



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

EMERSON RODRIGO BAIÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA
O USO DO *SCRATCH FOR ARDUINO* NO ENSINO MÉDIO**

**CAMPINAS
2016**

EMERSON RODRIGO BAIÃO

DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA O USO DO *SCRATCH FOR ARDUINO* NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Educação na área de concentração de Educação.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Ferreira do Amaral

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO EMERSON RODRIGO BAIÃO E ORIENTADA PELO PROF. DR. SÉRGIO FERREIRA DO AMARAL.

**CAMPINAS
2016**

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação
Rosemary Passos - CRB 8/5751

B161d Baião, Emerson Rodrigo, 1981-
Desenvolvimento de uma metodologia para uso do Scratch for Arduino no ensino médio / Emerson Rodrigo Baião. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Sérgio Ferreira do Amaral.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

1. Aula. 2. Tecnologia educacional. 3. Método de ensino. 4. Construcionismo. I. Amaral, Sérgio Ferreira do, 1954-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Development methodology for use of Scratch for Arduino at high school

Palavras-chave em inglês:

Class

Educational technology

Teaching method

Construcionism

Área de concentração: Educação

Titulação: Mestre em Educação

Banca examinadora:

Sérgio Ferreira do Amaral [Orientador]

Estéfano Vizconde Veraszto

André Marcelo Panhan

Data de defesa: 31-05-2016

Programa de Pós-Graduação: Educação

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA
O USO DO *SCRATCH FOR ARDUINO* NO ENSINO MÉDIO**

Autor: Emerson Rodrigo Baião

COMISSÃO JULGADORA:

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Ferreira do Amaral

Prof. Dr. Estéfano Vizconde Veraszto

Prof. Dr. André Marcelo Panhan

A Ata da Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no processo de vida acadêmica do aluno.

2016

DEDICATÓRIA

Ao Senhor meu Deus que sempre está presente em minha vida, à Maria nossa mãe divina, ao nosso senhor Jesus Cristo e ao anjo da guarda pela interseção divina em minha vida.

Ao meu pai José, *in memoriam*, minha mãe Antônia, e minhas irmãs Sandra e Silvana.

À minha esposa Amanda, meus filhos Maria Eduarda e Eduardo Henrique, pois são a razão por eu não esmorecer na luta do dia a dia.

AGRADECIMENTOS

É chegada a conclusão de um sonho almejado desde 2005 quando iniciei meu primeiro curso de graduação. Esta é uma conquista muito grande, mas, é preciso reconhecer pessoas que passaram em minha vida e que na soma de todos esses momentos vividos formaram a base que consolidaram o meu aprender e fizeram com que eu conseguisse chegar até este momento.

Agradeço ao Professor Sergio, por tê-lo como orientador e amigo. Agradeço a confiança e a convivência neste período de estudo de mestrado pois, além da orientação me enriqueceu com suas experiências educacionais tanto pedagógicas quanto técnicas.

Ao meu pai José, *in memoriam*, por todo o ensinamento, pelo exemplo de vida, pela ética, por ter me ensinado que a palavra vale mais que uma assinatura em um papel. É uma ausência ainda muito sentida, mas, o que me conforta é que toda a riqueza de coração que me destes hoje posso usá-la na minha vida. Muito obrigado.

À minha mãe Antônia, por ser mãe de verdade, por todo carinho e dedicação pelas orientações, pela paciência, pelo amor dedicado a mim e a nossa família. Obrigado mãe pela forma reta com que guiou minha infância e por ser esta mãe maravilhosa.

Às minhas irmãs Sandra e Silvana pelo apoio, pelas palavras de incentivo, por caminhar do meu lado dando toda a força necessária para seguir em frente.

À minha esposa Amanda, pelo companheirismo, pela dedicação à família, por acompanhar e me incentivar neste momento tão importante de minha vida. Muito obrigado por me ajudar e por estar do meu lado.

Aos meus filhos Maria Eduarda e Eduardo Henrique, pois a cada sorriso, a cada beijo, a cada abraço é possível sentir a presença de Deus em nossas vidas. Duda e Dudu, a alegria de vocês é como uma recarga de energia constante em mim.

Ao meu amigo Estéfano, que o conheço há pouco tempo, mas, nossas conversas, suas dicas, e seu incentivo, tornaram o caminho da pesquisa de mestrado menos sinuoso. Obrigado meu amigo.

À Karla, pelas longas conversas de apoio, por mostrar as possibilidades de novos caminhos na educação, e pela paciência que tinha para sempre me ajudar quando precisava.

À professora Maria José Pace Tafner, pela honra de ter sido seu aluno, depois ter tido a honra de lecionar junto com ela em uma instituição de Educação Superior, período em que consolidamos nosso laço de amizade. Agradeço pelas nossas conversas, pelas dicas, por todo tempo que dedicou a mim para conversarmos sobre meu projeto de pesquisa.

Ao meu amigo André Panhan, quero deixar meus agradecimentos, pois foi graças a ele ter sido meu professor na faculdade e as várias conversas com ele sobre pós-graduação, que sempre almejei fazer mestrado. Quero aqui deixar meus agradecimentos.

Aos amigos de programa de mestrado Aldo, André e Ricardo, por vários trabalhos realizados juntos, pelas apresentações que fizemos e principalmente por sempre estarem dispostos a conversar sobre o projeto de pesquisa dando-me dicas importantíssimas.

Ao Henderson e a Lucinda, pelas várias conversas de onde surgiram muitas dicas que me ajudaram na realização desta pesquisa.

Agradeço a minha família, meu avós Vicente *in memorian*, Regina *in memorian*, Magdalena *in memorian* e Octaviano *in memorian* em especial meu tio Alexandre, ao meu cunhado Fernando, a minha sobrinha Isabela e a minha sogra D. Estela, pelo apoio, pelas conversas de incentivo.

A todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha vida e me ajudaram a me formar como cidadão e profissional, principalmente aos meu alunos e ex-alunos, pois graças a eles aprendi e aprendo muito em educação a cada ano que se passa.

Registro meus agradecimentos de todo coração.

Emerson Rodrigo Baião

RESUMO

A rápida evolução da tecnologia trouxe à sociedade moderna impactos na sua forma de viver, principalmente na de interagir e, de certa forma, em alguns casos, a tecnologia chega a ser indispensável em quase todas as áreas do conhecimento e, com a educação, não é diferente. Desta forma, o presente trabalho busca apresentar uma proposta para a incorporação de tecnologia em sala de aula, onde o recorte foca na disciplina de Física do 3º ano do Ensino Médio para apresentar uma proposta onde a mudança não fique somente no meio, mas, sim meio e método de ensino. A pesquisa apresenta uma proposta de método para o uso do *Scratch for Arduino* para aulas experimentais de Física do 3º ano do Ensino Médio através do método construcionista de Seymour Papert. O objetivo específico deste estudo foi buscar uma proposta de método que possibilitasse a interação da linguagem de programação *Scratch for Arduino* e suas *shields* para trabalhar de forma prática o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades da disciplina de Física do 3º ano do Ensino Médio. A abordagem metodológica consistiu nas contribuições teóricas identificadas na literatura através de obras científicas e sites oficiais sobre o tema, utilizando-se da pesquisa de revisão narrativa de natureza qualitativa e quantitativa. Os resultados alcançados apontam que o *Scratch for Arduino* e suas *Shields* têm características necessárias para a incorporação de instrumentos tecnológicos modernos em sala de aula como facilidade de uso, baixo custo e por focar no desenvolvimento de competências como criatividade, criticidade, pensamento sistêmico e trabalho em equipe. Entretanto, foi possível compreender que a incorporação de tal tecnologia em sala de aula, sem a devida mudança de método de ensino, pode causar somente a mudança de meio ou ser uma replicação sistêmica do método tradicional de ensino desperdiçando assim as potencialidades que a ferramenta oferece. Nesta visão, o professor que era o centro do conhecimento passa para professor mediador, proporcionando possibilidades de aprendizagem e não somente de ensino, onde então o método construcionista de Seymour Papert se coloca como proposta desta pesquisa.

Palavras Chaves: Aulas experimentais, Tecnologia na educação, Método de ensino, Construcionismo, *Scratch for Arduino*.

ABSTRACT

The rapid evolution of technology has brought modern society impacts on their way of life, mainly to interact and somehow in some cases the technology gets to be indispensable in almost all areas of knowledge and education is no different. Thus, the present study aims to present a proposal for the incorporation of technology in the classroom, where clipping focuses on the discipline of Physics of the 3rd year of high school to present a proposal where change not only stay in the middle, but rather through and teaching method. The research aims to propose a method for using the Scratch for Arduino for experimental classes of Physical 3rd year of high school through the constructionist method of Seymour Papert. The specific objective of this study was to seek a proposal for a method that would allow the interaction of scratch programming language for Arduino and their shields to work in a practical way the development of knowledge and skills of the discipline of Physics of the 3rd year of high school. The methodological approach is the theoretical contributions identified in the literature was used to research is the narrative review of qualitative and quantitative nature through scientific works and official websites on the topic. The show achieved results Scratch for Arduino and its Shields, has characteristics required for the incorporation of modern technological tools in the classroom as ease of use, low cost and focus on developing skills such as creativity, critical, systemic thinking and work staff however, it was possible to understand that the incorporation of such technology in the classroom without proper change of teaching method can only cause the change of medium or systemic replication of the traditional method of teaching thus wasting the potential that the tool offers this change happens mainly in the center teacher's view of knowledge to facilitator providing learning opportunities and not only teaching, which then constructionist method of Seymour Papert stands as a proposal of this research.

Keywords: Experimental classes, technology in education, teaching method, constructionism, Scratch for Arduino.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Ilustração da tartaruga como ator principal e a criação de um quadrado através de comandos (LOGO FOUNDATION, 2015)	25
Figura 2 Ambiente de programação Scratch	27
Figura 3 Ciclo do aprendiz (RESNICK, 2007)	28
Figura 4 Arduino UNO frente e verso, um dos modelos mais vendidos atualmente (ARDUINO, 2015)	32
Figura 5 Software que possibilita a programação do Arduino.....	32
Figura 6 <i>Shields</i> e componentes que potencializam o uso do <i>Arduino</i> (ARDUINO, 2015).....	33
Figura 7 Ambiente de programação Scratch for Arduino	35
Figura 8 Bloco de comandos e Kit Lego Mindstorm EV3 (LEGO, 2016)	35
Figura 9 Kit Modelix 441 Plus (MODELIX, 2016).....	36
Figura 10 Exemplo do ambiente virtual e da sua programação (MODELIX, 2016).....	37
Figura 11 Diagrama do Instrucionismo (VALENTE, 1997)	52
Figura 12 Diagrama Construcionista (VALENTE, 1997)	53
Figura 13 Ambiente Scratch for Arduino.	62
Figura 14 Resumo dos comandos executados na Tabela 3	76
Figura 15 Explicação dos comandos executados na Tabela 5	82
Figura 16 Explicação dos comandos executados na Tabela 6	85
Figura 17 Ilustração de onde observar a leitura da porta Analog0	90
Figura 18 Explicação dos comandos executados na Tabela 12	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Comparação entre Scratch for Arduino, lego Mindstorm e Modelix Robotics	38
Tabela 2 Categorias e blocos de comandos do Scratch for Arduino	64
Tabela 3 Exemplo de um programa sendo desenvolvido no Scratch for Arduino	75
Tabela 4 O programa desenvolvido em execução	76
Tabela 5 Proposta de avaliação por parte do professor utilizando o DERD e Ciclo do Aprendiz	78
Tabela 6 Exemplo de um programa desenvolvido para explicação de conceitos sobre Corrente Elétrica	82
Tabela 7 Conexão do LED e Arduino.....	82
Tabela 8 Funcionamento do LED	83
Tabela 9 Exemplo de um programa sendo desenvolvido no Scratch for Arduino	84
Tabela 10 Conexão do Arduino, LED e Motor de Passo.....	85
Tabela 11 Funcionamento do LED e do Motor de Passo	86
Tabela 12 Criação da variável que será utilizado na construção do programa	88
Tabela 13 Exemplo de um programa liga o LED por um sensor de luminosidade	90
Tabela 14 LED no Arduino e sua conexão na protoboard com o sensor de luminosidade e resistor	91
Tabela 15 Variável da porta Analog0	91
Tabela 16 Ligar e desligar o LED através do sensor de luminosidade	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Resultados da pesquisa da Revista A Física na Escola	19
Quadro 2 Resultados da pesquisa da Revista Brazilian Journal of Physics	19
Quadro 3 Resultados da pesquisa da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	20
Quadro 4 Resultados da pesquisa da Revista Brasileira de Ensino de Física	20
Quadro 5 Plano de aula sobre o primeiro contato com o Scratch for Arduino	74
Quadro 6 Plano de aula sobre Corrente Elétrica e seus Fenômenos	80
Quadro 7 Plano de aula sobre lei de Ohm e Resistores - Circuitos Elétricos	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – Três dimensões ou espaço tridimensional

CAI - *Computer Instruction Aided*

DERD - Descrição-Execução-Reflexão-Depuração

IDE - *Integrated Development Environment*

IBM - *International Business Machines*

EM - Ensino Médio

iOS - *iPhone Operating System*

PC - *Personal Computer*

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

S4A - *Scratch for Arduino*

TDIC - Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação

TV - Televisão

LED - *Light Emitting Diode*

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

ODA – Objeto Digital de Aprendizagem

PCN - Parâmetro Curriculas Nacional

PCN + - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

RAM - *Random Access Memory*

RCA - *Radio Corporation of America*

ROM - *Read-Only Memor*

USB - *Universal Serial Bus*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
Problema.....	18
Objetivos	18
Justificativa.....	18
Delineamento do trabalho	22
CAPÍTULO 1: A EXPERIMENTAÇÃO, O LOGO, <i>SCRATCH</i> E <i>ARDUINO</i>	24
1.1 A busca pela experimentação nas aulas	24
1.2 <i>Scratch</i>	26
1.3 <i>Arduino</i>	31
1.4 <i>Scratch for Arduino</i>	34
1.5 <i>Scratch for Arduino</i> , <i>Lego Mindstorm</i> e <i>Modelix Robotics</i>	35
1.5.1 A Análise	36
CAPÍTULO 2: MÉTODOS E TECNOLOGIA	41
2.1 Parâmetro Curricular Nacional.....	41
2.2 – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) – Uma proposta baseada em novas tecnologias.....	42
2.3 – PCN Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias (CNMT) – O direcionamento e organização do aprendizado: visão geral.....	43
2.3.1 – Competências e Habilidades aplicadas na disciplina de Física: visão geral.....	45
2.4 - PCN+CNMT Orientações Pedagógicas para a disciplina de Física do EM	48
2.5 Fundamentos teóricos: uma síntese	50
2.5.2 A base da metodologia construcionista	54
2.5.3 Construcionismo para mudança de meio e de método	56
2.6 As orientações, <i>Scratch for Arduino</i> e Construcionismo	65
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA	69
3.1 Metodologia Apresentação Geral	69
3.2 Sobre a Literatura	71
CAPÍTULO 4: A PROPOSTA	72
4.1 Sobre o desenvolvimento da proposta.....	72
4.3 As possibilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Física do EM através de uma proposta construcionista	72
4.3.1 A ambientação no <i>Scratch for Arduino</i>	72
4.3.2 O processo avaliativo.....	77

4.3.3 Possibilidade de aplicação dos conceitos	79
CONCLUSÃO	93
BIBLIOGRAFIA	96

INTRODUÇÃO

O Mundo vem passando por várias transformações nos últimos anos. Estas transformações são oriundas da globalização e posteriormente da inclusão da tecnologia no dia a dia das empresas e das pessoas. Esta nova forma de viver e pensar vem transformando o comportamento das pessoas e das empresas em geral, inclusive de um dos setores mais importantes da sociedade que é a educação. Ao longo dos séculos, a educação passou por muitas transformações, porém, as que estão ocorrendo nos últimos 30 anos são diferentes das anteriores conforme afirmam Garutti e Ferreira.

