado prever que as atividades com o “Kit Robótico” fossem incorporadas de forma regular dentro da disciplina.

Outro aspecto que despertou nossa atenção diz respeito à postura dos alunos durante as atividades. Era constante a ansiedade dos alunos em ligar os computadores do ambiente de trabalho sem antes perceber se seria necessário a utilização desta ferramenta. Em alguns casos, os alunos simplesmente ligavam os seis computadores disponíveis no ambiente de trabalho e em seguida se reuniam em grupos para resolver os problemas sem o uso dos computadores. O simples fato de ligar o computador parecia ser uma ação involuntária e necessária para a realização da tarefa.

Como explicitado na metodologia, o computador nesta pesquisa constitui-se tão somente uma fonte de pesquisa (Google) e uma ferramenta necessária para a transmissão dos códigos (programas) para o Arduíno a fim de realizar o funcionamento dos motores e sensores do “Kit Robótico”. Assim, diante de uma utilização mínima prevista para os computadores, esta atitude dos alunos era intrigante, pois em determinados momentos a impressão que se tinha era de que se os computadores não estivessem ligados os alunos simplesmente não

conseguiriam desenvolver as atividades. Buscando entender porque o computador era considerado tão importante, o pesquisador (que também é responsável por toda Tecnologia da Informação - TI da escola) retirou previamente todos os computadores do ambiente de trabalho justificando que os mesmos estariam em manutenção. Neste dia foi praticamente impossível cumprir, com os alunos, as atividades propostas uma vez que estes alegavam que “tinham dificuldade em fazer as tarefas sem computador”.

Como todo material necessário para a realização das tarefas estava à disposição dos alunos, não havendo necessidade de consultar nenhum material “online”, cabe interpretarmos a necessidade do computador na sala como uma associação simbólica que os alunos fizeram entre o “Kit Robótico” e o uso dos computadores, sendo a tecnologia, de maneira geral, o elo de ligação.

4.2 Interpretação dos resultados

A fim de realizar uma pesquisa relevante, que gere desdobramentos positivos para a área ou para a prática profissional, buscamos elaborar algumas questões fundamentais dentro da temática escolhida. Agora, gostaríamos de retomar estas questões e tentar respondê-las a partir da análise dos dados coletados.

- A utilização de ferramentas tecnológicas constitui realmente um diferencial para a aprendizagem?

Os dados provenientes da observação do pesquisador e do roteiro de atividades produzido pelos alunos nos levam a crer que, embora não haja uma relação causa/efeito, o uso da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem pode propiciar condições e dinâmicas de resolução de problemas que auxiliam no processo de aprendizagem. Seria ingênuo pensar que a tecnologia produz ou gera a aprendizagem, o que se espera é a melhora das condições para que a aprendizagem aconteça. Neste sentido, é uma função mediadora, estando em consonância com o que afirma Micotti (1999).

“As atuais propostas pedagógicas, ao invés de transferência de conteúdos prontos, acentuam a interação do aluno com o objeto de estudo, a pesquisa, a construção dos conhecimentos para o acesso ao saber. As aulas são consideradas como situações de aprendizagem, de mediação; nestas são valorizados o trabalho dos alunos (pessoal e coletivo) na apropriação do conhecimento e a orientação do professor para o acesso ao saber (MICOTTI, 1999, p. 158).”

Verificamos que, nas atividades realizadas, os alunos precisavam constantemente aplicar os conceitos vistos em sala de aula, elaborar hipóteses sobre processos físicos relacionados ao tema de movimento, propor e investigar soluções para realizar determinados movimentos com o “Kit Robótico”, e estabelecer relações entre as fórmulas e teorias e a ação concreta. Essas dinâmicas experimentadas pelos alunos se encaixam perfeitamente dentro da proposta de Aprendizagem Ativa, conforme apontam (FISCARELLI E UEHARA, 2016)

“A Aprendizagem ativa está intrinsecamente ligada às concepções construtivistas de aquisição do conhecimento. Neste sentido, os conhecimentos formalizados por meio de conceitos, ideias, teorias e modelos, devem ser reconstruídos e testados pelo aluno. Para construir seu conhecimento os alunos precisarão filtrar as informações em termos de “adequação” (não em termos de "verdade") e "utilidade" dando-lhes sentido pragmático ou instrumental a partir do contexto que elas são apresentadas, ou seja, o aluno deverá se perguntar: Esse conteúdo é relevante? Esse conteúdo é útil? (FISCARELLI E UEHARA, 2016, p49)

Cabe ainda ressaltar que a atividade denominada “Rally de Robôs” exigiu dos alunos a capacidade de planejar os movimentos com antecedência, organizar a sequência de ações e trabalhar colaborativamente em equipe.

Deste modo, podemos dizer então que a ferramenta tecnológica (Kit Robótico) utilizada nesta pesquisa permitiu desenvolver atividades que contemplam vários fatores potenciais para a promoção da aprendizagem.

- É possível abordar os componentes curriculares relacionados ao tema “Movimento” a partir do “Kit Robótico”?

Um dos princípios da Aprendizagem Ativa é a contextualização dos conteúdos por meio da realização de tarefas autênticas, ou seja, atividades que exijam o uso de competências e habilidades em situações reais ou próximas ao real. Nossa análise das atividades mostra fortes evidências de que o Kit Robótico pode contribuir significativamente neste quesito, uma vez que os alunos puderam vivenciar situações nas quais manipularam diretamente variáveis envolvidas no movimento do robô. O quadro 06 apresenta algumas dessas atividades e sua relação com os conteúdos curriculares.

Quadro 06 – Conteúdos do Currículo X Atividades Desenvolvidas com o “Kit Robótico”

		Atividade desenvolvida em um dos momentos com o Kit Robótico
Tema 1 Movimentos: variações e conservações	Grandezas físicas escalares e vetoriais	Na confecção da pista de rali, as medidas foram dadas em diversos formatos (RA 4). Durante os cálculos do RA 4 os alunos não conseguiram expressar o resultado numericamente, sendo necessário a notação científica (exponencial) para realizar a atividade
	Identificação, classificação e descrição de diferentes tipos de movimentos e, Associação dos movimentos com as causas que os originam	Durante os testes com o robô os alunos percebiam que o robô (carrinho) se deslocava de maneiras diferentes dependendo do peso (massa) que o veículo transportava, isso se deu pois as baterias utilizadas para a movimentação do veículo foram substituídas várias vezes alterando portanto a massa do veículo. Outro fator foi a percepção de que o robô “andava mais rápido” com pilhas novas relacionando a energia (carga) com o movimento.
	Formas de energia (mecânica, potencial, cinética, potência) relacionados com movimentos	Durante os testes com o robô/carrinho os alunos começaram a “brincar” com o robô colocando ele para subir e descer uma rampa feita com caixa de papelão. Mesmo diante da naturalidade dos alunos para com o fato científico, o professor teve a oportunidade de explanar sobre a energia potencial que o robô tinha quando colocado no topo da rampa.
Tema 3 Eletromagnetismo e suas aplicações	Carga elétrica, tipos e formas de eletrização; Materiais condutores e não condutores	Durante a construção do robô os alunos fizeram algumas atividades com o uso do Arduino e componentes eletrônicos como led’s e resistores. Neste momento foi possível trabalhar com o interesse dos alunos em “querer saber” como as coisas funcionam. Perguntas do tipo: “como o led acende?” e “posso ligar esta luzinha direto na tomada?” criaram oportunidade de se apresentar os conceitos necessários para a construção do conhecimento.
	Corrente elétrica e seus efeitos e diferença de potencial (força eletromotriz)	Vários testes foram realizados para se determinar o melhor conjunto de baterias e/ou pilhas para alimentar a parte elétrica do robô. Durante estes testes os alunos utilizaram ferramentas como o multímetro e mais uma vez o interesse e curiosidade criou oportunidades únicas para se desenvolver os conhecimentos necessários para responder às perguntas mais diversas feitas pelos alunos, tais como: “para que serve todos estes botõeszinho neste aparelho”, “Podemos colocar estes dois pininhos na tomada pra ver o que acontece?”
	Aplicações dos conceitos eletromagnéticos na tecnologia	Na última experiência (dia do rali), o transmissor bluetooth apresentou problemas e o carrinho parou de responder aos comandos. Após uma rápida checagem no equipamento ele voltou a funcionar e os alunos queriam saber o que havia acontecido. Mesmo não sendo possível identificar tecnicamente o problema, foram criadas algumas hipóteses para o ocorrido e a que mais chamou a atenção dos alunos foi que o dispositivo transmissor/receptor de Bluetooth pode ter sofrido interferência eletromagnética devido a proximidade da fonte de energia ou dos motores do carrinho. Após a explicação e percebendo a “expressão de interrogação” dos alunos, o professor mais uma vez se aproveitou da oportunidade para explicar sobre conceitos eletromagnéticos.