[...] a sociedade vive em constante mudança e gradativamente influencia o dia a dia das pessoas nas formas de comunicação, trabalho, relacionamento social, no ato de aprender e ensinar. Com isso, alteram-se hábitos e atividades cotidianas e, a educação, em todos os níveis de ensino, vem passando por esses movimentos de mudanças e desenvolvimento científico-tecnológico trazendo a necessidade em repensar a prática pedagógica da educação brasileira, com mudanças em seus espaços, tempos e modos de trabalho, surgindo a necessidade de formar um novo educador. (GARUTTI; FERREIRA, 2015, p. 361)

De acordo com Benamati; Lederer; Singh (1997), a taxa referente à mudança ou à evolução tecnológica é 30 por cento ao ano. Esta velocidade com a qual ocorrem as inovações tecnológicas, traz praticamente uma nova perspectiva de educação a cada 5 ou 10 anos.

Pensando nesta velocidade quanto às inovações tecnológicas, na década de 1990 ou no início da década de 2000, seria possível imaginar com exatidão que: Atualmente muitas crianças crescem rodeadas por televisões inteligentes, as famosas *Smart TV*? Com vídeo *games* que além do controle físico pode transformar o usuário no próprio controle através de seus sensores de movimento, em alguns os jogos trazem cenários tão realistas que interagem com o jogador, seja por gesto, óculos 3D¹, voz ou por vibrações no controle, dando a sensação de interatividade e de imersão? Além dos jogos, os celulares que podem ser chamados mais de central *multimídia* do que propriamente celular? Que o computador pessoal poderia ser quase que considerado um “mobiliário básico”? E que a internet, tão desconhecida há cerca de 30 anos por boa parte do Mundo, hoje é praticamente essencial no dia a dia das pessoas, seja para trabalho, comunicação, informação ou entretenimento?

Desta forma, nas últimas décadas o tema educação x tecnologia dá passos largos para iniciar sua consolidação nos debates pedagógicos nacional. “Se as tecnologias fazem parte da vida do aluno fora da escola (e isto acontece cada vez mais e das mais diferentes formas), elas devem fazer parte também de sua vida dentro da escola” (SAMPAIO; LEITE, 1999, p. 73-74). E anos mais tarde

¹ 3D refere-se a 3 dimensões ou a ambientes tridimensional que tem em comum imagens que apresentem altura, largura e profundidade que indicam relevo.

este tema que foca a falta do uso de tecnologias nas escolas continua sendo tratado “Embora muito já tenha sido feito para equipar as escolas com tecnologias, sua utilização ainda é tímida” (CARNEIRO; PASSOS, 2014 p. 104). E Silva fala sobre a falta de atenção sobre a tecnologia na sala de aula, principalmente no campo pedagógico.

Problema que, ao que parece, não tem merecido a devida atenção por parte daqueles que fazem a teoria da educação no Brasil. A tecnologia, apesar de ser tema de referência nos diversos ensaios que analisam os problemas da sociedade, ainda está por merecer certa centralidade no campo pedagógico. (SILVA, 2013, p. 855).

Essas transformações tão rápidas nos últimos anos impactou a forma de comunicação e até de comportamento e vêm ocasionando uma demanda explícita no domínio das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) por parte dos educadores seja da Educação Básica ou Educação Superior, trazendo assim a possibilidade de criar novos ambientes de aprendizagem que se adeque ao novo perfil das crianças, dos jovens e adultos. Como expõe Lévy “o computador é, portanto, antes de tudo um operador de *potencialização da informação*” (LÉVY, 1996, p. 41), sendo assim, não podemos negar sua importância na experimentação e na imersão que ele pode proporcionar não devendo ser utilizado somente como mero reprodutor de conteúdo, ou seja, não podemos ignorar o aparecimento de novos gêneros que proporcionem ligação à interatividade, à criatividade, à autonomia, à criticidade, ao aluno autor de conteúdo.

Antes de pensar da inclusão da tecnologia em sala de aula é importante observar o que o PCNEM afirma: “Mesmo considerando os obstáculos a superar, uma proposta curricular que se pretenda contemporânea deverá incorporar como um dos seus eixos as tendências apontadas para o século XXI.” (PCNEM, 2000, p. 12). E ainda acrescenta “A crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais, por exemplo, que, como consequência, estabelece um ciclo permanente de mudanças, provocando rupturas rápidas, precisa ser considerada” (PCNEM, 2000, p. 12).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) lançado em 2015 que servirá como aprimoramento e renovação da educação básica nacional o assunto também é tratado. Na sessão que trata sobre Ciências da Natureza é possível observar a preocupação com o uso da tecnologia bem como de um método para utilizá-lo.

Sob a perspectiva dos métodos empregados para a aprendizagem, o ensino das Ciências da Natureza será realizado a partir de diferentes estratégias e com o uso de múltiplos instrumentos didáticos, buscando sempre promover o encantamento, o desafio e a motivação de crianças, jovens e adultos para o questionamento. Para tal, deve mobilizar elementos lúdicos, por exemplo, como forma de promover a interação dos/as estudantes com o mundo, desde a Educação Infantil até o final do Ensino Médio, com múltiplas alternativas de ação, como recursos tecnológicos de informação e comunicação [...] (BNCC, 2015, p. 150)

Observa-se que as disciplinas que trabalham com conteúdo que em sua maioria tem caráter essencialmente experimental, mas, é trabalhado na teoria através da lousa e o caderno, podem não ser suficientes para a consolidação do aprendizado. Desta forma, a necessidade do uso de um objeto educacional como a tecnologia para favorecer o aprendizado fica cada vez mais latente.

Problema

Esta demanda de mudança de comportamento e a velocidade que a tecnologia transforma o dia a dia são tão essenciais que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) afirmam sobre uma mudança de visão na formação docente. “[...] é essencial investir na formação dos docentes, uma vez que as medidas sugeridas exigem mudanças na seleção, tratamento dos conteúdos e incorporação de instrumentos tecnológicos modernos, como a informática” (PCNEM, 2000, p. 12). Reforçando ainda que uma educação moderna deve ser alicerçada nas novas demandas para a educação do século XXI e norteando a questão norteadora desta pesquisa:

Para a elaboração de uma proposta, com fundamentação nos PCNs, qual é o método a ser aplicado que sirva como base para a incorporação do *Scratch for Arduino* nas aulas de Física do 3º ano do EM?

Objetivos

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo geral de criar uma proposta de utilização de um objeto digital de aprendizagem baseados nas orientações dos PCNs buscando responder a questão problema desta pesquisa.

E o objetivo específico é usar a interação da linguagem de programação *Scratch for Arduino* e suas *shields*² através do método construcionista para trabalhar de forma prática o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades da disciplina de Física do Ensino Médio.

Justificativa

No objetivo de ambientação sobre estudos que envolvessem o tema *Scratch, Arduino, Scratch for Arduino* e construcionismo em Física do Ensino Fundamental e Médio foram realizadas consultas em revistas científicas específicas desta disciplina. Como critério, foram analisadas as publicações de no máximo 2011 até 2016 para que fosse possível alcançar uma quantidade de publicações significativas e com maior atualidade possível. As revistas analisadas foram: A Física na Escola, *Brazilian Journal of Physics*, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e

² São as placas eletrônicas de expansão que encaixam na placa *Arduino* para ampliar seus recursos, como conector de rede, placa de rede *wireless*, a placa *Bluetooth Low Energy* para comunicação com aparelhos *Bluetooth* entre outras.

Revista Brasileira de Ensino de Física todas elas disponibilizadas para consulta dentro do site oficial da Sociedade Brasileira de Física e da Revista Brasileira de Ensino de Física sendo disponibilizada para consulta dentro do site oficial da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

As consultas na revista A Física na Escola foram realizadas nas publicações de Volume 12/2011 - Volume 13/2012. Não foram pesquisados mais volumes, pois foram publicados antes do ano 2010, não enquadrando no critério adotado e especificado acima. São suplementos semestrais da Revista Brasileira de Ensino de Física e voltadas às atividades para os professores de Física do Ensino Médio e Fundamental. Não foi encontrada nenhuma publicação que tivesse como tema o *Scratch*, ou *Arduino*, ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo. Abaixo no Quadro 1, são apresentados os dados.

Ano	Volume	Mês	Publicação	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada
				<i>Scratch</i>	<i>Arduino</i>	<i>Scratch for Arduino</i>	Construcionismo
2012	13	Mai	1	0	0	0	0
2011	12	Mai a Out	2	0	0	0	0

Quadro 1 Resultados da pesquisa da Revista A Física na Escola

Foram realizadas pesquisas no *Brazilian Journal of Physics* com publicações de Volume 41/2011 à Volume 46/2016 publicações editadas pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com o Grupo *Springer* com publicação de artigos de todas as áreas da física. Não foi encontrada nenhuma publicação que tivesse como tema o *Scratch*, ou *Arduino* ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo. Abaixo no Quadro 2, são apresentados os dados.

Ano	Volume	Mês	Publicação	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada
				<i>Scratch</i>	<i>Arduino</i>	<i>Scratch for Arduino</i>	Construcionismo
2016	46	Fevereiro	1	0	0	0	0
2015	45	Fev a Dez	6	0	0	0	0
2014	44	Fev a Dez	6	0	0	0	0
2013	43	Abr a Dez	6	0	0	0	0
2012	42	Abr a Dez	6	0	0	0	0
2011	41	Mai a Dez	6	0	0	0	0

Quadro 2 Resultados da pesquisa da Revista *Brazilian Journal of Physics*

Através de consulta realizada na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências nas publicações de Volume 11/2011 ao Volume 15/2015. São publicações editadas pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e têm como objetivo publicações de artigos de pesquisa originais na área de Educação em Ciências. Não foi encontrada nenhuma publicação que

tivesse como tema o *Scratch*, ou *Arduino*, ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo. Abaixo no Quadro 3 são apresentados os dados.

Ano	Volume	Mês	Publicação	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada
				<i>Scratch</i>	<i>Arduino</i>	<i>Scratch for Arduino</i>	Construcionismo
2015	15	-	3	0	0	0	0
2014	14	-	3	0	0	0	0
2013	13	-	3	0	0	0	0
2012	12	-	3	0	0	0	0
2011	11	-	3	0	0	0	0

Quadro 3 Resultados da pesquisa da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

Através de consulta realizada na Revista Brasileira de Ensino de Física nas publicações de Volume 33/2011 ao Volume 37/2016, cujas publicações têm como foco a melhoria do ensino de Física em todos os níveis escolar, não foi encontrada nenhuma publicação que tivesse como tema o *Scratch*, ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo. No entanto, foram encontrados 3 artigos que abordam o tema *Arduino*, sendo uma no ano de 2014 e outras 2 no ano de 2011. Abaixo, no Quadro 4, são apresentados os dados.

Ano	Volume	Mês	Publicação	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada	Referência encontrada
				<i>Scratch</i>	<i>Arduino</i>	<i>Scratch for Arduino</i>	Construcionismo
2015	37	Mar a Dez	4	0	0	0	0
2014	36	Jan a Dez	4	0	1	0	0
2013	35	Jan a Dez	4	0	0	0	0
2012	34	Jan a Dez	4	0	0	0	0
2011	33	Jan a Dez	4	0	2	0	0

Quadro 4 Resultados da pesquisa da Revista Brasileira de Ensino de Física

Os trabalhos encontrados são: Carvalho *et al.* (2011) com o trabalho: *Observing the atmospheric tides: an application of the Arduino board with sensors for barometric pressure and temperature*. Estudo relacionado à utilização do *Arduino Uno* para estudos da Maré Atmosférica. Souza *et al.* (2011) com o trabalho: *Arduino board: a low cost option for physics experiments assisted by PC*. Trabalho que estuda o uso do *Arduino* e componentes eletrônicos para estudo da luz. E Cavalcanti *et al.* (2011) com o trabalho: *Physics with Arduino for beginners*. Trata de estudo sobre ao *Arduino* e alguns dispositivos eletrônicos para estudo de carga e descarga de energia.

Também foram realizadas consultas nas principais publicações científicas nacional dos principais eventos de Física que acontecem no Brasil, para esta pesquisa foi escolhido sempre o último evento realizado. Foram consultados os eventos: XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física realizado no ano de 2014 sendo organizado pela Sociedade Brasileira de Física, o X Encontro

Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC) que é realizado a cada dois anos, sendo o último evento em 2015 e é promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e o XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física onde o último evento foi realizado no ano de 2015 sendo organizado pela Sociedade Brasileira de Física.

Iniciando a consulta pelo XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, ocorrido em outubro de 2014, promovido pela Sociedade Brasileira de Física, não foi possível obter nenhum retorno a respeito do tema *Scratch*, ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo, nas mesas redondas, comunicações orais e pôsteres.

Em pesquisa no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC) realizado em novembro de 2015, realizando a consulta com o tema o *Scratch*, ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo, nas mesas redondas, comunicações e debates não foi possível obter retorno de nenhum trabalho que envolvesse os temas.

Em pesquisa no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física realizado em janeiro de 2015, organizado pela sociedade Brasileira de Física, realizando a consulta tendo como tema o *Scratch*, ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo, nas mesas redondas, painéis, cursos e oficinas, mostras e exposições e palestras foi possível obter retorno de 01 trabalho relacionado ao *Scratch for Arduino* e 07 trabalhos relacionados ao *Arduino*.

Também foram realizadas buscas nos principais eventos de Física que acontecem no Brasil. Para esta pesquisa foi escolhido sempre o último evento realizado e os trabalhos encontrados são apresentados abaixo.

Os trabalhos encontrados são: Bernardes; Diehl (2015) com o trabalho: Medindo Distâncias com *Arduino*. Trabalho voltado à medição de distância através do *Arduino* e sensores. Fernandes *et al.* (2015) com o trabalho: Analisando o comportamento de um sistema oscilante com massa variável: Com a interface de dados *Arduino*. Estudo sobre um experimento com *Arduino* e alguns componentes eletrônicos para viabilizar o professor trabalhar a segunda lei de Newton. Pereira *et al.* (2015) com o trabalho: Ensinando Física das radiações com um contador *Geiger* baseado em plataforma *Arduino*. Trata-se de estudo sobre o uso do *Arduino* para a medição de raios cósmicos e radiação de fundo e Teixeira *et al.* (2015) com o trabalho: Novas tecnologias no ensino de Física para o estudo das cores: O uso do *Scratch for Arduino* e *Tracker*. Neste trabalho, foi realizado um estudo a respeito do uso do *Arduino* e componentes eletrônicos para entender conceitos da luz. Oliveira *et al.* (2015) com o trabalho A placa *Arduino* com *ethernet shield* e experiências de física realizadas remotamente via rede internet. Nele, projetou um protótipo para estudo remoto e local para medição

de distância e temperatura com *Arduino*. Iwamoto *et al.* (2015) com o trabalho: Experimento remoto para o ensino de Física: ondas estacionárias. Foi criado um experimento para estudar ondas estacionárias através do *Arduino* e seus sensores. Corrallo; Junqueira (2015) com o trabalho: Lei de esfriamento de Newton utilizando a automatização da tomada dos dados por meio do *Arduino*. Projeto que propõe o uso do *Arduino* para estudo sobre a lei de resfriamento de Newton para o Ensino Médio. Filho *et al.* (2015) com o trabalho: O Estudo dos dígitos “preferidos” e “proibidos” de cronômetros digitais com *Arduino*. Este foi o único trabalho encontrado em que não se trata de uma proposta pedagógica, mas, sim de um experimento que buscou mostrar se a não amostragem sistemática dos números no display do cronômetro implica em erro na sua contagem final.

Então, foi possível encontrar 3 artigos com assuntos relativos à *Arduino* no ano de 2011 e 1 no ano de 2014 com publicações em revista. Já em eventos houve também 3 trabalhos apresentados em Simpósio relacionado ao *Arduino* no ano de 2015 e no mesmo simpósio e ano a apresentação de 1 trabalho sobre *Scratch for Arduino*. Desta forma, é possível chegar a inferência que nos últimos 5 anos as publicações em torno dos temas: *Scratch*, ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo voltados para a disciplina de Física são muitos tímidas, tendo uma perspectiva de aumento de estudos neste campo como visto na apresentação de 4 trabalhos sobre os temas no ano de 2015.

Todos os trabalhos pesquisados em revistas ou eventos oficiais, apresentam soluções para uso do *Arduino* ou do *Scratch for Arduino*, porém os estudos não apontam nenhum método para a efetivação do uso da ferramenta em sala de aula. Desta forma, o risco de somente ser aplicado à mudança de meio sem a mudança do método pode levar a desperdiçar as potencialidades do uso destas ferramentas como aulas experimentais. Na fundamentação teórica serão novamente abordados estes trabalhos, de forma mais profunda.

Delineamento do trabalho

O trabalho teve início através de análise de conteúdo qualitativo e quantitativo de estudos em torno do tema *Scratch*, *Arduino*, *Scratch for Arduino* e construcionismo em Física do Ensino Fundamental e Médio. Para tanto foram realizadas consultas em revistas científicas e eventos nacionais que envolvessem a disciplina de Física. Deu-se continuidade através da revisão bibliográfica teórico e conceitual de natureza qualitativa onde foram utilizados como fontes: livros, dissertações, artigos, sites oficiais, comunidades e fóruns com os seguintes temas *Scratch*, *Arduino*, *Scratch for Arduino*, e construcionismo. O trabalho está organizado em seis capítulos.

O Capítulo 01 aborda a parte inicial do objeto de pesquisa com uma breve explicação sobre *Logo*, *Scratch* e *Arduino*, o problema a ser estudado e os objetivos.

No Capítulo 02, é feita uma apresentação de como o PCN geral, o PCN de Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias e o PCN+ de Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias orientam e definem sobre método de ensino para o século XXI, a utilização de recursos tecnológicos como meio fomentador de ensino-aprendizagem, o que diz de aulas experimentais e desenvolvimento de competências e habilidades com a utilização de recursos tecnológicos. São também apresentadas a revisão narrativa dos autores dialogados.

O Capítulo 03 apresenta a metodologia da pesquisa descrevendo também como se deu sua efetivação através de revisão narrativa e análise de conteúdo quantitativa e qualitativa.

No Capítulo 04 é apresentada uma proposta de método de uso do *Scratch for Arduino* para aulas experimentais nas aulas de Física do Ensino Médio. Posteriormente são registradas as considerações finais do pesquisador elencando as possíveis contribuições que esta proposta de método de utilização do *Scratch for Arduino* pode oferecer à aprendizagem da Física.

CAPÍTULO 1: A EXPERIMENTAÇÃO, O LOGO, *SCRATCH* E *ARDUINO*

1.1 A busca pela experimentação nas aulas

O objetivo deste capítulo é realizar uma análise bibliográfica sobre o Logo, *Scratch*, *Arduino* e *Scratch for Arduino*. O intuito é entender qual é sua utilidade, como podem ser aplicados e quais são os possíveis resultados que podem ser obtidos com sua utilização com objetivos educacionais.

Um dos problemas enfrentado no processo de ensino-aprendizagem, nos dias atuais, é a falta de adequação da prática em sala de aula ao cotidiano dos alunos. Neste momento de profunda imersão tecnológica digital, o professor pode utilizar a tecnologia como uma ferramenta que estimulará a atenção e raciocínio dos alunos, facilitando a aprendizagem, como cita o próprio PCN do Ensino Médio: “A nova sociedade, decorrente da revolução tecnológica e seus desdobramentos na produção e na área da informação, apresenta características possíveis de assegurar à educação uma autonomia ainda não alcançada” (PCNEM, 2000, p. 11). Esta autonomia pode ser conquistada através do Objeto Digital de Aprendizagem (ODA), como o computador, celular, *tablet*, placas microprocessadas, etc, mas, para não se tornar um mero objeto replicador ou reproduzidor de conteúdo utilizado única e exclusivamente como máquina de ensinar é importante utilizar um método para seu uso.

O método este que será trabalhado ao longo desta pesquisa é o construcionismo desenvolvido por *Seymour Papert*. A teoria construcionista coloca o uso de tecnologias computacionais como um objeto de aprendizagem, o professor se coloca como mediador e o aluno como protagonista deste processo.

Papert é co-fundador do Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de *Massachusetts* (MIT) juntamente com Marvin Minsky. Papert trabalhou com a equipe de Bolt, Beranek e Newman, liderada por Wallace Feurzeig, e criaram a primeira versão do Logo em 1967, cujo objetivo principal era que crianças programassem o computador, ou mais especificamente a tartaruga. A ideia de Papert era a de proporcionar a criança a autonomia e fazer com que ela “ensinasse o computador”, fazendo com que o computador executasse as operações que programou. Papert buscou este novo método para diferenciar do método instrucionista que era empregado via tutorial ou instrução programada que à época vigorava como única forma de utilizar o computador na educação. A sessão 2.5 abordará com mais detalhes o método instrucionista.

Ackermann (2001) explica que antes da criação do Logo, mais precisamente entre a década de 1950 e 1960, Papert que é matemático trabalhou na Universidade de Geneve, Suíça, junto

com Jean Piaget, pai da teoria do construtivismo, sendo assim, a teoria construcionista de Papert recebeu forte influência das ideias construtivistas de Piaget.

Bastos explica a teoria construtivista.

O Construtivismo desenvolvido por Piaget prega que o aprendizado deve ser adquirido a partir da relação do conhecimento com o cotidiano do aluno, assim aprender torna-se um processo mais intuitivo, com um sentido maior do que uma fórmula matemática abstrata. (BASTOS; BORGES; ABREU, 2010 apud ACKERMANN, 2001, p.3)

Bastos, Borges e Abreu ressaltam também que Papert sofreu influência de Piaget, mas que o construcionismo que ele desenvolveu apresenta variações ao construtivismo, como por exemplo, o professor como mediador no processo ensino-aprendizagem e relação do conteúdo com coisas que fazem sentido na vida do aluno.

O construcionismo desenvolvido por *Seymour Papert*, é uma variação do construtivismo de *Piaget*, e prega que o conhecimento é construído a partir do cotidiano, de coisas que façam sentido para o aluno, tendo o professor como um mediador do conhecimento e não mais no papel de “dono do conhecimento”. (BASTOS; BORGES; ABREU, 2010 apud ACKERMANN, 2001, p.3)

Na sessão 2.5.3.será abordado com mais detalhes o construcionismo.

Popularmente os ambientes Logo envolvem como personagem principal a tartaruga, que através de comandos se movimenta para frente, para trás e para os lados, onde é usada para desenhar formas, desenhos e fotografias, como demonstra a Figura 1 abaixo.

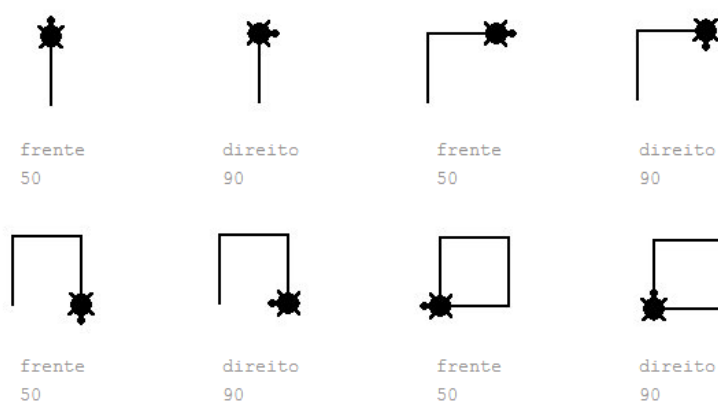


Figura 1 Ilustração da tartaruga como ator principal e a criação de um quadrado através de comandos (LOGO FOUNDATION, 2015)

Atualmente, o personagem tartaruga pode virar pássaros, carros, aviões, ou qualquer que seja o designer escolhido pelo usuário.

Através do computador com o uso do Logo, o aluno levanta hipóteses, explora possibilidades, elabora e desenvolve projetos, é livre para realizar experimentação. Tudo isso se concretiza com a utilização de comandos simples, como “para frente 10”, para fazer a tartaruga andar

10 passos à frente, “vire à direita”, para fazer a tartaruga virar à direita, “para trás 20”, faz com que a tartaruga volte 20 passos para trás, “vire à direita” faz com que a tartaruga vire para a direita entre outros comandos. A cada ação da tartaruga, ou seja, a cada “passo” da tartaruga é desenhado um risco na direção que ela foi, o que possibilita ao aluno criar desenhos e formas geométricas, sem a necessidade de saber programar ou de ser um profundo conhecedor de tecnologia, exercitando simplesmente a lógica, proporcionando ao aprendiz o aprender a pensar. Desta forma, o aluno programa o computador, diz ao computador o que ele tem que fazer, seria como se o aluno estivesse ensinando o computador a fazer algo.

O Logo traz a experimentação ao aluno, possibilita o desenvolvimento do próprio conhecimento ultrapassando a barreira de utilização do computador como simples máquina de ensinar.

Baseados nos conceitos de Papert (1980), é possível incluir a utilização do computador e de instrumentos tecnológicos no ambiente escolar possibilitando aos alunos atividades experimentais, aproximando-os de uma construção contínua de conhecimento onde o aluno é o ator principal no aprendizado ao criar, ao desenvolver a solução do problema e poder ver o resultado daquilo que criou, de fazer conexões diretas pelas suas próprias experimentações, onde consequentemente o aluno por si só se incentiva pela sua própria necessidade em aprender, em criar novas soluções.

1.2 Scratch

A seção anterior ambienta de forma introdutória sobre o conceito do método construcionista e sobre seu criador o professor Papert. Também apresentou a linguagem de programação Logo, que teve como principal objetivo as crianças e proporcionar a elas a possibilidade de usar o computador não como máquina de ensinar, mas sim, de “ensinar” o computador a trabalhar. Esta introdução se torna importante e será descrito agora o *Scratch* e este foi desenvolvido sob a luz da filosofia construcionista e do ambiente de aprendizagem Logo.

“O *Scratch* teve sua concepção dentro do *Lifelong Kindergarten Group*³ do MIT” (SCRATCH, 2015), onde um de seus desenvolvedores *Resnick* é professor e pesquisador deste instituto e é considerado uma das maiores referências sobre estudos do *Scratch* aplicado na educação.

O *Scratch* é uma linguagem de programação gratuita e em ambiente gráfico, inspirada no Logo e *Squeak*⁴ (Etoys) buscando ser mais simples e fácil de usar. O *Scratch* possibilita o desenvolvimento de animações, jogos e histórias interativas com integração multimídia ou de

³ É possível saber mais detalhes do *Lifelong Kindergarten Group* através do site: <https://llk.media.mit.edu/>

⁴ Software livre para trabalhar com crianças e um ambiente de autoria multimídia e um sistema de programação visual.



Figura 3 Ciclo do aprendiz (RESNICK, 2007)

O ciclo tem como objetivo que o processo de aprendizado seja contínuo, trabalhando a criação e criatividade, a experimentação, o ato de compartilhar e refletir, resultando assim em um ciclo, onde se gera cada vez mais criação e recriação aumentando assim as potencialidades de desenvolvimento das habilidades e competências do aluno. Alava ainda completa dizendo que “Partilhar significa aceitar o ponto de vista do outro de modo a construir para si a compreensão, uma representação eficaz de uma situação ou de um problema” (ALAVA, 2002, p. 157).

Para isso, o *Scratch* possibilita trabalhar de forma lúdica, criativa de maneira reflexiva os conceitos matemáticos e de computação, para induzir o pensamento criativo seja de forma individual ou colaborativa.

O *Scratch* tira proveito da convergência de mídias que são populares e onde muitas crianças e jovens estão imersos desde a infância. Sendo assim, o *Scratch* busca atingir principalmente esta nova geração de alunos, proporcionando a eles a transformação de agente passivo para agente ativo no aprendizado. Para isso, o *Scratch* disponibiliza recursos de desenvolvimento de projetos significativos através da criação de jogos, de arte interativa, de histórias animadas, de desenvolvimento de *software* entre outras características pedagógicas que traz aos alunos a possibilidade de melhora nas habilidades de resolução de problemas, de proficiência tecnológica, de

compreensão matemática trabalhando assim temas presentes no dia a dia do aluno, como demonstra o resultado do trabalho.

O conceito do *Scratch* é trabalhar com blocos, sendo que estes possibilitam encaixes iguais a um quebra cabeça onde a cada construção (encaixe) ao seu final resolve um problema.