Fonte: elaborado pelo autor

Com base no desenvolvimento das atividades descritas no quadro apresentado, podemos então afirmar que não só é possível abordar os componentes curriculares relacionados ao tema “Movimento” a partir do “Kit Robótico” como também é possível abordar outros temas e conceitos, como pôde ser observado no mesmo quadro onde foram descritas as atividades desenvolvidas com o Tema 3 – eletromagnetismo.

É importante salientar que, assim como com qualquer outra ferramenta, o uso do Arduino na educação deve ser planejado e possuir objetivos de aprendizagem claros e precisos.

Para garantir tais requisitos adotamos os chamados “Roteiros de Atividades” – RA descritos por (FISCARELLI E UEHARA, 2015). Segundo os autores,

“O Roteiro de Atividades tem como base os objetivos de aprendizagem delineados pelo professor e possui o papel de guiar e estimular os alunos para que estes alcancem satisfatoriamente esses objetivos. Eles são elaborados geralmente a partir de um conjunto de atividades que buscam instigar os alunos a responderem questões, expor suas interpretações e realizar descrições sobre as atividades desenvolvidas com os Objetos de Aprendizagem. Por meio dos Roteiros de Atividades, os alunos são orientados a observar e registrar sistematizadamente as ações e procedimentos realizados [...]”

Os RA’s em questão foram desenvolvidos com base no currículo de Física do 1º ano do ensino médio da Etec Alcides Cestari e seu objetivo era criar situações problemas em que o aluno buscasse o conhecimento necessário para resolver as atividades e assim teve condições de prosseguir para o próximo roteiro, pretendendo portanto iniciar um ciclo vicioso do conhecimento.

É importante ressaltar que alguns roteiros não foram totalmente cumpridos, ora por possuir questões pouco atrativas na concepção dos alunos, ora por conter cálculos demasiadamente complexos que afugentavam o interesse geral ou por simplesmente ser mais fácil fazer o exercício na prática do que calcular antes. Neste sentido faz-se necessário uma revisão dos RA a fim de melhor adequá-los à aplicação das atividades.

Estes fatos foram presenciados durante os encontros onde os alunos preferiam sempre começar pelas atividades práticas de montagem dos dispositivos robóticos ao invés de se dedicarem à teoria. Porém, quase sempre havia a necessidade de consultar o roteiro para a continuidade da atividade o que ressalta a importância dos RA’s não somente para a sequencialidade das atividades mas também como fonte de consulta e de registro do percurso do aluno.

Diante destes fatos, podemos afirmar então que a plataforma Arduíno quando utilizada de maneira planejada e direcionada por um RA pode sim constituir-se em uma ferramenta auxiliar na compreensão de alguns conceitos e princípios do tema “Movimento”, presente nos conteúdos do ensino de física.

- Qual a visão dos alunos diante desta ferramenta/modelo de ensino?

Esta foi a questão que mais chamou a atenção do pesquisador. No início pelo

entusiasmo causado pelo anúncio do projeto na escola onde foi necessário inclusive a realização de um processo seletivo para a definição dos grupos, uma vez que o presente projeto contava apenas com dois kits e o espaço para a realização dos trabalhos era restrito. O método de seleção escolhido foi a Olimpíada Brasileira de Robótica – OBR²¹ onde os alunos interessados em participar do projeto deveriam se inscrever e realizar a prova teórica de nível 5. O critério de seleção foi único, os dez primeiros colocados nesta prova da OBR compuseram os dois grupos do projeto de robótica e logo após a realização da avaliação e da definição dos grupos iniciaram-se então os trabalhos. Vale ressaltar que o autor do projeto fez uma explanação a todos os alunos de como seriam desenvolvidos os trabalhos e as atividades de robótica.

Após o início dos trabalhos em 2015, o pesquisador notou que havia uma expectativa muito grande por parte dos alunos em relação à robótica. Mesmo após as orientações de como seriam desenvolvidos os trabalhos, os alunos ainda alimentavam uma esperança de confeccionar artefatos robóticos dos mais variados, como por exemplo um robô que jogasse futebol, ou um robô que andasse sozinho, ou mesmo um robô-sumô pois alguns alunos, após o anúncio do projeto de robótica na escola começaram a pesquisar sobre o assunto e viram na Campus Party Brasil²² que havia uma luta de robôs chamada de sumô de robôs.

Estas expectativas se transformaram em frustrações pois o projeto de robótica assim como os RA's foram confeccionados com o intuito de facilitar o ensino de Física e desse modo não atendiam aos desejos individuais dos alunos. Este fato causou outro desvio no projeto pois aumentou a rotatividade²³ de alunos que passou a ser constante, dificultando a análise individual dos participantes do projeto. Embora a rotatividade de alunos constituiu-se um problema no início do projeto a variedade e quantidade de perfis de alunos que “passaram” pelas oficinas foi positiva pois forneceu uma visão mais ampla dos métodos e da ferramenta (Kit Robótico) utilizados.

Como já foi mencionado, alguns RA's não foram totalmente concluídos mas foram fundamentais para a condução e direcionamento dos trabalhos. Inicialmente os alunos rejeitavam os RA's pois não compreendiam sua relevância. À medida em que as atividades iniciais de construção dos carrinhos e montagem dos artefatos requeria dos alunos um

²¹ A Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) é uma das olimpíadas científicas brasileiras que utiliza-se da temática da robótica com o objetivo de estimular os jovens às carreiras científico-tecnológicas, identificar jovens talentosos e promover debates e atualizações no processo de ensino-aprendizagem brasileiro. Texto obtido do site oficial em <http://www.obr.org.br/o-que-e-a-obr/>

²² A Campus Party acontece no Brasil desde 2008 e atrai anualmente geeks, empreendedores, gamers, cientistas e muitos outros criativos que reúnem-se para acompanhar centenas de atividades sobre Inovação, Ciência, Cultura, Universo Digital e Empreendedorismo. Mais informações em <http://brasil.campus-party.org/>

²³ A maior parte da rotatividade e desistência do projeto se deu devido ao calendário de aulas de reposição o qual inseriu aulas regulares nos horários dos encontros, dificultando assim o desenvolvimento das atividades.

conhecimento prévio que eles não possuíam, os alunos necessitavam “consultar” os RA’s em busca de informações que seriam uteis para a resolução das atividades. Com isso os alunos se acostumaram a buscar informações nos RA’s que além de ser os norteadores dos trabalhos tornaram-se fontes de consulta de fomento à pesquisa. Deste modo os alunos não estavam mais sendo conduzidos no processo de ensino-aprendizagem (metodologias convencionais) e sim estavam tomando a frente e sendo protagonistas de sua educação e construindo o conhecimento cada um a seu tempo, conforme preceitua as diversas metodologias ativas apresentadas nesta pesquisa.

Durante todo o tempo em que a pesquisa foi desenvolvida, somente no último mês (abril/2017), diante da iminente finalização do projeto é que alguns alunos se manifestaram especificamente quando ao método utilizado. Quando os alunos souberam que o projeto estava no fim, alguns deles questionaram se não seria possível continuar com as atividades ou mesmo continuar a frequentar o ambiente (biblioteca) onde as atividades foram desenvolvidas. Segue abaixo a transcrição de algumas das falas:

- *“Nunca foi tão gostoso fazer tantas contas malucas assim...”*
- *“Quando a gente tá todo mundo junto parece que a conta fica mais fácil”*
- *“Eu acho que não aprendi nada este ano. Só as contas que fizemos aqui... e olha que eu não decorei nenhuma fórmula, fiz tudo de cabeça...”*

Após o desenvolvimento da última atividade e aplicação do RA, foi então possível identificar o prazer e a motivação que os alunos tiveram durante a realização das atividades pois como já foi mencionado, os alunos escreveram um relato sobre o projeto.

Seguem abaixo alguns dos relatos dos alunos e um breve comentário:

- *“Gostei muito deste trabalho extra pois aprendi novas unidades com N, e também novas fórmulas”*
- *“Gostei muito pois além de divertido com o trabalho aprendemos várias fórmulas novas”*
- *“Eu achei legal porque eu não sabia de nada e acabei aprendendo um pouco.”*
- *“Complicado, pois tivemos que fazer muitas contas, mas interessante pois aprendemos cálculos novos”*

Cabe ressaltar aqui que as fórmulas bem como as unidades de medida em Newton (N) já haviam sido trabalhadas em sala de aula antes da participação dos alunos no projeto. Isso nos faz pensar que, no primeiro momento em sala de aula, estas informações não eram relevantes para os alunos e, somente quando isso passou a ser “significativo em suas vidas”, é que eles se interessaram pelo aprendizado, se apropriando então do conhecimento.

- *“Achei legal pois a gente trabalhou em equipe e a matéria ficou interessante”*

- *“dinâmica entre as salas”*

- *“Adoramos trabalhar com o outro 1º ano”*

Considerando que:

- As duas salas estejam fisicamente na mesma unidade escolar;
- Os alunos passaram pelo mesmo processo seletivo para ingresso no 1º ano;
- São todos da mesma faixa etária;
- Tem os mesmos horários de intervalo;
- Frequentam os mesmos ambientes;
- O currículo e as disciplinas são os mesmos, e
- Os professores também são os mesmos para ambas as salas do 1º ano.

Analisando estas “falas” e posteriormente conversando com alguns alunos, evidenciei que os alunos sentiam falta do contato com outros colegas da mesma escola. Os próprios alunos não conheciam, ou até mesmo não se relacionavam com a outra sala antes do início deste projeto pois não haviam “motivos” para isso. Alguns alunos relataram inclusive que fizeram “novas amizades” e que isso foi bom pois estão estudando juntos e tirando dúvidas sem ter vergonha de perguntar para o professor.

Voltando então à pergunta “como os alunos veem este modelo/ferramenta de ensino”, podemos afirmar que, embora tenha havido muita rotatividade de alunos, a experiência foi positiva pois os alunos se identificaram com o que podemos chamar de “modo de aprender”. Durante a realização das atividades a aprendizagem e construção do conhecimento acontecia de forma natural e espontânea, sem tempo, metas, limites ou cobranças. Esta foi uma das características positivas relatadas pelos alunos pois eles “não se sentiam cobrados” e por isso era mais prazeroso estar ali.

Após esta análise da visão do aluno perante os modelos apresentados houve a possibilidade de analisar também o panorama geral do projeto. Os alunos que permaneceram durante todo o projeto ou que simplesmente “passaram” por ele foram acompanhados quanto ao seu rendimento escolar de maneira quantitativa ou seja, menções²⁴ e frequência. A análise destes dados não pode ser conclusiva pois são vários os fatores e variáveis que interferem no desempenho geral dos alunos ora estudados. Neste caso, partimos então para uma análise do comportamento e das atitudes dos referidos alunos diante das disciplinas convencionais apresentadas no currículo escolar. Neste momento fez-se necessário o levantamento de informações com os docentes da instituição a fim de conseguir dados sobre o comportamento e atitudes dos alunos participantes do projeto. Nesta última etapa a fim de complementar as informações para o projeto alguns professores foram consultados sobre a possibilidade de dialogar acerca do comportamento e atitudes de alguns alunos.

De maneira geral, os docentes consultados afirmaram que os alunos “mudaram seu comportamento” em sala de aula, não nas notas mas nas atitudes e interesse pelos assuntos tratados na sala de aula. Segundo o próprio professor de Física, alguns alunos que participaram do projeto pareciam se comprometer mais na execução das tarefas em sala, mesmo não havendo melhora nas notas.

O professor de física/matemática ressaltou que os alunos que participaram, mesmo que só por algumas semanas do projeto, se comportavam de maneira diferente em sala de aula. Segundo o professor, estes alunos sempre queriam fazer as atividades em grupo pois afirmavam que “era mais fácil” e que assim eles se sentiam mais “confortáveis” em errar e aprender com os colegas.

Sendo assim, podemos dizer que as metodologias ativas unidas a ferramentas tecnológicas podem constituir-se em instrumentos eficazes para o processo de ensino e aprendizagem desde que sejam planejadas e empregadas com objetivos claros e bem definidos.

²⁴ Sínteses de avaliação do rendimento do aluno, parciais e finais, elaboradas pelo professor, correspondentes aos conceitos MB (Muito Bom) , B (Bom), R (Regular) e I (Insatisfatório). (Artigo 69 do Regimento Comum das ETEC's)

4.3 Considerações Finais

Esta pesquisa surgiu de uma inquietação própria. Enquanto professor que atua na formação de jovens no Ensino Médio e Profissionalizante, tenho notado que a escola tem assumido um caráter instrumentalista que aborda o conhecimento como informações a serem transmitidas com finalidade de formar um técnico ou passar no vestibular. Esta postura tende a homogeneizar as práticas pedagógicas e desconsiderar a diversidade existente em sala de aula e os processos de aprendizagem que são individuais. Os alunos, por sua vez, por não encontrarem na escola espaços que oportunizem a verdadeira compreensão dos conteúdos escolares, adotam uma postura passiva e tornam-se simples receptores de informações passadas pelo professor, rapidamente esquecem-nas e dificilmente são capazes de transpô-las para a sua vida cotidiana.

Diante de tal cenário, iniciamos uma investigação que procurava responder como podemos criar condições para que o processo de aprendizagem seja mais ativo, contextualizado e envolvente. O “Kit Robótico”, de baixo custo, associado a uma metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas foi uma das alternativas que tinha grande potencial para viabilizar as condições desejadas. Após o desenvolvimento de todas as atividades práticas as quais serviram de base para a coleta de dados da pesquisa a fim de fundamentar e consolidar as argumentações aqui apresentadas e, principalmente após a aplicação da última atividade que ocorreu em 13/04/2017, o pesquisador percebeu, após a leitura de suas anotações sobre o andamento das atividades, que estava acontecendo algo além da aprendizagem contextualizada e pautada nas metodologias ativas. Diante desta inquietação e com o direcionamento de seu orientador, este pesquisador encontrou na Teoria da Autodeterminação uma possível resposta para justificar o envolvimento com tanta propriedade dos alunos nesta última atividade mencionada.

Segundo Cernev e Hentschke (2012 pág.87), a teoria da autodeterminação aborda três necessidades psicológicas básicas que precisam ser satisfeitas: as necessidades de autonomia, competência e pertencimento e que para as pessoas satisfazerem suas necessidades psicológicas básicas, necessitam de suporte e apoio do ambiente.

Neste sentido, as atividades propostas através dos RA's nesta pesquisa propiciam ao aluno a autonomia necessária para que ele se sinta pertencente à própria atividade pois não há cobrança de se realizar ou entregar os RA's totalmente preenchidos ou resolvidos. O aluno pode simplesmente “pular” os cálculos e “ir direto” à parte prática, que foi o que aconteceu em alguns momentos. Desta forma podemos também afirmar, baseado na persistência de alguns alunos que simplesmente foram direto para a parte prática, que eles se sentiam confiantes e

“competentes” o suficientes para prosseguir os trabalhos sem a realização sequencial dos RA´s.

Em se tratando das necessidades sociais, também foi notado pelo autor da pesquisa que as meninas tiveram uma participação “tardia” nas atividades pois os meninos sempre tinham mais iniciativa nos momentos das atividades práticas e só quando eles deixavam de lado o Kit Robótico para desenvolver os cálculos necessários é que as meninas se dispunham a iniciar suas atividades. Quando questionadas, elas afirmaram que “tinham vergonha pois aquilo parecia mais coisa de menino” então elas ficavam por último “para não atrapalhar”.

Embora o foco deste trabalho não seja o estudo psicológico, motivacional ou comportamental dos alunos estes fatos chamaram a atenção do pesquisador para um outro ponto de vista sobre o estudo das Metodologias Ativas e neste sentido surgem novas questões a serem respondidas: Poderiam as Metodologias Ativas melhorar a sensação de autonomia dos alunos? Se a tecnologia é algo que une os jovens, em que medida ela pode ser um potencializador da sensação de pertencimento? Como os jovens atribuem legitimidade ao conhecimento?