Resnick *et al.* (2011, p. 3) cita sobre a argumentação de Papert de chão baixo, teto alto e paredes largas como características de projeto de programação, as de “chão baixo” – base, baseada na facilidade de aprendizado inicial e “teto alto” – sobre a evolução e complexidade do projeto estão presentes no *Scratch*, e são complementadas pelas “paredes largas” – que suportam diferentes projetos para que diferentes interesses possam se engajar.

Papert argumentou que linguagens de programação deve ter um chão baixo (fácil para começar) e um teto alto (oportunidades para projetos cada vez mais complexos ao longo do tempo). Além disso, que as linguagens precisam ter paredes largas (que suportam diferentes de projetos, para que as pessoas com diferentes interesses e estilos de aprendizagem possam se engajar). Satisfazendo o trio de com chão baixo / teto alto / paredes largas. (RESNICK *et al.* 2011, p. 3),

Nessa perspectiva, temos então um *software* com ambiente gráfico, trabalhando a autonomia e o desenvolvimento cognitivo do aluno, ofertando-lhe o poder da criação e da criatividade, da assimilação dos resultados através de experiências e por estes motivos, os autores John Dewey, Piaget, Papert, Valente e Perkins, são referências importantes para embasamento do uso do *Scratch for Arduino* na educação. Neste trabalho Papert e Valente serão a bibliografia fundamental para a elaboração da proposta que é o objeto de pesquisa.

O *Scratch* possibilita ao professor criar aulas experimentais e segundo Dewey, a experimentação é uma forma de desenvolver a capacidade de raciocínio e espírito crítico do aluno.

[...] pensamento reflexivo é o problema de estabelecer condições que despertem e guiem a curiosidade; de preparar, nas coisas experimentadas, as conexões que, ulteriormente, promovam o fluxo de sugestões, criem problemas e propósitos que favoreçam a consecutividade na sucessão de ideias. (DEWEY, 1959, p. 63).

Piaget acredita no construtivismo, defende a ideia de que a aprendizagem é dinâmica onde as pessoas constroem continuamente o conhecimento em modelo internalizado e sobre o mundo que há a sua volta através de suas próprias perspectivas. Piaget (1996) expõe que cabe ao professor o dever de orientar e levar os alunos ao caminho da aprendizagem autônoma e não simplesmente apenas ensinar.

Piaget observou que a criança constrói a noção de certos conceitos porque ela interage com objetos do ambiente onde ela vive. Essa interação propicia o desenvolvimento de esquemas mentais e, portanto, o aprendizado. Entretanto, esse desenvolvimento é fruto do trabalho mental da criança e não de um processo de ensino ou transmissão de informação, como se essa informação fosse um "tijolo" que se agrega a outros, contribuindo para a construção de uma noção maior. (VALENTE, 1993, p. 6).

O *Scratch* possibilita ao aluno criar experiências, compartilhar, testar e analisar seus resultados em um ambiente virtual e isso vai ao encontro das ideias de Papert, onde segundo Bastos; Borges; Abreu (2010 apud ACKERMANN, 2001, p.3) Papert baseado em Piaget, criou o construcionismo, sendo esta teoria uma variação do construtivismo onde as pessoas aprendem se envolvendo na manipulação e construção de objetos, seja de castelos de areia a computadores, ou da própria teoria sobre o Universo, sempre buscando que a construção do conhecimento seja através da experimentação, que tenha significado, principalmente significado pessoal e do mundo que o cerca. “Ele está adquirindo conceitos da mesma maneira que ele adquire conceitos quando interage com objetos do mundo”, como observou *Piaget*. Papert denominou esse tipo de aprendizado de “aprendizado piagetiano” (VALENTE, 1993, apud Papert, 1980, p. 6).

Desta forma, o *Scratch* tem características que fomenta o aprendizado autônomo, onde o aluno assume o papel principal no processo ensino-aprendizagem. Valente explica que “O computador pode ser usado também como ferramenta educacional” (VALENTE, 1993, p. 13). Segundo esta modalidade o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador.

Perkins acredita que o conhecimento pode ser construído interiormente pela nossa própria construção ou exteriormente, através do suporte externo, explicitado como o chamado “conhecimento como *design*” um adulto também usa o design na mediação e orientação da aprendizagem da criança.

Há dois trabalhos interessantes que relatam experiências realizadas com *Scratch* na educação. Um, muito famoso é o *Scratch: A Sneak Preview* assinado por Resnick que aborda o início dos estudos sobre o uso do *Scratch* na educação não apontando exatamente uma eficácia, mas, sim o potencial enorme que a ferramenta pode proporcionar.

É muito cedo no desenvolvimento do *Scratch* tirar quaisquer conclusões. Nós ainda não começamos testes formais [...], embora interações informais iniciais [...] terem obtidos respostas positivas. Vamos passar a primavera de 2004, criando o *Scratch* 0,2 protótipo que esperamos para começar a testar [...] no Verão de 2004. (MALONEY *et al.* 2004, p.6)

Outro trabalho é o *Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem de Ensino Orientado ao Design com Scratch* publicado na Revista Brasileira de Informática na Educação onde, de acordo com Scaico (2012, p.1) o objetivo é instruir os estudantes sobre o que representa a computação e desenvolver habilidades através do pensamento algorítmico por uma abordagem de ensino orientado ao *design*.

1.3 Arduino

Após a ambientação sobre o *Scratch* e suas características educacionais, entender o objetivo de seu desenvolvimento, ter verificado que a busca é usar o computador para estimular a aprendizagem e não como máquina de ensino através da proposta do Ciclo do Aprendiz que é contínuo que foi idealizado por *Resnick*, será apresentado agora o *Arduino*.

“O *Arduino* é uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* e *software* livre” (ARDUINO, 2015). Foi desenvolvida na Itália no ano de 2005 pelo *Interaction Design Institute Ivrea*⁶ no instituto de *Design* e Interação da cidade de *Ivrea* com o objetivo de incentivar e tornar fácil o trabalho com tecnologia a um baixo custo.

O professor Massimo Banzi procurava um meio barato de tornar mais fácil para os estudantes de *design* trabalhar com tecnologia. Ele discutiu seu problema com David Cuartielles, um pesquisador visitante da Universidade de *Malmö*, na Suécia, que estava procurando uma solução semelhante, e o *Arduino* nasceu. Os produtos existentes no mercado eram caros e relativamente difíceis de usar. Banzi e Cuartielles decidiram desenvolver um microcontrolador que poderia ser utilizado pelos seus estudantes de arte e *design* em seus projetos. (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013, p. 25).

Segundo Evans; Noble; Hochenbaum (2013, p. 25) seu nome de batismo foi dado em referência a um bar local frequentado por membros do corpo docente e alunos do instituto. A placa *Arduino* é um hardware de código aberto e livre, ou seja, qualquer pessoa pode ter acesso à documentação de criação do *Arduino*, podendo assim produzir a placa conforme original, ou pode modificar, produzir e inclusive vender, desde que disponibilize as modificações realizadas para que outras pessoas tenham acesso e possam até, quem sabe, fazer o mesmo. O código fonte do ambiente de desenvolvimento está disponível para os usuários também de forma gratuita. O princípio básico para este modelo de negócio, não é o lucro pelo lucro, mas sim a sustentabilidade baseada na difusão e ampliação do conhecimento. David Mellis, em entrevista para a revista INFO Exame cita.

Voluntários têm contribuído muito. Eles escreveram bibliotecas de programas que permitem às placas trabalhar com diferentes tipos de hardware e de lógica. Também ajudaram a reescrever funções básicas do sistema e atualizaram o ambiente de desenvolvimento, entre outras coisas. (MELLIS, 2009).

Abaixo a representação frente e verso da placa *Arduino* no modelo *UNO*, conforme mostra a figura 4.

⁶ Detalhes sobre *Interaction Design Institute Ivrea*: https://en.wikipedia.org/wiki/Interaction_Design_Institute_Ivrea



Figura 4 *Arduino UNO* frente e verso, um dos modelos mais vendidos atualmente (ARDUINO, 2015)

Traçando brevemente a parte técnica, o *Arduino* é uma placa de circuito impresso com um microcontrolador⁷ que é programável via USB⁸ através de um *software Integrated Development Environment* (IDE) - ambiente de desenvolvimento integrado ao *hardware* para o desenvolvimento dos programas ou usualmente conhecido no mundo *Arduino* como *sketches*. Após programado, o código é enviado via USB para a placa eletrônica. Detalhes do *software* na Figura 5 abaixo.

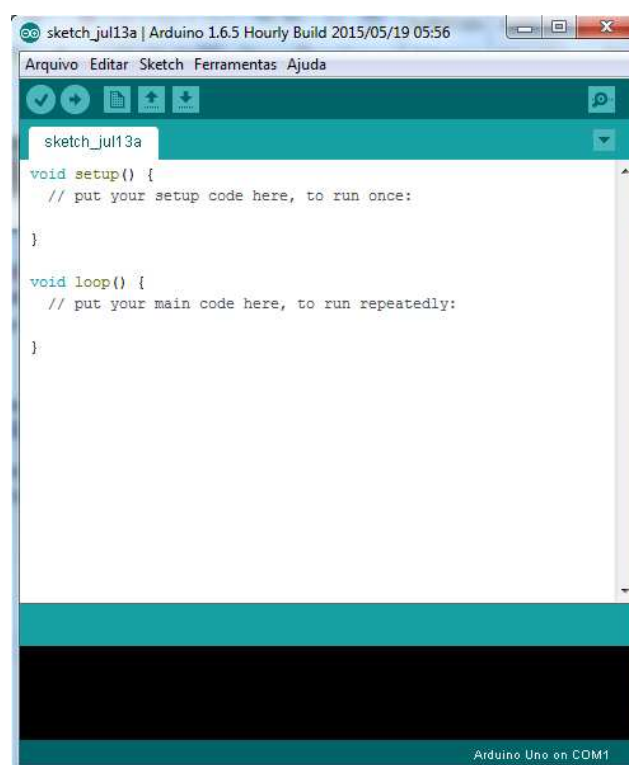


Figura 5 *Software* que possibilita a programação do *Arduino*

⁷ Microcontrolador é um circuito integrado onde as funções básicas de um computador como processador, memórias *Random Access Memory* (RAM) e *Read-Only Memory* (ROM) e dispositivos de entrada e saída.

⁸ Conexão do tipo *Plug and Play* (conectar e usar), permite que periféricos sejam ligados ao computador sem a necessidade de reiniciar o mesmo para o reconhecimento da nova conexão.

A linha *Arduino* é composta por muitas placas⁹, mas, este estudo irá basear-se na placa *Arduino UNO*.

É possível criar experimentos com circuitos eletrônicos através de envio de mensagens digitais e analógicas para sensores de movimento, de luz, som, atuadores, motor de passo, LED entre outros que adicionam várias funcionalidades ao *Arduino*. A placa eletrônica *Arduino* contém várias entradas e saídas, analógicas e digitais, além de conexão USB para comunicação com o computador.

Na Figura 6 abaixo é demonstrado alguns destes dispositivos.



Figura 6 Shields e componentes que potencializam o uso do *Arduino* (ARDUINO, 2015).

Pela característica *Open Source*, há vários modelos não oficiais e inclusive alguns que são desenvolvidos por brasileiros, como o Severino¹⁰, Brasuino¹¹ e Garagino¹².

De acordo com Perez *et al.* (2013), mesmo utilizando recursos de computação e eletrônica, o *Arduino* tem se tornado popular entre as pessoas que não têm muitos conhecimentos nestas áreas, principalmente para aplicação em educação, por ser de fácil utilização, pelos recursos que agrega e pelo baixo custo, como por exemplo, o uso do *Arduino* no Ensino Médio para o aprendizado de Robótica. Junior (2014) reforça que o *Arduino* tem características importantíssimas para a criação de *kit* para oficinas de robótica por ter baixo custo, principalmente quando analisado para escolas públicas.

⁹ Detalhes dos diversos modelos pode ser verificado em: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

¹⁰ Para saber mais, acesse: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardSerialSingleSided3>

¹¹ Para saber mais acesse: <http://brasuino.holoscopio.com/>

¹² Para saber mais acesse: <http://dqsoft.blogspot.com.br/2014/09/avaliacao-garagino.html>

1.4 *Scratch for Arduino*

Após então ambientar no *Scratch* e no *Arduino* e entender que é um *software* e outro é *hardware*, ambos independentes um do outro; serão apresentados agora, quais os objetivos e o ganho da junção das duas ferramentas.

De acordo com CITILAB¹³(2015), a linguagem de programação natural do *Arduino*, é baseado no *Processing*¹⁴ que mesmo não sendo uma ferramenta de programação complexa, por vezes pode fazer com que o aluno tenha que desenvolver esta habilidade de programação antes de começar a trabalhar com o *Arduino* em si. Pensando então em ampliar o potencial da placa *Arduino* na educação e aumentar a possibilidade de usuários utilizarem o *Arduino* surge o *Scratch for Arduino* que foi desenvolvido pelo CITILAB através do grupo de pesquisa Edutec¹⁵, com a ajuda do *Smalltalk.cat*¹⁶ e Jorge Gómez, que lidera o projeto educacional *hardware* e *software* em Miscela¹⁷. Quando se cita “aumentar a possibilidade de usuários”, significa que com o uso do *Scratch for Arduino* a necessidade de conhecimento em programação de computadores torna-se dispensável, pois a ideia é a utilização do paradigma orientado a blocos do *Scratch* para a programação do *Arduino*, ou seja, não é preciso entrar no ambiente de programação do *Arduino*, saber e entender de antemão códigos e palavras reservadas referentes à programação do *Arduino*. Basta simplesmente utilizar os blocos de comandos do *Scratch* e montá-los como um quebra-cabeça para interagir com o *Arduino* e seus componentes. Esta possibilidade de programação do *Arduino* facilita o acesso às funcionalidades potencializando assim o nível de experiência com a placa e melhorando o ambiente de usabilidade para usuários com poucos conhecimentos em informática.

O *Scratch for Arduino* possibilita o desenvolvimento de atividades que vão além da programação em si no computador, mas, é capaz de interagir com o "mundo exterior" ao computador, como por exemplo, programar o *Arduino*, acionando um LED, um motor, um sensor de presença, um sensor de luminosidade por exemplo.

Abaixo a IDE de programação do *Scratch for Arduino*, exemplificada na Figura 7.