O que podemos perceber ao longo da pesquisa é que as tecnologias podem auxiliar o professor e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, não é a inserção da tecnologia, por si só, o elemento fundamental que altera as condições de aprendizagem. Trata-se de saber aproveitar as características que esses recursos possuem para fazer o aluno acreditar na legitimidade dos conteúdos escolares e envolver-se na construção do seu conhecimento.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Marise Nancy. MOURA, Dácio Guimarães. Origem da Metodologia de Projetos, seu significado, trajetória e contribuições nos processos educativos. Artigo apresentado no II SENEPT – Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica. CEFET Minas Gerais. 2010

ALONSO Cipriano Barrio - **La apropiación social de la ciencia: nuevas formas**. Departamento de Filosofía, Universidad de Oviedo, Espana. Revista CTS, nº10, vol.4, Enero de 2008 (pág. 213-225)

AZEVEDO, Samuel. AGLAÉ, Akynara. PITTA, Renata. **Minicurso: Introdução a Robótica Educacional**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC. 2009. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>

Banco de Dados BDCETEC. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Divisão de Ensino Técnico. Disponível em: <http://www.cpscetec.com.br>. Acesso em: 24 jan. 2014.

BARBOSA, Eduardo Fernandes e MOURA, Dácio Guimarães. **Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013

BEHRENS, M. A.; JOSÉ E. M. A. Aprendizagem por projetos e os Contratos didáticos. Revista Diálogo Educacional - v. 2 - n.3 - p. 77-96 - jan./jun. 2001.

BERGMANN, Jonathan., SAMS, Aaron. Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem. 1.ed. Rio de Janeiro. LTC. 2016

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Artigo apresentado no Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326>

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **Metodologia da problematização: respostas de lições extraídas da prática**. Artigo apresentado no Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 35, n. 2, p. 61-76, jul./dez. 2014

BLOOM, Benjamin S. et al. Taxionomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo. 8.ed. Porto Alegre: Globo, 1983. 179 p

BOLLELA, Valdes Roberto et.al – **Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática**. Artigo publicado na Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e do Hospital das Clínicas da FMRP Universidade de São Paulo. 2014, 8p. Disponível em http://revista.fmrp.usp.br/2014/vol47n3/7_Aprendizagem-baseada-em-equipes-da-teoria-a-pratica.pdf

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

CAMBRUZZI, Eduardo. SOUZA, Rosemberg Mendes de. **O Uso da Robótica Educacional para o Ensino de Algoritmos**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). Anais do EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação e Semana Acadêmica de Tecnologia da Informação - RS Ano 4 n. 1 p. 40 -47 Nov/2014

CEETEPS. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Administração Central. Disponível em: <http://www.centropaulasouza.sp.gov.br>. Acesso em: 09 OUT. 2015.

CERNEV, Francine Kemmer. HENTSCHKE, Liane. **A teoria da autodeterminação e as influências das necessidades psicológicas básicas na motivação dos professores de música**. Artigo publicado na revista da ABEM em Londrina, v.20, n.29, pág. 88-102, jul.dez 2012

DIAS, Renata Flávia Nobre Canela. FONSECA, Valter Machado. **Avaliação da aprendizagem na metodologia PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas**. Artigo apresentado no III Congresso Internacional realizado pela Universidade de Uberaba – UNIUBE em 2015 – ISSN 2237-8022.

EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduíno em Ação**. Primeira Edição. São Paulo: Novatec Editora, 2013

FISCARELLI, S. H.; UEHARA, F. M.. **Um estudo sobre o uso de objetos de aprendizagem através da abordagem de atividades centradas em tarefas**. TEXTOS. Revista Internacional de Aprendizaje y Cibersociedad, v. 20, p. 35 - 46, 2016

FISCARELLI, S. H. ; UEHARA, F. M. . **Objetos de Aprendizagem: Perspectivas e Desafios para a Inclusão da Tecnologias de Informação e Comunicação na Prática Docente**. In: MIRANDA-ALVAREZ, M. C.; EDEL-NAVARRO, R.. (Org.). Educación, tecnología e innovación: la tríada indisoluble.. 01ed. Veracruz, México.: Universidad Veracruzana., 2016, v. 01, p. 48-54.

GADOTTI, M. **História das Idéias Pedagógicas**. São Paulo: Ática, 2001.

GAMA, Maria Clara Salgado – **A Teoria das Inteligência Múltiplas e suas Implicações para Educação**. Revista Educação Especial, v. 27, n. 50, set./dez. 2014 – disponível em <https://periodicos.ufsm.br/index.php/educacaoespecial/article/view/14320>, acessado em 10/10/2016;

GARCIA, Mara Cristina de Moraes. SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. **ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: DISCUTINDO O CONCEITO DE SISTEMA NERVOSO**. Artigo publicado na

Revista SBenBio. Nº 7. Outubro de 2014. LEQUAL – Universidade Federal de Goiás

GOMES, Jocelma Cavalcante. CASTILHO, Weimar Silva. **UMA VISÃO DE COMO À FÍSICA É ENSINADA NA ESCOLA BRASILEIRA, E A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA MUDAR ESSA REALIDADE.** Publicado nos Anais Eletrônicos da 1ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO DO Instituto Federal de Tocantins IFTO. 2010

KAMPPFF Adriana Justin Cerveira, DIAS Márcia Gladis Cantelli - **Reflexões sobre a Construção do Conhecimento em Ambientes de Pesquisa e de Autoria Multimídia: Uma Tarefa Compartilhada por Alunos e Professores.** CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação V. 1 Nº 2, Setembro, 2003

KIELING José Fernando , SOUZA Maria da Graça. **Quando o método pode comprometer a intenção educativa.** UFPEL/FAE. Educação do Campo. 9.º Fórum de Estudos: Leituras de Paulo Freire. Trabalho n 83. 2005

LEWENSTEIN, Bruce V. - Models of Public Communication of Science & Technology. Version: 16 June 2003, p. 1

LIMA, Silvia E. FILHO, Salvador S. Filho, Clovis R. S. **Os (des)caminhos da educação profissional e tecnológica no estado de São Paulo:** Das raízes às reformas neoliberais – Aspectos históricos e reflexões políticas. São Paulo: Sinteps, 2008. 208 p.

MERRILL. M. D. Component display theory. In C. M. Reigeluth (Ed.), Instructional design theories and models. Hillsdale, N. J: Lawrence Erlbaum. 1983.

MICHAELIS – Moderno dicionário da língua portuguesa on-line (2009) – disponível em: <http://michaelis.uol.com.br>

MICHAELSEN, L. K., KNIGHT, A. B., and FINK, L. D. **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching.** Sterling, Va.: Stylus, 2004

MICOTTI, Maria Cecília de Oliveira. O ensino e as propostas pedagógicas. Ln: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

MIRANDA, Juliano Rodrigues. SUANNO, Marilza Vanessa Rosa - **ROBÓTICA PEDAGÓGICA: PRÁTICA PEDAGÓGICA INOVADORA.** Artigo apresentado no IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE no III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. PUCPR. 2009

MORAES, Maritza Costa. **Robótica Educacional: Socializando e produzindo conhecimentos matemáticos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande – UFRG. 2010.

MORAES Roque, RAMOS Maurivam Güntzel, GALIAZZI Maria do Carmo. **O processo de fazer ciência para a reconstrução do conhecimento em Química: a linguagem na sala de aula com pesquisa.** 2007. Artigo publicado na Sociedade Brasileira de Química. Disponível

em: <http://www.s bq.org.br/30ra/Workshop%20PUC%20URG.pdf>

MOURA CASTRO, Cláudio (Org.) **La educacion em la era de la informática**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Washington, 1998

NASCIMENTO, Tiago Lessa. **REPENSANDO O ENSINO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**. Monografia apresentada ao Curso de Física Licenciatura Plena, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2010.

NOGUEIRA, Salvador; ROMERO, Thiago. **Física 2011: Estado da arte, desafios e perspectivas para os próximos cinco anos**. Edição. São Paulo: Chris McHilliard Editora, 2011. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/fisica-2011.pdf

NOVAK, G.; PATTERSON, E.; GAVRIN, A. & CHRISTIAN, W. **Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

OLIVEIRA, Eliana Maria Pavan de. **Docência em Direito e a “Sala de aula invertida” como opção metodológica ativa**. Artigo publicado na Revista Evidência, Araxá, v. 12, n. 12, p. 59-77, 2016.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa. **Aprendizagem de física, trabalho colaborativo e crenças de autoeficácia: Um estudo de caso com o método *Tean-Based Learning* em uma disciplina introdutória de eletromagnetismo**. Dissertação de mestrado defendida no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016, 209p.

PIAGET, Jean - **Jean Piaget e o Construtivismo**. Revista Nova Escola - Edição 139 Janeiro/ Fevereiro de 2001

PC - Plano de Curso para Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de TÉCNICO EM MARKETING INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO. Elaborado pelo Laboratório de Currículos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza em 05 de outubro de 2011. 130p.

PC/Atualização – Atualização da Proposta de Currículo por Competência para o Ensino Médio. Elaborado pelo Laboratório de Currículos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza em dezembro de 2011 e aprovado em fevereiro de 2012. 65p.