¹³ Citilab é um centro de inovação social e digital em Cornellà de Llobregat, Barcelona. Detalhes em: <http://citilab.eu/en/citilab/what-is>

¹⁴ É possível obter mais detalhes sobre o *Processing* através do link: <http://playground.arduino.cc/Interfacing/Processing>

¹⁵ Mais detalhes em: <http://edutec.citilab.eu/>

¹⁶ Mais detalhes em: <http://smalltalk.cat/>

¹⁷ Mais detalhes em: <http://miscela.es/>

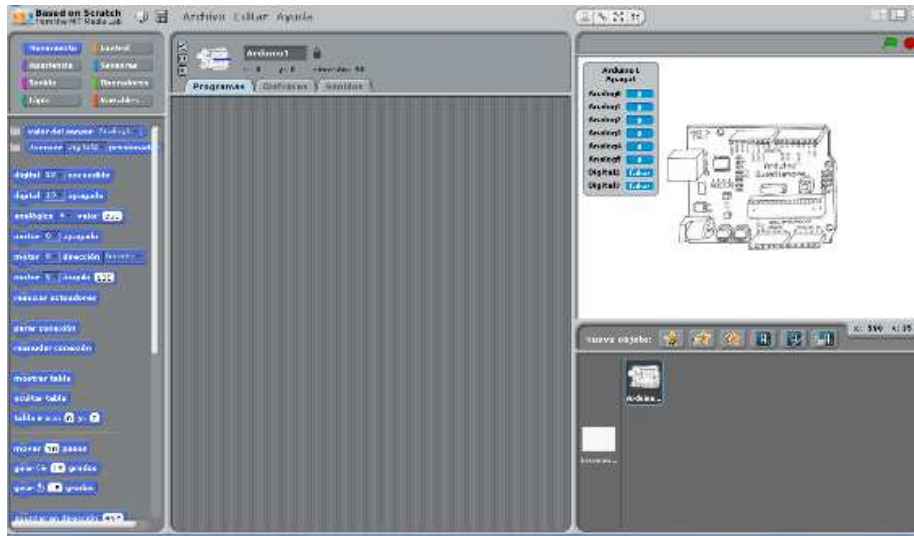


Figura 7 Ambiente de programação *Scratch for Arduino*

Este recurso é capaz de atrair a atenção e curiosidade do estudante, o que pode possibilitar um melhor aprendizado.

1.5 *Scratch for Arduino*, *Lego Mindstorm* e *Modelix Robotics*

Há pelo menos mais dois objetos educacionais digitais que têm quase que as mesmas características do *Scratch for Arduino*. Um deles é o *Lego Mindstorm* desenvolvido pela empresa Lego em 1999, na Dinamarca (Lego, 2016) e o outro é o *Modelix Robotics* desenvolvido pela empresa brasileira Leomar (Modelix, 2016).

Porém, algumas características importantes relacionadas a *hardware* e *software*, custo e a rede de colaboração os diferenciam.

No caso, o *Lego Mindstorm* (*software* e *hardware* proprietário) e o *Modelix Robotics* (*software* e *hardware* aberto) são vendidos como *kits* de robótica educacional. Compostos de *hardware* (parte física), *software* (linguagem de programação do *hardware*) e documentação (sobre o *hardware* e *software*). Abaixo na Figura 08 o Bloco de comandos e *Kit Lego Mindstorm EV3*.



Figura 8 Bloco de comandos e *Kit Lego Mindstorm EV3* (LEGO, 2016)

Abaixo, na Figura 09, *Kit Modelix Robotics*.



Figura 9 *Kit Modelix 441 Plus* (MODELIX, 2016)

De acordo com Silva; Sherer (2013) quanto a questão de hardware, estes *kits* são compostos de:

1. Unidade programável: Corresponde ao microcontrolador que interpretará o *software* desenvolvido pelo aluno.
2. Componentes estruturais: Corresponde a eixos, carcaça, rodas entre outros.
3. Componentes eletrônicos: São sensores, motores, LED entre outros.

1.5.1 A Análise

Já foram apresentadas as características do *Arduino* e o do *Scratch for Arduino*, desta forma, serão demonstradas as características do *Lego Mindstorm* e do *Modelix Robotics*. Apesar da pouca literatura encontrada, será registrada uma breve comparação entre eles. Desta forma serão considerados critérios pedagógicos como colaboração, método de ensino e custo/benefício para a comparação.

A respeito de *hardware*, *software* e componentes, o *Scratch for Arduino*, é um *software* gratuito, sem custo algum para o usuário, havendo custo somente da placa *Arduino*, onde o usuário fica livre para comprar quaisquer componentes que lhe interessar e indo além, se o usuário quiser reaproveitar *LED*, motor de passo, motor servo, capacitor, resistor, *buzzer* etc de algum aparelho eletrônico que será descartado, é possível com o *Arduino*. Um exemplo prático é o *case 2* presentes na sessão 4.3.3 que foi desenvolvido com um motor de passo retirado de uma impressora e o *LED* de um lanterna. Já no caso do *Lego Mindstorm* e do *Modelix Robotics* o *kit* é fechado o que inviabiliza a utilização de componentes que possam ser reutilizados de outros equipamentos eletroeletrônicos, sendo *hardware* e *software* pagos.

No tocante a programação, tanto o *Scratch for Arduino* e o *Lego Mindstorm*, ambos são do tipo *drag and drop* (arraste e solte). Este tipo de linguagem de programação disponibiliza blocos

para construir os comandos e estes são criados através de ações com o *mouse*. Diferente da linguagem de programação textual onde o usuário precisa ter conhecimento prévio de sintaxes, palavras reservadas, bibliotecas e etc., a linguagem de programação gráfica é rica em cores, símbolos e ícones pensados para facilitar a interação do usuário, principalmente, crianças. O diferencial é que o *Scratch for Arduino* é um software totalmente livre e o *Lego Mindstorm* é um software proprietário, ou seja, para utilizá-lo é preciso comprar. Em relação ao *Modelix Robotics*, a linguagem de programação não deixa de ser intuitiva, pois é feita de forma gráfica, utilizando o *mouse*, porém, ela é feita através de notação de fluxogramas, o que pode exigir algum conhecimento prévio do aluno em linguagem de programação. O *software* é livre, porém para utilizá-lo é preciso comprar o *kit*. Uma característica interessante do *Modelix* é que é possível programar em ambiente virtual, rotinas de uma casa e trem de passageiros de forma virtual. Como demonstrado na Figura 10.

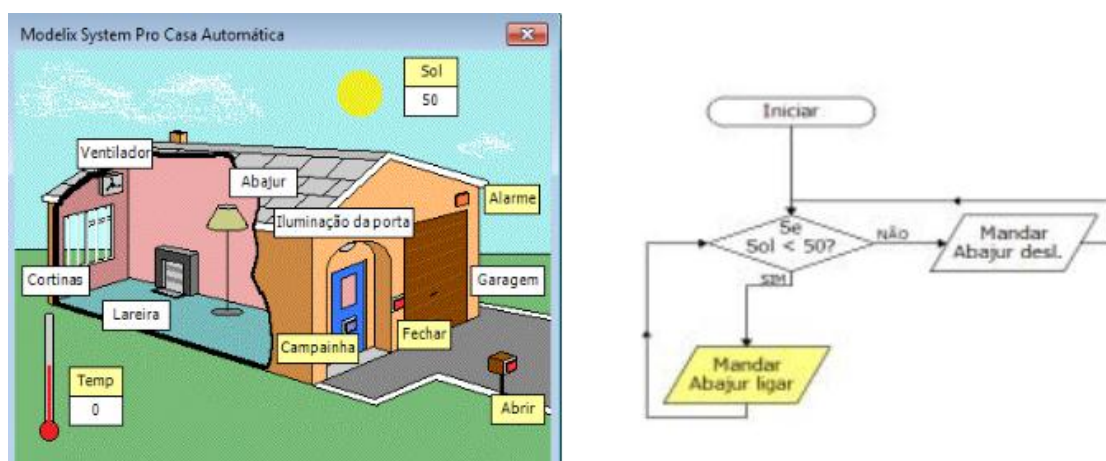


Figura 10 Exemplo do ambiente virtual e da sua programação (MODELIX, 2016)

Já em relação à documentação, de acordo com Silva; Sherer (2013) trata-se do manual do usuário sobre o *hardware* e seus componentes, de instruções de instalação e configuração do *software* e também da documentação técnica com detalhes de operação do *hardware* e seus componentes. Também compreende o material para apoio pedagógico, onde há orientações de tipos de projetos diferentes a serem utilizados com cada *kit*.

Como cada ODA tem características bem distintas nestes temas, abaixo é registrado uma descrição item a item.

1. *Scratch for Arduino*: Além do material totalmente gratuito disponibilizado pelo *site* oficial, possui uma rede colaborativa mundial, tanto para a disponibilização de vídeos e de projetos onde usuários cooperam de forma gratuita. E nesta rede de colaboração um projeto pode começar de uma forma e terminar de outra através

da colaboração das ideias que surgem no *site* o que fomenta então a base da metodologia construcionista.

2. *Lego Mindstorm*: Possui uma gama de material pedagógico dividido por nível de ensino. O material mostra de forma detalhada a montagem e desenvolvimento do programa de cada projeto (Lego ZOOM, 2016). Trabalhando com sistema apostilado, muito parecido com o instrucional, passo a passo.
3. *Modelix Robotics*: Possui material pedagógico contendo manual, plano de aula e tutoriais (Modelix, 2016). Os materiais indicam o que é adequado para cada nível escolar, mas não sugere quais de seus projetos são para cada nível escolar. Trabalhando também com o sistema apostilado, muito parecido com o modelo instrucional, passo a passo.

Abaixo na Tabela 1 será possível observar a comparação entre o *Scratch for Arduino*, o *Lego Mindstorm* e *Modelix Robotics*. Ressalta-se que na época da pesquisa o valor da cotação do dólar comercial era de R\$ 3,50 ¹⁸(três reais e cinquenta centavos).

ODA	Custo		Programação	Documentação e Material didático		Tipos de projetos	Possibilidade de reutilização de peças de aparelhos eletrônicos
	Software	Hardware		Custo	Orientação dos projetos		
<i>Scratch For Arduino (Arduino Uno)</i>	Gratuito	\$ 35,00	Visual e em blocos	Gratuito	Autonomia	Projetos aberto e colaborativos via internet	sim
<i>Lego Mindstorm EV3</i>	Gratuito, desde que adquira o kit	\$ 818,74	Visual e em blocos	Gratuito pela aquisição do kit	Instrucional	Projetos Fechado. Baseados em kits	não
<i>Modelix Robotics Kit 411 Plus</i>	Gratuito, desde que adquira o kit	\$ 842,86	Notação de fluxogramas	Gratuito pela aquisição do kit	Instrucional	Projetos Fechado. Baseados em kits	não

Tabela 1 Comparação entre *Scratch for Arduino*, *lego Mindstorm* e *Modelix Robotics*

É possível observar que as características do *Lego Mindstorm* e do *Modelix Robotics* são muito parecidas, privilegiando o passo a passo e o sistema apostilado. Comparado ao *Scratch for Arduino* grandes diferenças aparecem; o material didático, vídeo aula e colaborações feitos através do *site* e *blog* oficial privilegia trabalhos focados no aprendizado, colaboração, criatividade, criticidade e aceitação de novas ideias e não tem como objetivo a criação de projeto baseado em *kits*.

¹⁸ Valor pesquisado na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA). Acessível no link: http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/market-data/cotacoes/

Relativo ao custo:

1. *Scratch for Arduino*: O *software Scratch for Arduino* é totalmente gratuito. O valor do *Arduino Uno* e alguns componentes na loja Robocore de: 01 *Arduino Uno*, 01 *Protoboard* 840, 01 Cabo USB AB, 01 Sensor de Temperatura LM35 (possibilita a aferição da temperatura real em graus Celsius), 01 x Sensor de Luminosidade (LDR 5mm), 01 x Potenciômetro 10k, 01 Barra Gráfica de LEDs, 01 *Display* de 7 Segmentos, 01 Circuito integrado 4511, 01 LED RGB, 04 Chave Momentânea (*PushButton*), 05 LEDs Amarelos, 05 LEDs Verdes, 05 LEDs Vermelhos, 01 LED alto brilho, 15 Resistores 300, 05 Resistores 10k, 01 *Buzzer*, 01 *Display* de LCD 16x2 com *backlight*, 20 fios *Jumper Premium* M/M, de 20 cm, 10 fios *Jumper Premium* M/M de 10 cm, 01 Caixa Organizadora RC-*Black* o valor é de R\$ 199,00. (ROBOCORE, 2016).
2. *Lego Mindstorm*: O valor do *Lego Mindstorm EV3* com 541 peças o valor é de R\$ 2.865,60, na *Zoom Education* empresa representante da Lego no Brasil. (LEGO ZOOM, 2016).
3. *Modelix Robotics*: O valor da *Modelix Robotics Kit 411 Plus* sai pelo valor de R\$ 2.950,00 e incluiu: 1 *Joystick*, 1 multicontrolador, 1 controle remoto, 1 *bluetooth*, 1 microcontrolador modelix, 1 cabo USB, 1 fonte de alimentação, 1 *display* LCD, 1 controle de motores, 1 sensor de luz, 1 de temperatura, 1 de obstáculo, 1 de toque e 1 de imã, 4 LEDs, 1 interruptor, 1 imã, 2 interruptores e 1 botão ponte H, 4 motores, 1 servo motor, 3 x *HUB*, 3 x *INT*, diversos cabos e conectores, 93 peças termo plásticas entre vigas, plataformas, engrenagens, cremalheiras e polias, mais de 300 parafusos, porcas, orings e elasticos de fixação, 13 rodas, 195 peças metálicas entre eixos, barras, plataformas, mancais e conectores. O *Modelix Robotics* possui mais *Kits* sendo o mais barato, o *Robótica Starter*, com 21 peças no valor de R\$ 120,00 (não inclui manual de algum projeto específico) ao *Modelix Robotics Kit 411 Plus*. (KITS DE ROBÓTICA, 2016)

Temos, desta forma, a inferência no aspecto de *hardware* e *software* o *Lego Mindstorm* e o *Modelix Robotics* privilegiam projetos baseado em *kits* enquanto o *Scratch for Arduino* possibilita a construção de projetos com os mais variados componentes inclusive de reutilização de outros equipamentos.

A respeito da programação, tanto o *Lego Mindstorm* e o *Scratch for Arduino* permitem a programação em blocos, como a montagem de um quebra cabeça de forma lúdica e ampliando a possibilidade de projetos inclusive para alunos que não tenham o mínimo de conhecimento em programação, já o *Modelix Robotics* utiliza de notação de fluxogramas o que pode inviabilizar a criação de projetos para alunos que não tenham um conhecimento prévio em programação ou que queiram se ambientar com programação de computadores.

Sobre o material didático, observa-se que o *Modelix Robotics* e o *Lego Mindstorm* têm características de projetos fechados não fomentando a liberdade de escolha pelo próprio aluno por componentes fora do *kit* e de instrução passo a passo enquanto que o *Scratch for Arduino* apresenta característica de colaboração e projetos aberto aos mais variados componentes fomentando assim o construcionismo.