RODRIGUES, Sandra. **METODOLOGIAS ATIVAS: O QUE É APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO**. Disponível em: <http://www.hoper.com.br/#!/METODOLOGIAS-ATIVAS-O-QUE-%C3%89-APRENDIZAGEM-BASEADA-EM-PROJETO/cupd/558814630cf27a6b74588308>

s.a. (2009), Portal Educação - Curso de Pedagogia de Projetos – Módulo I (s.n.t)

SALEM, Sonia. **Perfil, evolução e perspectivas da Pesquisa em Ensino De Física no Brasil**. Tese de Doutorado apresentada na Universidade de São Paulo – USP. 2012. 385p.

SANTOS, José Cícero. GOMES, Aldisio Alencar. PRAXEDES, Ana Paula Perdigão. **O ENSINO DE FÍSICA: DA METODOLOGIA DE ENSINO ÀS CONDIÇÕES DE**

APRENDIZAGEM. Artigo apresentado no Encontro de Pesquisa em Educação de Alagoas (EPEAL), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação (PPGE) da Universidade Federal de Alagoas. 2010. Disponível em: <http://dmd2.webfactional.com/media/anais/ENSINO-DA-FISICA.pdf>

SANTOS, M. (2000). **@, bits e cibercafés: a inovação entre o projecto e a utopia.** In Inovação, Currículo e Formação, organizado por Maria do Céu Roldão e Ramiro Marques. Porto: Porto Editora.

SCHWADE, Guilherme V. et. al. Utilização de PBL no ensino de robótica móvel para estudantes de engenharia da computação. Artigo apresentado no XXXIX COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Blumenau/SC. 2011

SILVA, Bento Duarte da. **A tecnologia é uma estratégia. Tecnologias de Educação: ensinando e aprendendo com a TIC.** In: SALGADO, Maria Umbelina Caiafa; AMARAL, Ana Lúcia. (Org.). Brasília: Ministério de Educação à Distância, 2008, p.3, 197-200, 204, 206.

SOARES, José Itamar. **Atividades experimentais no ensino de Física: as concepções dos professores de Física do CEFET-PI.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação para o Ensino de Ciências e Matemática, defendida em 2010 na ULBRA em Canoas/RS. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/viewFile/132/126>

SOUZA Cidoval Moraes - **Apropriação Social do Conhecimento Científico e Tecnológico.** Notas de aula.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini - **Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil.** (2003) DCB Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

TREVELIN, Ana Teresa Colenci. PEREIRA, Marco Antonio Alves. NETO, José Dutra de Oliveira. - **A UTILIZAÇÃO DA “SALA DE AULA INVERTIDA” EM CURSOS SUPERIORES DE TECNOLOGIA: COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO TRADICIONAL E O MODELO INVERTIDO “FLIPPED CLASSROOM” ADAPTADO AOS ESTILOS DE APRENDIZAGEM.** Revista de Estilos de Aprendizagem, nº12, Vol 11, outubro de 2013. Disponível em: http://www2.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_12/articulos/articulo_8.pdf. Acessado em 04/12/2016

VALENTE, José Armando. **Blended Learning e as mudanças no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida.** Educar em Revista: Dossiê Educação a Distância, Curitiba: UFPR, Edição especial n. 4/2014. p. 79-97. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/educar>. Acesso em: 12 jun. 2015.

VALENTE, José Armando. **O computador na Sociedade do Conhecimento.** Núcleo de Informática Aplicada à Educação – Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. 1999. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me003150.pdf>

VAZZI, Marcio R. G. **Robótica Educacional à luz da Pedagogia de Projetos.** Memorial

descritivo enviado para o concurso Microsoft Educadores Inovadores 2009

VIGNOCHI, Carine et. Al. CONSIDERAÇÕES SOBRE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA EDUCAÇÃO EM SAÚDE. Artigo. 2009

VOLANTE Ari, OLIVEIRA Arthur Ramos, OLIVEIRA Claic Assunção – Guindaste Max: 2008 (s.n.t)

Web-SAI – Sistema de Avaliação Institucional do Centro de Educação Tecnológica Paula Souza. Disponível em: <https://websai.cps.sp.gov.br>. Acesso em 13/03/2014

SCHWADE - UTILIZAÇÃO DE PBL NO ENSINO DE ROBÓTICA MÓVEL PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO
Guilherme V. Schwade

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ATIVIDADE 01

Projeto Robótica

Roteiro nº 01 **Data:** __/__/2016 **Equipe:**

Objetivos:

- Conhecer a plataforma Arduino (IDE - Recursos e limitações)
- Entender a relação Dispositivo de controle – drive – objeto controlado/sensor
- Conhecer a nomenclatura e principais funções dos diversos hardwares (Drives, reles, etc.)
- Identificar os componentes dos projetos (Protoboard, sensores, atuadores, etc.)
- Montar um circuito

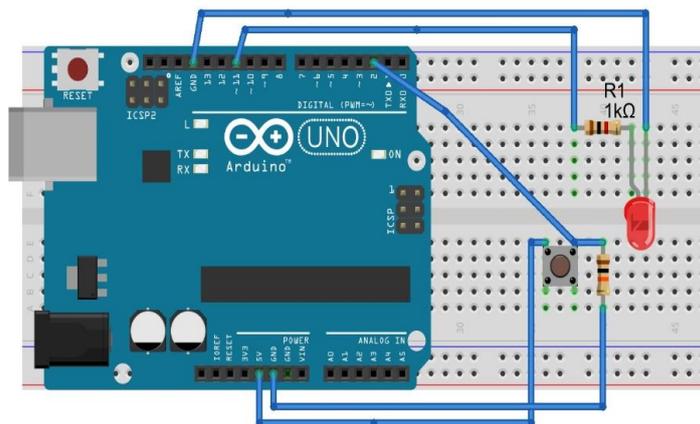
Tarefas:

- Instale a IDE do Arduino em um computador;
- A partir da IDE do Arduino abra o arquivo de exemplo Roteiro1_T1.ino;
- Monte o projeto eletrônico conforme ilustrado abaixo;
- “Carregue o programa no Arduino e faça o “sistema” funcionar
- Responda as Questões 1,2 e 3;
- A partir da IDE do Arduino abra o arquivo de exemplo Roteiro1_T2.ino;
- “Carregue o programa no Arduino e faça o “sistema” funcionar
- Responda as questões 4.5 e 6.

Material:

- 1 Arduino;
- 1 Protoboard (Matriz de contato);
- 1 Led
- 1 resistor de 1K
- 1 resistor de 10K
- 1 Botão
- Cabos para conexão.

Esquema para montagem

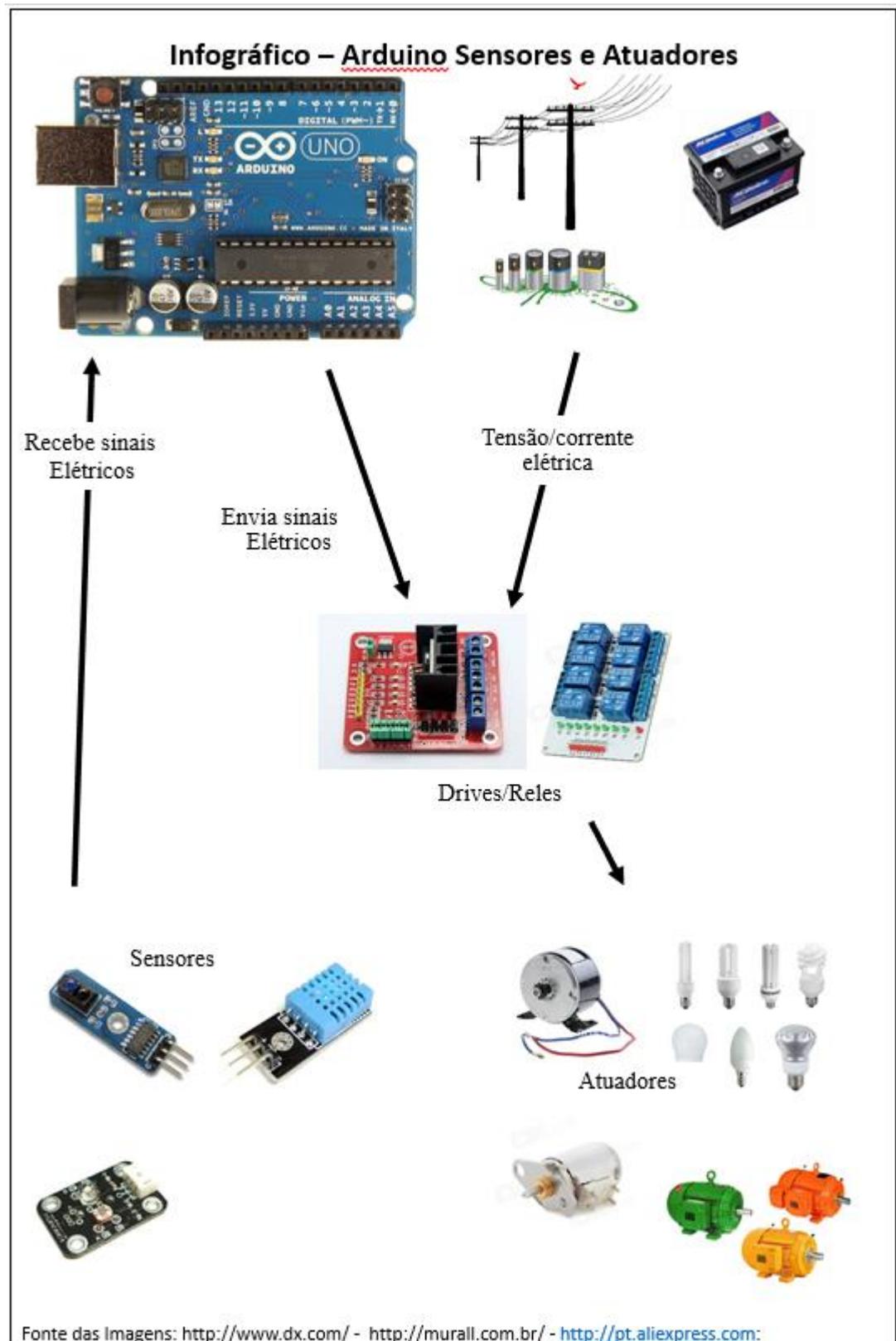


Fonte: <http://sparkfun28.rssing.com/>

Observações:

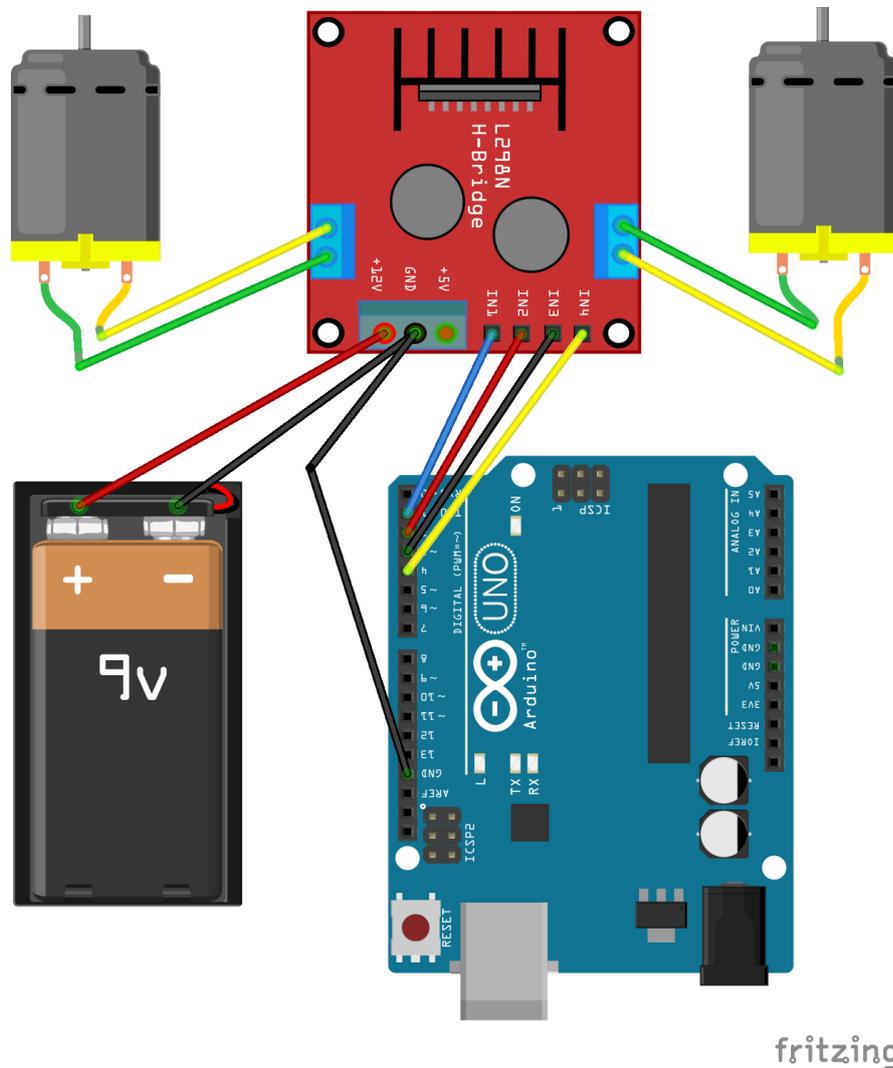
A IDE do Arduino e o programa estão disponíveis no ambiente de aprendizagem.

Projeto Robótica		
Roteiro nº 01	Data: __/__/2016	Equipe:
Relatório:		
Questões:		
1) Como é possível diminuir a frequência com que o LED pisca? Escreva como seria a linha do programa que faria essa mudança:		
2) Como é possível alterar o programa para que o LED fique 2 segundos apagado e ½ segundo aceso? Escreva as linhas do programa que teriam que ser mudadas:		
3) Quando o Arduino executa o comando “digitalWrite(led, HIGH)”, qual a tensão presente no pino?		
4) Como podemos diminuir a velocidade com que o LED aumenta a intensidade de luz? Escreva como seria a mudança na linha do código:		
5) A tensão na saída analógica do Arduino varia de 0 a 5 volts. Podemos controlar a tensão mandando um valor de 0 a 255 para o LED com o comando “analogWrite(led, valor)”. Então qual seria a a tensão equivalente aos valores 70, 150, 200 ?		
6) Quais outros componentes ou equipamentos poderíamos controlar usando o comando “analogWrite(led, valor)”?		
Observações:		



APÊNDICE B – ROTEIRO DE ATIVIDADE 02

Projeto Robótica		
Roteiro nº 02	Data: __/__/2016	Equipe:
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o dispositivo Ponte H • Compreender como controlar a Ponte H por meio do Arduino • Entender o acionamento de motores por meio da Ponte h • Realizar o controle de motores no sentido horário e anti-horário • Realizar o controle da velocidade dos motores (Rotações por minuto) • calcular o deslocamento da roda baseado no perímetro da circunferência • Calcular deslocamento em metros e velocidade média 		
<p>Tarefas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar o projeto eletrônico conforme ilustrado abaixo; • “Carregar o programa Roteiro2_T1.ino; no Arduino e acionar os motores • Responda as Questões 1,2 e 3; • A partir da IDE do Arduino abra o arquivo de exemplo Roteiro2_T2.ino; • “Carregue o programa no Arduino e faça o “sistema” funcionar • Responda as questões 4.5 e 6. • A partir da IDE do Arduino abra o arquivo de exemplo Roteiro2_T3.ino; • “Carregue o programa no Arduino e faça o “sistema” funcionar • Responda as questões 4.5 e 6. 		
<p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Arduino; • 1 Ponte H; • 2 motores; • 2 rodas robóticas; • Régua e fita métrica; • calculadora. 		

Esquema de montagem:

Fonte: Prof. Dr. Silvio H. Fiscarelli e Prof. Marcio R.G. de Vazzi

Observações:

A IDE do Arduino e o programa estão disponíveis no ambiente de aprendizagem.

A imagem da Ponte H pode não ser fiel ao dispositivo utilizado, neste caso, siga a indicação constante na “pinagem” do desenho e da placa utilizada.

Dependendo da voltagem do motor utilizado pode ser necessário utilizar uma fonte com voltagem superior a 9V.