Sobre o custo/benefício o *Scratch for Arduino* se apresenta como a melhor opção se comparado ao *Modelix Robotics Kit 411 Plus* e ao *Lego Mindstorm EV3*. Mesmo quando comparado ao modelo *Robótica Starter*, da *Modelix Robotics* o *Scratch for Arduino*, leva a vantagem de ter uma maior quantidade de peças, pela quantidade de projetos a mais que pode ser desenvolvido e por não ser voltado somente a projetos elétricos.

Ao adotar a incorporação de instrumentos tecnológicos modernos em sala de aula, ou ao propor uma mudança, é importante analisar múltiplas possibilidades e entender qual é a melhor opção que se enquadra na proposta. Para auxiliar na escolha de qual tecnologia digital seria utilizada foram estudadas as características focadas no âmbito pedagógico e de custo/benefício, esta é a razão da escolha do *Scratch for Arduino*

Observa-se que todos privilegiam a criação de projetos robóticos, mas, cada um de forma diferente, com custos diferentes e com apoio e suporte colaborativo diferente. Então, ser taxativo e afirmar qual é o melhor, é difícil, portanto, o que consolida como escolha por se conciliar com o método construcionista de ensino e de custo/benefício é o *Scratch for Arduino*.

CAPÍTULO 2: MÉTODOS E TECNOLOGIA

2.1 Parâmetro Curricular Nacional

A proposta que será apresentada nesta pesquisa terá como base do eixo norteador os PCNs e, por isso, o Capítulo 2 se faz importante, pois ele mostrará os conceitos que os PCNs trazem sobre aplicação de tecnologia em sala de aula para complementar e/ou aprimorar o método do ensino–aprendizagem.

Importante ressaltar que os PCNs são parâmetros para os Ensinos Fundamental e Médio de todo o país. Os PCNs não impõem obrigatoriedade por pressupor que os conteúdos poderão ser adaptados às peculiaridades regionais ou locais, não sendo assim regras que ditam o que deve ou não ser feito, esta não imposição observa o artigo 26 da LDB.

Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (BRASIL, 2015, p 18).

Sendo assim, este material de referência contém orientações que buscam atingir os objetivos, os conteúdos e o método de ensino e também garantir a todos os estudantes brasileiros, seja de escola pública ou particular, a igualdade de acesso aos conhecimentos que foram reconhecidos como necessários para o efetivo exercício da cidadania.

Papert ressalta que os estudos sobre métodos educacionais ou orientações vêm sendo realizados há muito tempo pelo menos por John Dewey, Lev Vygotsky, Jean Piaget e Paulo Freire

Eles podiam formular, e de fato formularam, perspectivas arrojadas. São exemplos a ideia de John Dewey de que as crianças aprendiam melhor se a aprendizagem realmente fizesse parte da experiência de vida; ou a ideia de Paulo Freire de que elas aprenderiam melhor se fossem verdadeiramente responsáveis por seus próprios processos de aprendizagem; ou a ideia de Jean Piaget de que a inteligência surge de um processo evolutivo no qual muitos fatores devem dispor de tempo para encontrar seu próprio equilíbrio; ou a ideia de Lev Vygotsky de que a conversação desempenha um papel crucial na aprendizagem. (PAPERT, 1993/2008, p. 29)

Os parâmetros foram criados para o Ensino Fundamental I, para servir como base para os estados como elaboração e/ou revisão da proposta curricular, para o Ensino Fundamental II estabelece uma base nacional comum nos currículos, sendo a base para revisão e/ou elaboração da proposta curricular das escolas e por último o Ensino Médio que traz parâmetros para apoiar a elaboração/revisão do currículo da escola, auxiliar no planejamento das aulas e servir como base para a reflexão sobre a prática diária em sala de aula. O PCN do Ensino Médio é apresentado em: Bases Legais; Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Educação Física, Arte e Informática); Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

(Biologia, Física, Química, Matemática); Ciências Humanas e suas Tecnologias (História, Geografia, Sociologia, Antropologia e Política, Filosofia) e como complemento, cada PCN do Ensino Médio tem as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)

2.2 – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) – Uma proposta baseada em novas tecnologias

As propostas curriculares elaboradas para o Ensino Médio foram baseadas na produção e relações sociais e explicam como, através disso, deve ser desenvolvido o conhecimento. Partindo deste princípio, nos anos 60 e 70, onde o nível de desenvolvimento da industrialização estava em evidência, o enfoque na política educacional vigente priorizou a formação de especialistas no manuseio de maquinarias como prioridade para o Ensino Médio. “Esta tendência levou o Brasil, na década de 70, a propor a profissionalização compulsória, estratégia que também visava diminuir a pressão da demanda sobre o Ensino Superior” (PCNEM, 2000, p. 5).

Nos anos 90, o desafio foi de definir novos parâmetros na formação do cidadão em decorrência das novas tecnologias.

A denominada “revolução informática” promove mudanças radicais na área do conhecimento, que passa a ocupar um lugar central nos processos de desenvolvimento, em geral. É possível afirmar que, nas próximas décadas, a educação vá se transformar mais rapidamente do que em muitas outras, em função de uma nova compreensão teórica sobre o papel da escola, estimulada pela incorporação das novas tecnologias. (PCNEM, 2000, p. 5)

Desta forma, o PCN propôs uma nova formação. Fundamentado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 9.394/96, foram definidos princípios gerais que orientaram a reformulação curricular do Ensino Médio. Esta formação geral é para se contrapor a formação específica; pois busca o “desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (PCNEM, 2000, p. 5), e propõe que “A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação” (PCNEM, 2000, p. 5).

Essa educação geral, que permite buscar informação, gerar informação, usá-la para solucionar problemas concretos na produção de bens ou na gestão e prestação de serviços, é preparação básica para o trabalho. Na verdade, qualquer competência requerida no exercício profissional, seja ela psicomotora, sócio afetiva ou cognitiva, é um afinamento das competências básicas. Essa educação geral permite a construção de competências que se manifestar-se-ão em habilidades básicas, técnicas ou de gestão. (PCNEM, 2000, p. 17).

Esta é a proposta do PCNEM, pois ela prioriza a educação na sociedade tecnológica. “Isto ocorre na medida em que o desenvolvimento das competências cognitivas e culturais exigidas para o

pleno desenvolvimento humano passa a coincidir com o que se espera na esfera da produção” (PCNEM, 2000, p. 11).

Fundamentada também no desenvolvimento de competências que garantam o exercício de cidadania e o desempenho de atividades profissionais.

De que competências se está falando? Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas são competências que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, e que são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático. (PCNEM, 2000, p. 11-12).

De acordo com PCNEM (2000, p. 13) a globalização, rompe fronteiras, muda a geografia política, acelera a transferência de conhecimento e tecnologia além de ampliar a sociabilidade humana.

Considerando-se tal contexto, buscou-se construir novas alternativas de organização curricular para o Ensino Médio comprometidas, de um lado, com o novo significado do trabalho no contexto da globalização e, de outro, com o sujeito ativo, a pessoa humana que se apropriará desses conhecimentos para se aprimorar, como tal, no mundo do trabalho e na prática social. Há, portanto, necessidade de se romper com modelos tradicionais, para que se alcancem os objetivos propostos para o Ensino Médio. (PCNEM, 2000, p. 13)

O PCNEM busca em sua essência, principalmente quando relacionado à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias onde a disciplina de Física está englobada, a busca de métodos que proporcionem a interação e interpretação sobre tecnologias, a investigação e aproximação com o trabalho, buscando estratégias para o desenvolvimento de competências focadas em solução de problemas e a apresentação de conteúdos atualizados do mundo físico e natural.

A aprendizagem das Ciências da Natureza, qualitativamente distinta daquela realizada no Ensino Fundamental, deve contemplar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e ressignificados, que as trate como processo cumulativo de saber e de ruptura de consensos e pressupostos metodológicos. (PCNEM, 2000, p. 20).

Tendo assim estas orientações como base, é possível agora analisarmos o que os PCN+ de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, dizem a respeito da mediação da tecnologia como método na disciplina de Física.

2.3 – PCN Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias (CNMT) – O direcionamento e organização do aprendizado: visão geral

De acordo com o PCNCNMT (2000), o EM tem como objetivo contextualizar e desenvolver conhecimentos práticos baseados nas necessidades contemporâneas e o desenvolvimento

de conhecimentos mais amplos e abstratos, possibilitando uma cultura geral e a uma visão de mundo, fundamentada principalmente nas necessidades atuais “[...] pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico.” (PCNCNMT, 2000, p.6). A PCNCNMT (2000) ao incluir o termo tecnologia a área de Ciências da Natureza e Matemática expressa a necessidade de mudança de paradigmas nestas disciplinas da teoria para a prática, pois mostra a necessidade de desenvolver competências e habilidades que possibilitem exercícios de intervenções e julgamentos práticos “significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.” (PCNCNMT, 2000, p.7).

O PCNCNMT tem como objetivo cunhar uma proposta para o Ensino Médio, referente às competências indicadas na Base Nacional Comum, com o foco na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e com isso elencar o desenvolvimento das habilidades básicas, das competências específicas que se espera que sejam desenvolvidas no EM “através do aprendizado dessas disciplinas e das tecnologias a elas relacionadas” (PCNCNMT, 2000, p.4).

A organização do EM, das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias é direcionada “no sentido de se produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio, não somente propedêutico” (PCNCNMT, 2000, p.4). Nesse sentido, a proposta é o desenvolvimento de competências que prepare o aluno para a realidade do dia a dia através de “uma série de competências humanas relacionadas a conhecimentos matemáticos e científico-tecnológicos” (PCNCNMT, 2000, p.4). Essa preparação para o dia a dia é justamente a busca da formação cidadã do indivíduo, possibilitando assim o desenvolvimento de competências que o prepare a nível profissional e para a vida “Referenda-se uma visão do Ensino Médio de caráter amplo, de forma que os aspectos e conteúdos tecnológicos associados ao aprendizado científico e matemático sejam parte essencial da formação cidadão de sentido universal e não somente de sentido profissionalizante” (PCNCNMT, 2000, p.5). O PCNCNMT busca estabelecer parâmetros que possibilitem aproximar o aluno da realidade e propor aprendizado permanente.

No sentido desses referenciais, este documento procura apresentar, na seção sobre O Sentido do aprendizado na área, uma proposta para o Ensino Médio que, sem ser profissionalizante, efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade. (PCNCNMT, 2000, p.5).

E é enfático ao afirmar a necessidade de um aprendizado voltado para a experimentação e pensamento sistêmico “[...] enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana” (PCNCNMT, 2000, p.7) e complementa que há sim possibilidades de inclusão do aprendizado científico - tecnológico não sendo uma utopia esta realidade.

Uma concepção assim ambiciosa do aprendizado científico-tecnológico no Ensino Médio, diferente daquela hoje praticada na maioria de nossas escolas, não é uma utopia e pode ser efetivamente posta em prática no ensino da Biologia, da Física, da Química e da Matemática, e das tecnologias correlatas a essas ciências. (PCNCNMT, 2000, p.7).

Através dessa visão geral é possível interpretar, como foram estruturados os parâmetros do PCNCNMT, qual é a prioridade e a função do EM e quais objetivos devem ser traçados pela escola a respeito das competências, habilidades e os valores a serem desenvolvidos no aluno. Observa-se também que mesmo tendo sido criado no início dos anos 2000, muitas mudanças pregadas ainda não aconteceram ou acontecem de forma tímida como mudança de método e inclusão de recursos tecnológicos modernos nas aulas.

2.3.1 – Competências e Habilidades aplicadas na disciplina de Física: visão geral

“Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais” (PCNCNMT, 2000, p.8). Isso coloca à luz, a necessidade de uma atenção especial a respeito do método, da relação de conteúdo com o dia a dia do aluno bem como o uso de tecnologias que podem ser aplicadas na disciplina para potencializar estas relações, já que não basta somente prover estes novos métodos e meios, mas, sim de possibilitar ao próprio aluno ser articulador do seu desenvolvimento. “Trata-se, isso sim, de se prover o aluno de condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada, o que inclui uma compreensão mínima das técnicas e dos princípios científicos em que se baseiam” (PCNCNMT, 2000, p.8). Foi possível observar que os professores pesquisadores de Física têm a mesma visão, pois, foi possível encontrar na pesquisa realizada sobre as publicações feitas em eventos oficiais de física ou em revistas científicas na área no Brasil nos últimos 5 anos trabalhos relacionados a isso principalmente com baixo custo. É importante ressaltar que na pesquisa realizada em revistas científicas e eventos oficiais sobre Física no Brasil, dos 11 trabalhos encontrados, 4 tinham como premissa o baixo custo. Esses trabalhos são: Corrallo; Junqueira (2015). Lei de esfriamento de Newton utilizando a automatização da tomada dos dados por meio do *Arduino*. Trabalho que estuda o resfriamento de águas acondicionadas em diferentes garrafas plásticas em cores diferentes com o

objetivo de trabalhar com o conteúdo de Física correspondente a lei de resfriamento de *Newton* com baixo custo. Foram utilizados a placa *Arduino* e sensores de temperatura. Os autores ressaltam a necessidade de mudança na forma de ensino, de propor ao aluno cada vez mais a aproximação da experimentação. Souza *et al.* (2011). *The Arduino board: a low cost option for physics experiments assisted by PC*. Trabalho focado em experimento de baixo custo que apresenta de forma ilustrativa onde o foco é mostrar as potencialidades da placa eletrônica *Arduino* e dos componentes eletrônicos resistores, termistores, resistor dependente de luz e transdutores para aquisição de dados via computador para a utilização no ensino de Física. Pereira *et al.* (2015) Ensinando Física das radiações com um contador *Geiger* baseado em plataforma *Arduino*. Experimento desenvolvido a fim de estudar os conteúdos relacionados a medição de radiação, utilizando materiais de baixo custo que permitiu a monitoração de raios cósmicos secundários e medição de radiação de fundo, através de um tubo *Geiger*, um *GPS* e a placa eletrônica *Arduino*. Teixeira *et al.* (2015) Novas tecnologias no ensino de física para o estudo das cores: O uso do *Scratch for Arduino e Tracker*. Experimento de baixo custo elaborado para as aulas de Física correspondente ao entendimento dos conceitos físicos da luz e ao processo RGB programado através do *Scratch for Arduino*. O público alvo são alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio.

De acordo com o PCNCNMT (2000) esta visão atualizada passa pelos temas, evolução cósmica, partículas que compõe a matéria, fontes de energia, desenvolvimento de novos materiais, produtos e tecnologia. Esta é a Física indispensável para a formação cidadã, principalmente quando é incorporada à cultura e com instrumentos tecnológicos. Desta forma, “Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais [...]” (PCNCNMT, 2000, p. 22). Para tanto, ressalta a importância do aprendizado de conteúdo tecnológico nesta disciplina, “É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional” (PCNCNMT, 2000, p.22).

É possível então observar este olhar dos PCNs nos trabalhos pesquisados que foram apresentados nos últimos 5 anos em eventos oficiais de Física no Brasil e em revistas científicas na área como: Carvalho *et al.* (2011). *Observing the atmospheric tides: an application of the Arduino board with sensors for barometric pressure and temperature*. Baseado em *Arduino Uno* este estudo é referente à elaboração experimental simples para estudo da maré atmosférica, feita para disciplinas do Ensino Médio onde o professor pode apresentar para seus alunos as oscilações barométricas.

Cavalcanti *et al.* (2011) *Physics with Arduino for beginners*. Este trabalho apresenta diferentes modos para operar a placa eletrônica *Arduino* para aquisição e automação de dados para atividades experimentais para a disciplina de Física. Como aplicação, foi elaborado um circuito para carga e descarga de um capacitor. Bernardes; Diehl (2015). Medindo distância com *Arduino*. Este trabalho criou um experimento com o sensor ultrassônico e o *Arduino* para medir distância em intervalo de tempo pré-definidos como o objetivo de trabalhar com estes conceitos da Física de forma experimental e também teórica na análise dos dados. Fernandes *et al.* (2015). Analisando o comportamento de um sistema oscilante com massa variável: com a interface de dados *Arduino*. Neste trabalho criou-se um experimento simples com uma garrafa plástica contendo areia, pendurada em uma mola. Abaixo da garrafa um sensor de força, sensor de posição conectado ao *Arduino* e a um computador. Possibilitando ao professor trabalhar a segunda lei de Newton como conteúdo curricular. Oliveira *et al.* (2015) A placa *Arduino* com *ethernet shield* e experiências de física realizadas remotamente via rede internet. Projeto que buscou criar um experimento utilizando *Arduino* e *ethernet shield* e sensores para medição de distância, temperatura e o tempo de propagação das informações tendo como foco o conteúdo para alunos e professores da disciplina de Física do Ensino Médio para realização de experimento *in loco* ou remotamente através da internet. Iwamoto *et al.* (2015). Experimento remoto para o ensino de Física: ondas estacionárias. Este projeto foi desenvolvido com a perspectiva de dinamizar a prática didática pedagógica, mas sem apontar um método, mostrando apenas um objeto educacional inovador. O intuito foi trazer para as aulas de Física o dinamismo de aulas experimentais para trabalhar com o conteúdo de ondas estacionárias, utilizando para isso sensores e componentes eletrônicos que possibilitem o monitoramento *in loco* e remotamente.

Desses, apenas um não era focado em estratégia de ensino-aprendizagem, mas, sim na criação de um experimento para verificação de dados sem cunho explícito educacional: Filho *et al.* (2015). O Estudo dos dígitos “preferidos” e “proibidos” de cronômetros digitais com *Arduino*. Este trabalho não é focado em si para a educação, mas, sim para o estudo de frequência irregular da amostragem dos números dos cronômetros em seu *display*. Foi utilizado então uma placa *Arduino*, uma *webcam* e um software que possibilitou a captura dos dados. Trabalho que acabou por demonstrar que 40% dos números centesimais não são mostrados, mas, que isso não implica em erro sistemático.

O PCNCNMT (2000) enfatiza a desarticulação entre a teoria e prática, que propõe exercícios e suas demasiadas repetições, de conceitos, de leis e fórmulas que ficam distanciados do cotidiano do aluno e também dos professores, pois pode não trazer sentido ao conteúdo lecionado e

isso não fomenta o aprendizado, mas sim, o ensino automatizado e a memorização opondo-se (indo ao desencontro) às diretrizes emanadas pelos PCNs, principalmente quando o intuito do aprendizado é fazê-lo através das competências adquiridas.

Quando a teoria se articula com a experimentação é possível trazer um novo olhar, mostrar que a Física não se trata de algo acabado de que há mais problemas a serem resolvidos e algo novo a ser descoberto. “Sendo o Ensino Médio um momento particular do desenvolvimento cognitivo dos jovens, o aprendizado de Física tem características específicas que podem favorecer uma construção rica em abstrações e generalizações, tanto de sentido prático como conceitual” (PCNCNMT, 2000, p.23).

Para esta articulação entre a teoria e prática, o PCNCNMT destaca investigação e compreensão como estritamente relacionada ao desenvolvimento de competências e habilidades na disciplina de Física, a investigação como forma de analisar, observar fatos e fenômenos onde através deste é possível então adquirir a competência relacionada à compreensão. “Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física” (PCNCNMT, 2000, p.24).

A habilidade relacionada à investigação busca levantar indagações e curiosidades “trata-se de identificar questões e problemas a serem resolvidos, estimular a observação, classificação e organização dos fatos e fenômenos à nossa volta segundo os aspectos físicos e funcionais relevantes” (PCNCNMT, 2000, p.24). De acordo com o PCNCNMT (2000) isso envolve tanto a identificação como a classificação de fenômenos ou objetos, seja imagens, aparelhos elétricos, movimentos, materiais, eletricidade, mecânica, diferentes formas de energia, meios de transporte, refrigeradores, televisores, eletrodomésticos. Com isso é possível desenvolver a competência do reconhecimento do significado e o conceito das coisas.

Observa-se que a disciplina de Física do EM traz uma demanda grande quanto à necessidade da utilização de recursos tecnológicos e do método de ensino para adequação do conteúdo à realidade do dia a dia e também pelas constantes descobertas científicas realizadas.

2.4 - PCN+CNMT Orientações Pedagógicas para a disciplina de Física do EM

Depois da visão geral é importante entender o que o PCN+CNMT coloca como direcionamento e organização do aprendizado a respeito da disciplina de Física para o 3º ano do EM. Com este e mais o entendimento anterior, será possível identificar e traçar como o objeto desta pesquisa, que é a proposta, poderá ser pautado como adoção de novas tecnologias em sala de aula de acordo com as orientações dos PCNs.

Os PCN+ são Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais que são dirigidos diretamente para a equipe escolar. “Este texto é direcionado ao professor, ao coordenador ou dirigente escolar do ensino médio e aos responsáveis pelas redes de educação básica e pela formação profissional permanente dos professores” (PCN+CNMT, 2002, p. 4). Não se trata de criação de normas a serem seguidas pelos profissionais da educação, mas, sim uma possibilidade de abrir um diálogo direto entre os professores e gestores.

Sem pretensão normativa, e de forma complementar aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), as orientações educacionais aqui apresentadas têm em vista a escola em sua totalidade, ainda que este volume se concentre nas disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. (PCN+CNMT, 2002, p. 4).

A partir das diretrizes do PCNEM, o ensino de Física toma outro sentido no EM, não trata o ensino de Física com um objetivo em si mesmo, ou seja, o ensino deve contribuir para que o aluno participe ativamente do mundo em que vive, ou seja, relacionar o que aprendeu com seu dia a dia. Com isso, de acordo com o PCN+CNMT (2002, p. 56) devem ser trabalhadas “[...] 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”, alterando assim a orientação tradicional de ensino.

Os critérios que orientam a ação pedagógica deixam, portanto, de tomar como referência primeira “o que ensinar de Física”, passando a centrar-se sobre o “para que ensinar Física”, explicitando a preocupação em atribuir ao conhecimento um significado no momento mesmo de seu aprendizado. (PCN+CNMT, 2002, p. 58)

Isso possibilitará um contato com a Física, voltada à formação cidadã contemporânea.

“Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem” (PCN+CNMT, 2002, p. 56)

A busca é dar significado ao aprendizado não privilegiando a memorização, a repetição, situações abstratas ou artificiais e com isso dar um sentido ao aprendizado. O próprio PCN+ aponta indagações sobre este tema.

Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física? Como transformar o antigo currículo? O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados? Que tipo de laboratório faz sentido? Que temas devem ser privilegiados? É possível “abrir mão” do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática? E na Astronomia, o que tratar? É preciso introduzir Física Moderna? (PCN+CNMT, 2002, p. 57)

Para tanto, não existe uma fórmula pronta para a aplicação desta ideologia, Papert ressalta a importância da ambientação tanto de aluno quanto do professor do objeto de aprendizado e do conteúdo, pois é preciso que haja o engajamento para que ocorra o aprendizado. “[...] sabemos que,

se não nos envolvermos com a área de conhecimento, teremos problemas em aprendê-la com ou sem métodos da Escola”. (PAPERT, 1993/2008, p. 136). Necessita-se assim de reflexões contínuas que busquem sempre novos horizontes dentro da realidade escolar atual.

E para isso será indispensável estabelecer espaços coletivos de discussão sobre os diferentes entendimentos e sobre as experiências vivenciadas a partir dessas novas propostas, incluindo-se possíveis interpretações, implicações, desdobramentos, assim como também recursos, estratégias e meios necessários a sua instauração e desenvolvimento. (PCN+CNMT, 2002, p. 57)

Sendo assim, baseado neste capítulo será então apresentada uma proposta, não como solução para resolução de todos os problemas pedagógicos nem muito menos para resolver todas as inquietações a respeito de método de ensino. O que a pesquisa procura trazer à luz são elementos que possibilitem aos professores uma escolha de prática pedagógica que possa auxiliar no processo ensino-aprendizagem mediado por tecnologia e que contribua para um processo futuro de discussão fomentando assim o que o próprio PCN+CNMT propõe e para isso, será então utilizado o *Scratch for Arduino*, para elaborar a proposta pois, como já vimos no capítulo 1, trata-se de uma ferramenta, cujo objetivo é despertar no aluno o aprendizado lúdico, promover a análise crítica, a criatividade o trabalho em equipe e aproximar o conteúdo didático da tecnologia, além disso, através do *Scratch for Arduino* é possível criar aulas experimentais, sendo estas tão defendidas pelo PCNs.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (PCN+CNMT, 2002, p.81)

2.5 Fundamentos teóricos: uma síntese

Para embasamento teórico relacionado às aulas experimentais, foram analisadas a lei e as diretrizes: Brasil (2015), PCNEM (2000), PCNCNM (2000), PCNCNMT (2000), PCN+CNMT (2002) e (PAPERT, 1993/2008), cujo foco são as orientações sobre a importância da mudança de paradigma relacionado ao método de ensino e objetos de aprendizagem, apontando assim a necessidade da utilização de métodos de ensino diversificados principalmente no tocante as aulas expositivas. Os PCNs indicam que a formação do aluno deve levar em conta a preparação científica e a utilização de diferentes tecnologias para gerar informação e utilizá-la na solução de problemas. Diz também que é preciso haver um afinamento das competências básicas para desenvolver habilidades psicomotoras, socio afetiva e cognitiva. Tem como enfoque uma proposta educacional voltada para a autonomia do aluno e para a nova sociedade decorrente da revolução tecnológica. Prioriza o desenvolvimento do trabalho em equipe, aceitação de críticas, do pensamento crítico, da

busca de novos conhecimentos, do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, de pensar novas alternativas para a solução de um problema.

Por isso, os PCNs têm um cuidado especial a respeito do método, quando cita uma ruptura de consensos. Os PCNEM sem pretensão de criar regras ou apresentar fórmulas pretendem “[...] orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias” (PCNEM, 2000, p. 4). O PCNCNMT orienta aos professores a “[...] escolher metodologias coerentes com nossas intenções educativas” (PCNCNMT, 2000, p. 20). E o PCN+CNMT expõe, mesmo que de forma indireta, a necessidade de uma adequação ou mudança de método através de aulas experimentais.

Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando-se “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. (PCN+CNMT, 2002, p. 84).

O PCNEM reforça.

Uma escola que pretende formar por meio da imposição de modelos, de exercícios de memorização, da fragmentação do conhecimento, da ignorância dos instrumentos mais avançados de acesso ao conhecimento e da comunicação. Ao manter uma postura tradicional e distanciada das mudanças sociais, a escola como instituição pública acabará também por se marginalizar. (PCNEM, 2000, p. 12)

Esta afirmativa demonstra que o ambiente educacional deve então, buscar uma perspectiva que altere as condições atuais, onde o que se impera é a cultura de transmissão e reprodução de conhecimento, memorização e repetição das informações obtidas. Paulo Freire foi um dos maiores defensores desta mudança de paradigma, pois afirmava que a escola seguia uma “educação bancária¹⁹” e Papert compartilhava da mesma opinião.

Compartilho com este amplo movimento a crítica à escola por transformar as crianças em receptores passivos de conhecimento. Paulo Freire expressou essa crítica de modo muito sugestivo em sua descrição da Escola como seguindo um “modelo bancário” em que as informações são depositadas na mente da criança, como dinheiro em uma caderneta de poupança. (PAPERT, 1993/2008, p. 25)

Papert também coloca como importante a visão de Paulo Freire sobre a alfabetização “Paulo Freire ensina-nos a não dissociar “ler a palavra” de “ler o mundo”” (PAPERT, 1993/2008, p. 25). Papert (1993/2008, p. 25) conclui “Tornar-se alfabetizado significa pensar de uma forma diferente da anterior, ver o mundo de outra maneira supondo-se que há muitas alfabetizações diferentes”. Desta forma, é possível viabilizar uma mudança de método e em conjunto a mudança na forma de agir e pensar do aluno.

¹⁹ O “modelo bancário” muito difundido por Paulo Freire é referente ao método de ensino onde as informações são depositadas na mente dos educandos, fazendo uma analogia ao que acontece com dinheiro em uma conta.

O próprio PCNEM expõe que “É possível afirmar que, nas próximas décadas, a educação vá se transformar mais rapidamente do que em muitas outras, em função de uma nova compreensão teórica sobre o papel da escola, estimulada pela incorporação das novas tecnologias” (PCNEM, 2000, p. 5). Desta forma, traçar uma alternativa metodológica se torna muito importante, para não se caracterizar única e exclusivamente como uma mudança de meios. Papert (1980/1985, p. 45) coloca que o computador é um objeto educacional sólido, desde que haja uma mudança de método.

No tocante as aulas experimentais as leituras foram focadas particularmente em Valente (1993, 1995, 1997, 1999, 2000) e Papert (1980/1985, 1993/2008, 1994), para a proposição da base metodológica utilizada na elaboração da proposta.

Muito se estuda hoje em dia sobre a adoção de tecnologia em sala de aula como meio de modificação do método tradicional de ensino, porém, esta discussão sem a análise de como isso será feito, pode simplesmente mudar para “o uso do computador como a informatização do método de ensino tradicional” persistindo basicamente em perguntas e respostas, manuais, múltipla escolha não alterando assim a forma do método, sendo o aluno um agente passivo na educação, conforme mostra a Figura 11, onde o computador detem a informação “pergunta” ao aluno e o aluno responde, realizando assim uma cópia do método tradicional de ensino só que de forma digital. Uma exemplificação é apresentada na Figura 11.