Projeto Robótica		
Roteiro nº 02	Data: __/__/2016	Equipe:
<u>Relatório</u>		
Questões:		
Parte1 - Acionamento do Motor		
1) Qual a utilidade de uma ponte H?		
<hr/> <hr/>		
2) Porque não podemos ligar um motor DC diretamente na porta digital do Arduino?		
<hr/> <hr/>		
3) Qual a modificação no código do Roteiro2_T1.ino precisamos fazer para que os dois motores girem ao mesmo tempo?		
<hr/> <hr/>		
Parte2 - Velocidade do motor		
4) considerando uma alimentação de 6V e um sinal PWM de 150, qual seria a porcentagem de velocidade do motor?		
<hr/> <hr/>		
5) como podemos modificar o código Roteiro2_T2.ino, para que tenhamos uma velocidade de 70% da velocidade final do motor? E qual seria a tensão no pinos dos motores?		
<hr/> <hr/>		

6) Como podemos modificar o código Roteiro2_T2.ino, para que o motor gire por 5 segundos em uma velocidade baixa?

7) Modifique o Roteiro2_T3.ino, para que o motor gire a 30% da sua capacidade. Depois faça com que ele gire por 3 minutos. Em seguida conte quantas rotações por minuto o motor realiza. Descreva abaixo o que você modificou.

8) Calcule o espaço que a roda percorre a cada giro (RPM). Utilize a fórmula abaixo: Para determinarmos o comprimento da circunferência ou seu perímetro, utilizamos uma expressão única, sempre dependendo do tamanho do raio, observe:

$C = 2 * \pi * r$, onde:

C = raio da circunferência (medida do centro à extremidade)

$\pi = 3,14$ (aproximadamente)

r = raio

9) Se o motor de um robô girar durante 1 minuto a 30% da velocidade final do motor, qual será o espaço percorrido por ele.

Observações:

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ATIVIDADE 03

Projeto Robótica		
Roteiro nº 3	Data: __/__/2016	Equipe:
Objetivos:		
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e utilizar alguns conceitos da Dinâmica • Compreender o conceito de Força (Newton) • Compreender o conceito de Trabalho (Joule) 		
Tarefas:		
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar o funcionamento do Robô Arduino • Revisar o funcionamento do controle do Robô • Para realizar esta atividade você precisa saber a massa do robô, para tanto pese-o em uma balança e anote o valor da massa em Kg. • Responda as questões . 		
Material:		
<ul style="list-style-type: none"> • 1 Robô Arduino; • Fita métrica; • Balança; • calculadora. 		
Observações:		
<p>Utilize o mesmo kit já montado do seu robô. Se desejar, você pode personalizar o robô. A “pista” de testes deve ser a mesma para todos os grupos.</p>		

Projeto Robótica**Roteiro nº 3** **Data: __/__/2016** **Equipe:****Relatório:****Questões:**

- Meça a distância percorrida pelo robô: _____
- Calcule a velocidade média do robô: _____ ($V = \Delta s / \Delta t$)
- Calcule a aceleração média do robô: _____ ($A = \Delta v / \Delta t$)
- Calcule a força aplicada ao robô: _____ ($F = \text{Massa} * \text{Aceleração}$) - (N)Newton
- Calcule o trabalho realizado no deslocamento do robô: _____ ($T = \text{força} * \Delta s$)
Joule

Observações:

APÊNDICE D – ROTEIRO DE ATIVIDADE 04

Projeto Robótica		
Roteiro nº 4	Data: __/__/201__	Equipe:
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e utilizar alguns conceitos da Dinâmica • Compreender o conceito de Força (Newton) • Compreender o conceito de Trabalho (Joule) • Conhecer e utilizar o conceitos de Energia Cinética • Compreender o conceito de Energia Cinética (E_c) • Compreender a relação entre energia, massa e velocidade 		
<p>Tarefas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar o funcionamento do Robô Arduino • Revisar o funcionamento do controle do Robô • Para realizar esta atividade você precisa saber a massa do robô, para tanto pese-o em uma balança e anote o valor da massa em Kg. • Responda as questões . 		
<p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Robô Arduino; • Fita métrica; • Fita crepe; • Balança; • Calculadora. <div style="text-align: center;">  </div>		
<p>Orientações:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilize o mesmo kit já montado do seu robô. Se desejar, você pode personalizar o robô. 2. A “pista” de testes deve ser a mesma para todos os grupos. 		

Projeto Robótica

Roteiro nº 4 **Data: __/__/201__** **Equipe:**

Questões para desenvolvimento:

Calculo da trajetória percorrida pelo robô

Velocidade média do robô em cada percurso ($V=\Delta s/\Delta t$)

Aceleração média do robô nos percursos ($A=\Delta v/\Delta t$)

Força aplicada ao robô ($F=Massa \cdot Aceleração$) - (N)Newton

Trabalho realizado no deslocamento total do robô ($T=força \cdot \Delta s$) Joule

Energia Cinética adquirida pelo robô enquanto percorreu os espaços

Observações:

1. A energia que um corpo adquire quando está em movimento chama-se energia cinética. A energia cinética depende de dois fatores: da massa e da velocidade do corpo em movimento. Qualquer corpo que possuir velocidade terá energia cinética. A equação matemática que a expressa é:

$$E_c = \frac{mV^2}{2}$$

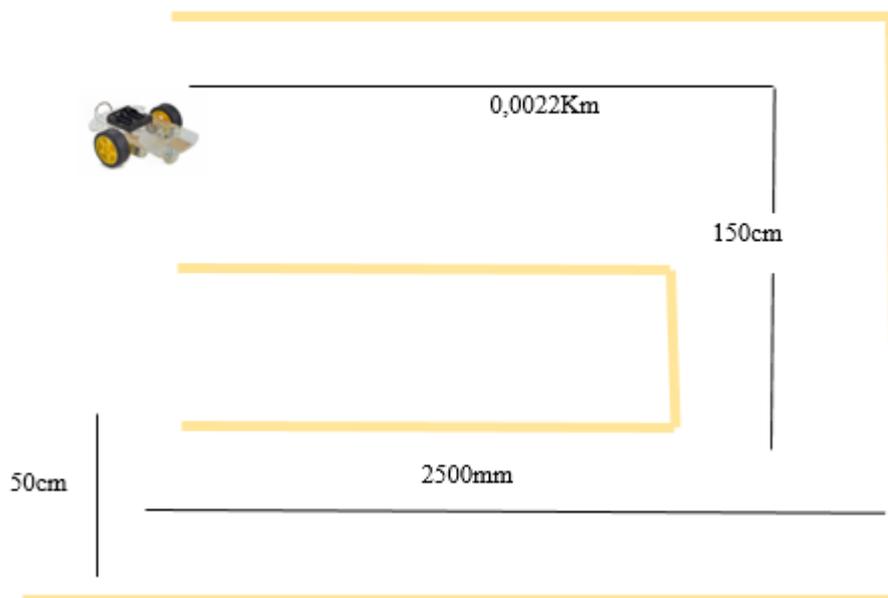
Relatório:

Após o experimento prático com o robô, preencha a tabela abaixo:

Experimento	Trajectoria	Tempo	Velocidade média	Aceleração média	Força média	Trabalho	Energia Cinética
1							
2							
3							

Instruções:

- 1) Montar uma pista com fita crepe e colar no chão as distâncias de cada trecho;
- 2) Posicionar o robô no início da pista;
- 3) Quando o professor “soar a sirene”, a corrida inicia e um membro da equipe anota a contagem do tempo enquanto o outro controla/pilota o robô até a linha de chegada;
- 4) Ao final de cada “corrida” a equipe deve realizar os cálculos propostos;
- 5) Cada equipe tem duas chances e deve realizar o cálculo ao final de cada tentativa;



APÊNDICE E – ROTEIRO DE ATIVIDADE 05

Projeto Robótica		
Roteiro nº 5	Data: __/__/201__	Equipe:
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer e utilizar o conceitos de Potência Elétrica • Compreender o conceito de Tensão (V) • Compreender o conceito de Corrente (I) • Compreender o conceito de Resistência (R) • Compreender a relação entre corrente, tensão e resistência (Lei de Ohm) 		
Tarefas: <ul style="list-style-type: none"> • Revisar o funcionamento dos motores do robô • Revisar o funcionamento da fonte de alimentação • Estudar as funções do Multímetro • Responder as questões . 		
Material: <ul style="list-style-type: none"> • 2 motores do Robô Arduino; • Pack de pilhas AA 4 unidades; • Multímetro; • calculadora. 		
		
Observações:		
	<p>Simon Ohm elaborou uma relação matemática que diz que a voltagem aplicada nos terminais de um condutor é proporcional à corrente elétrica que o percorre, matematicamente fica escrita do seguinte modo:</p>	
	$V = R \cdot i$	
	<p>Onde:</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • V é a diferença de potencial, cuja unidade é o Volts (V); • i é a corrente elétrica, cuja unidade é o Ampere (A); • R é a resistência elétrica, cuja unidade é o Ohm (Ω). 	
	<p>Potência é uma grandeza física que mede a energia que está sendo transformada na unidade de tempo, ou seja, mede o trabalho realizado por uma determinada máquina na unidade de tempo. No caso do robô estamos transformando energia elétrica em energia mecânica. A formula da potencia neste caso é:</p>	
	$P = V \cdot i$	

Projeto Robótica		
Roteiro nº 5	Data: __/__/201_	Equipe:
Relatório:		
Questões:		
Tarefa1:		
<ul style="list-style-type: none">• Meça com o multímetro a tensão fornecida pelo conjunto de 4 pilhas AA que alimentam o Robô:_____• Meça com o multímetro a resistência dos motores que estão acopladas às rodas do Robô: Motor A:_____ Motor B:_____• Calcule a resistência total dos dois motores: _____• Sabendo a tensão e a resistência total dos motores calcule a corrente que circula pelo circuito quando o robô está em pleno movimento:_____		
Tarefa2:		
<ul style="list-style-type: none">• Como é possível medir com a ajuda de um multímetro a corrente que circula pelo circuito?• Realize essa medida na prática. Qual o valor da corrente encontrada?_____• Calcule o valor da tensão fornecida pelas pilhas quando o robô está em movimento:_____		
Tarefa 3:		
<ul style="list-style-type: none">• Qual a potência Elétrica do circuito que aciona o robô?_____		
Observações:		

APÊNDICE F – RELAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES

Relação de TESES do Banco da CAPES (Somente resultados posteriores a 2010) - <http://bancodeteses.capes.gov.br/>

Nº	Título	Ano da defesa	Palavras-chave da pesquisa	Grau de titulação	Local
01	ENSINO E APRENDIZAGEM POR PROBLEMA: ANÁLISE DE PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSOS DE MEDICINA DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL	2011	Problematização, Aprendizagem Baseada em Problema	Mestrado Acadêmico	PUC - Goiás
02	SIGNIFICAR APRENDIZAGENS EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA ATRAVÉS DO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS	2011	X	Mestrado Acadêmico	UFSM - FURG
03	APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM Mestrado PROFISSIONAL EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS NA MODALIDADE À DISTÂNCIA	2011	EAD; PBL; nTICs	Doutorado	UFV - MG
04	POSSIBILIDADES E LIMITES DO EXERCÍCIO DA AUTONOMIA DOS ESTUDANTES NA UFPR LITORAL: OS PROJETOS DE APRENDIZAGEM EM FOCO.	2011	Educação Superior. Autonomia. Projetos de Aprendizagem	Mestrado Acadêmico	UFP - PR
05	UM SISTEMA PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS COM RECOMENDAÇÃO CONTEXTUALIZADA DE RECURSOS INSTRUCIONAIS	2012	Construção de Ambientes; aprendizado; adm. projetos	Doutorado	UFRS - RS
06	UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO SOBRE A ABORDAGEM DE ENSINO PBL (PROBLEM BASED LEARNING) APLICADA À CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	2012	Ciência da Computação, Problem Based Learning	Mestrado Acadêmico	UFPE - PE
07	EDUCAÇÃO E ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ESCOLA PÚBLICA: AS ARTES DO FAZER	2011	Ambiente de Aprendizagem, Trabalho Coletivo, Robótica	Mestrado Acadêmico	UFU - MG
08	APLICAÇÃO DE ARQUITETURA PEDAGÓGICA EM CURSO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL COM HARDWARE LIVRE	2011	arquitetura interativa; currículos e práticas pedagógicas	Mestrado Acadêmico	UFRJ - RJ
09	ABORDAGEM CRÍTICA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL: ÁLVARO VIEIRA PINTO E ESTUDOS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	2012	Educação. Robótica. Vieira Pinto	Mestrado Acadêmico	UTFPR - PR
10	ROBÓTICA NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA : OS ESTUDANTES APRENDEM MATEMÁTICA?	2012	Ensino-aprendizagem Ensino de matemática Robótica	Mestrado Profissional	UFRS - RS
11	EDUCAÇÃO E ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ESCOLA PÚBLICA: AS ARTES DO FAZER	2011	Ambiente de Aprendizagem, Trabalho Coletivo, Robótica	Mestrado acadêmico	UFU - MG
12	UM ESTUDO DO USO DE CONCEITOS FÍSICOS APRENDIDOS EM SALA DE AULA UTILIZANDO ROBÓTICA PEDAGÓGICA	2012	Ensino de Física. Robótica. Ciclo da experiência de Kelly	Mestrado Acadêmico	UFRPE - PE
13	ABORDAGEM CRÍTICA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL: ÁLVARO VIEIRA PINTO E ESTUDOS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	2012	Educação. Robótica. Vieira Pinto	Mestrado Acadêmico	UTFPR - PR

Relação de TESES do Portal Domínio Público

Nº	Título	Ano da defesa	Palavras-chave da pesquisa	Grau de titulação	Local
01	O ensino-aprendizagem por projetos no ensino médio: estudo crítico de um caso de implantação numa escola pública paulista	2006	Ensino aprendizagem por projetos. Projetos interdisciplinares. Ensino Médio. Trabalho coletivo. Projeto Político Pedagógico.	Mestrado Acadêmico	PUC - SP
02	O processo tutorial no método de aprendizagem baseada em problemas (ABP) no curso de medicina da UESB: a compreensão dos estudantes	2009	Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Tutoria. Ensino Médico	Mestrado Acadêmico	UFBA - BA
03	Aprendizado baseado em problemas, um novo conceito para a formação do designer e a sustentabilidade	2008	Ensino do design; Interdisciplinaridade; PBL; Sustentabilidade	Mestrado Acadêmico	UNESP - Bauru
04	Contribuições do ambiente virtual de aprendizagem para o desenvolvimento de competências do engenheiro de produção utilizando o PBL	2008	PBL. AVA. Competências. Aprendizagem colaborativa. Equipes	Mestrado Acadêmico	USP - SP
05	Similaridades entre semiologias na metodologia PBL	2009	Semiologia, anamnese, educação médica, PBL, TIC, índices de similaridades	Mestrado Acadêmico	PUC - PR
06	O processo tutorial no método de aprendizagem baseada em problemas (ABP) no curso de medicina da UESB: a compreensão dos estudantes	2009	ABP – PBL - Tutoria	Mestrado Acadêmico	UFBA -BA

Relação de TESES da BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) - <http://bdtb.ibict.br/>

Nº	Título	Ano da defesa	Palavras-chave da pesquisa	Grau de titulação	Local
01	Aprendizagem Baseada em Problemas/Projetos em ambiente online na perspectiva de educadores e educandos da Ciência dos Alimentos	2013	TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Educação, Educação à distância, Distance education	Doutorado	UFV - MG
02	Um modelo conceitual para aprendizagem colaborativa baseada na execução de projetos pela Web.	2012	aprendizagem em colaboração, aprendizagem por projeto, e-learning objetos de aprendizagem	Doutorado	USP - Politécnica
03	ENSINO E APRENDIZAGEM POR PROBLEMA: ANÁLISE DE PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSOS DE MEDICINA DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL	2011	Problemática. Aprendizagem Baseada em Problema. Ensino Superior.	Mestrado Acadêmico	PUC - GO
04	Um ambiente de apoio ao desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem	2006	Ensino auxiliado por computador, tecnologia educacional, Aprendizagem por Projetos	Mestrado Acadêmico	UFES - ES
05	A aprendizagem baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores.	2005	Métodos de ensino, ensino superior, aprendizagem baseada em problemas	Mestrado Acadêmico	UFSCAR
06	Pedagogia de Projetos como ferramenta metodológica na formação inicial de professores de física	2008	Pedagogia de Projetos, Formação de professores, ensino de física	Mestrado Acadêmico	UEPG
07	O trabalho com projetos e o desenvolvimento profissional dos professores de educação infantil	2011	EDUCACAO PRE-ESCOLAR, Educação Infantil de Qualidade, Formação de Professores de Educação Infantil, Trabalho com Projetos	Mestrado Acadêmico	UFC - CE
08	Professoras e projetos: concepções e práticas no ensino fundamental	2009	Trabalho com projetos, práticas de ensino, prática docente, ensino fundamental.	Doutorado	UFRN - RN
09	Um sistema para construção de ambientes com recomendação contextualizada de recursos instrucionais para aprendizagem baseada em problemas.	2012	Aprendizagem Baseada em problemas. Ambientes complexos de aprendizagem	Doutorado	UFRGS - RS