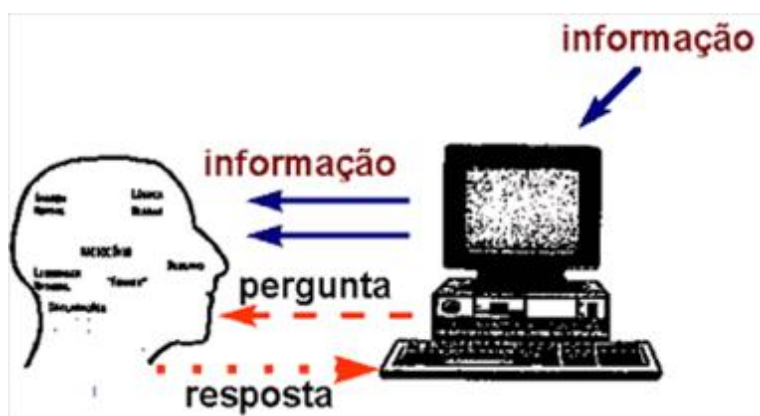


Figura 11 Diagrama do Instrucionismo (VALENTE, 1997)

“A abordagem que usa o computador como meio para transmitir a informação ao aluno mantém a prática pedagógica vigente” (VALENTE, 1997, p. 1). Assim, entra em discussão a visão instrucionista que é o ensino mediado por tecnologia pura e simplesmente copiando o método tradicional, através do computador como objeto de suporte de ensino e aprendizagem, Valente enfatiza que “Na verdade, o computador está sendo usado para informatizar os processos de ensino que já existem” (VALENTE, 1997, p.1). Então, isso só muda a forma e não método.

Esta maneira linear e progressiva usada tradicionalmente na educação considerada instrucionismo é replicada no uso da tecnologia e isso faz com que o professor não consiga utilizar a potencialidade verdadeira que recursos tecnológicos podem proporcionar na educação, fazendo com que a característica principal do professor que é ser o mediador do conhecimento acaba somente com a tarefa de transferir para o computador o método de ensinar, não alterando assim, a forma passiva do aluno nas aulas, ou seja, só informatizar o ensino não adianta, pois desta forma o aluno acaba não desenvolvendo sua autonomia e seu pensamento crítico não aproveitando assim as potencialidades que a tecnologia pode proporcionar ao professor e aluno. Cabe ressaltar que não se trata de abolir o instrucionismo, “[...] não coloca em dúvida o valor da instrução [...]”. Isso seria tolo [...]” (PAPERT, 1994, p. 124). Desta forma, vale ressaltar que não está sendo enfatizado colocar o método instrucionista de lado, porém, para o uso de tecnologia como recursos pedagógicos não se torna a mais adequada por estimular o ensinar em detrimento do aprendizado.

No construcionismo, o aluno torna-se agente do seu próprio desenvolvimento intelectual, pois se coloca como proposta a discussão, o questionamento, o envolvimento direto no processo de aprendizagem. Uma exemplificação é apresentada na Figura 12.

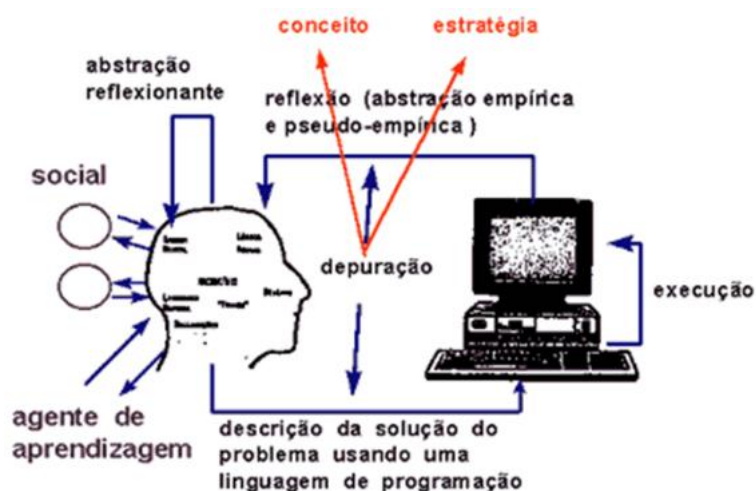


Figura 12 Diagrama Construcionista (VALENTE, 1997)

O aluno usa o computador como meio para construção do conhecimento, desenvolvendo a análise crítica, o raciocínio lógico, a criatividade e o professor é o mediador do conhecimento. Exemplo de propostas construtivistas Logo, Scratch e Scratch for Arduino na Figura 12, onde o aluno pode expressar na construção da solução do problema seus conhecimentos globais adquiridos em experiências anteriores e de seu contato com o mundo a sua volta, desenvolve a solução do problema (descrição da solução), executa a solução que desenvolveu, reflete sobre os resultados apresentados e depura verificando se há novas implementações para melhorar a busca pelo resultado. Isso

proporciona o aprendizado empírico, onde o aluno reflete sobre sua ação e sobre os resultados obtidos colocando-o como um agente da aprendizagem transformando o aprendizado mais significativo.

Então, o método instrucionista, quando utilizado com o foco no uso de tecnologias em sala de aula, enfatiza o "ensino" que é importante para uma ambientação inicial sobre algum tema, mas, as reações cognitivas são pouco desenvolvidas, principalmente quando comparada com a abordagem construcionista que é o método que tem como objetivo despertar o pensamento crítico, o trabalho em equipe, o desafio, a criatividade, a descoberta.

No construcionismo o aprendizado é relacionado com o conhecimento desenvolvido próximo ao cotidiano do aluno, onde o objetivo é fazer com que o aprendizado seja intuitivo, para proporcionar assim um sentido maior entre o aprender e o conteúdo a ser estudado.

2.5.2 A base da metodologia construcionista

Partindo dos princípios citados nas sessões anteriores, inicia-se então a construção da proposta que é objeto desta pesquisa, sendo esta baseada no método construcionista tendo como eixo norteador a perspectiva de proporcionar ao aluno ser ele mesmo o agente transformador do seu próprio saber, sendo ativo no processo ensino-aprendizagem. É importante observar que o caráter instrucionista não deve ser deixado de lado, o instrucionismo deve ser utilizado quando necessário, desde, que seja para proporcionar ao professor e ao aluno a instrução técnica instrumental básica para dar suporte inicial para o desenvolvimento de sua própria autonomia. Abaixo, veremos em detalhes estes assuntos.

A utilização de computadores na educação não data dos tempos atuais, mas, pelo menos desde 1924, “[...] já em 1924, S. Pressey tinha inventado uma máquina para corrigir testes de escolha múltipla” (SOUZA; FINO, 2001. p. 6).

Já na década de 50, Skinner desenvolve a máquina de ensinar, “[...] B. F. Skinner apresentou uma máquina de ensinar que se baseava no conceito de instrução programada” (SOUZA; FINO, 2001. p. 6). Esta forma de ensino de instrução programada ou de instrução auxiliada por computador (CAI) é definida por Valente como.

A instrução programada consiste em dividir o material a ser ensinado em pequenos segmentos logicamente encadeados e denominados módulos. Cada fato ou conceito é apresentado em módulos sequenciais. Cada módulo termina com uma questão que o aluno deve responder preenchendo espaços em branco ou escolhendo a resposta certa entre diversas alternativas apresentadas. O estudante deve ler o fato ou conceito e é imediatamente questionado. Se a resposta está correta o aluno pode passar para o próximo módulo. Se a resposta é errada, a resposta certa pode ser fornecida pelo programa ou, o aluno é convidado a rever módulos anteriores ou, ainda, a realizar outros módulos, cujo objetivo é remediar o processo de ensino. (VALENTE, 2000, p. 2)

Valente reforça que.

[...] durante o início dos anos 60 diversos programas de instrução programada foram implementados no computador — nascia a instrução auxiliada por computador ou *computer aided instruction*, também conhecida como CAI. Na versão brasileira estes programas são conhecidos como PEC (Programas Educacionais por Computador) (VALENTE, 2000, p. 4)

Valente (2000, p. 5) explica que mesmo os computadores sendo caros e de acesso restrito, empresas como IBM e a RCA investiram na produção de software do tipo CAI.

Nessa perspectiva, *Papert* se refere ao CAI como máquina de ensinar sendo um replicador de conteúdo “[...] programar o computador para ministrar os tipos de exercícios tradicionalmente aplicados por um professor em um quadro-verde, em um livro didático ou em uma folha de exercícios” (PAPERT, 1993/2008, p. 52). O que pode ser interpretado que o CAI leva somente a uma mudança de meio, mas, no método de ensino esta mudança não é efetivada o que fomenta o ensinar o que por sua vez acaba prejudicando o aprendizado. Valente corrobora afirmando que “A verdadeira função do aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas sim a de criar condições de aprendizagem” (VALENTE, 2000, p. 4).

E Valente mostra qual deve ser o olhar lançado sobre o uso do computador na educação.

[...] as novas modalidades de uso do computador na educação apontam para uma nova direção: o uso desta tecnologia não como "máquina de ensinar" mas, como uma nova mídia educacional: o computador passa a ser uma ferramenta educacional, uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino. (VALENTE, 2000, p. 6).

Através do método construcionista, propõe-se uma melhor solução para a incorporação do computador na educação na busca de mostrar que a informatização do método tradicional não é a adequada e afirma que os computadores devem ser “instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar novas ideias” (PAPERT, 1993/2008, p. 158). Papert fez esta afirmação, após se transferir da Universidade de Genebra da Suíça, onde não havia computadores, para o MIT que lhe ofereceu acesso aos melhores computadores da época e foi nesse momento que teve a percepção do quanto conseguiu avançar sobre as problemáticas que lhe afligia fazendo uso do computador e sobre o quanto aprendeu utilizando o computador e como oferecer tudo isso que percebera com o uso da tecnologia para as pessoas, principalmente para as crianças.

Maltempi afirma que “não acredito que conhecimento possa ser transmitido, pois não é passível de ser recebido pronto. Ele é construído a partir de experiências anteriores e do contato com o mundo, necessitando, portanto, ser (re)feito por cada indivíduo.”(MALTEMPI, 2005, p. 1). E completa afirmando que.

Educar, portanto, é principalmente dar condições para que os alunos construam, mas não se resume a isso. O Construcionismo postula que o aprendizado ocorre especialmente quando o aprendiz está engajado em construir um produto de significado pessoal (por exemplo, um poema, uma maquete ou um website), que possa ser mostrado a outras pessoas. Portanto, ao conceito de que se aprende melhor fazendo, o Construcionismo acrescenta: aprende-se melhor ainda quando se gosta, pensa e conversa sobre o que se faz. (MALTEMPI, 2005, p. 3)

Nesta perspectiva, a abordagem construcionista coloca o aluno como foco do processo ensino-aprendizagem, como agente do seu próprio desenvolvimento. Dessa forma, o entendimento da necessidade da mudança de método é fundamental para que a possibilidade deste desenvolvimento possa se dar por completo. A prática pedagógica construcionista difere-se da tradicional ou comumente chamada de instrucional.

2.5.3 Construcionismo para mudança de meio e de método

O método instrucionista e construcionista diferem-se em muitos pontos.

A palavra instrucionismo visa significar algo muito diferente de pedagogia, ou a arte de ensinar. Ela deve ser lida num nível muito mais ideológico ou programático como expressando a crença de que a via para uma melhor aprendizagem deve ser o aperfeiçoamento da instrução [...]. O Construcionismo é uma filosofia [...] a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir de um mínimo de ensino. (PAPERT 1994, p. 124-125)

Uma característica interessante do construcionismo é mostrada na perspectiva do erro, pois neste método, este fato é um fomentador para o aprendizado, porque percebe-se aí o momento de colocar o aluno como o agente do seu aprendizado. A perspectiva do erro é vista como uma possibilidade de maior imersão e análise crítica sobre o conteúdo, com o objetivo de tentar solucioná-lo, “não apontar os erros para o aluno; assumir os erros como aproximações do resultado esperado e não como fracasso ou incompetência” (ALMEIDA, 2000, p.44). Portanto, os erros devem ser entendidos como um dos meios de aprendizagem. Por isso, não aprova que o professor ressalte os erros para o aluno, mas sim, que aproveite esta oportunidade para trabalhar aquilo que foi obtido como resultado e que é preciso depurá-lo para se chegar ao objetivo.

Nesta perspectiva o uso do método construcionista e a programação são aliados. “Especializar-se em programação é aprender a se tornar altamente habilitado a isolar e corrigir *bugs*, as partes que impendem o funcionamento desejado do programa. A questão a ser levantada a respeito do programa não é o certo ou errado, mas se ele é executável” (PAPERT, 1980/1985 p. 40).

Outra característica é que, diferente do modelo tradicional, o professor não assume o papel de protagonista, mas, isso não tira dele a responsabilidade pela mediação, pois sua atuação é fundamental no desenvolvimento do aluno. Cabe ao professor trazer exercícios que proporcionem reflexão, deve também fomentar a cooperação e propor desafios aos alunos, por isso ele necessita

conhecer e socializar-se com seus alunos para se aproximar o máximo possível da bagagem cultural deles para assim, poder contextualizar os temas a serem trabalhados o máximo possível da realidade do aluno, para que o aprendizado seja significativo ao aprendiz, “[...] ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p. 12).

O professor deve, então, propor temas que promovam conexões entre si e para uma mediação adequada, deve conhecer o desenvolvimento cognitivo dos alunos a partir do tema inicial e das suas conexões. Almeida define o papel do professor.

[...] promover o pensamento do sujeito e engajar-se com ele na implementação de seus projetos, compartilhando problemas, sem apontar soluções; respeitando os estilos de pensamento e interesses individuais; estimulando a formalização do projeto empregado; ajudando assim o sujeito a entender, analisar, testar e corrigir os erros. (ALMEIDA, 1991, p. 29),

O método construcionista possibilita uma oportunidade única aos docentes, a de aprender junto com seus alunos. Valente afirma que “O professor não só diz o que o aluno deve fazer, mas vivencia e compartilha com os alunos o método que está preconizando. Essa postura contribui para a coerência do ambiente de aprendizado, onde todos, em diferentes níveis, são aprendizes” (VALENTE, 1995, p. 28). E também aponta a importância da mudança de paradigma quando do uso do ambiente de aprendizagem informatizado.

O conhecimento, como informação transmitida pelo professor será cada vez mais desnecessário e mesmo obsoleto, face ao que já é possível obter-se, e com rapidez crescente, das máquinas. Assim, o papel do professor não estará mais comprometido com a disseminação desse tipo de conhecimento, mas com o modo de se utilizar a potência das informações armazenadas em bancos de dados para promover o desenvolvimento individual e grupal, dentro e fora da sala de aula. (VALENTE, 1995, p. 131)

De acordo com Almeida (2000), a postura do professor, deve estar voltada para a experimentação, para a pesquisa, reflexão, levantamento de hipóteses e depuração para a melhora e validação de sua prática pedagógica. Como complementação, trabalha na parte pedagógica com a tecnologia, a internet a favor do aluno, divulga e explora bibliografias e sites.

É possível observar que a teoria construcionista reforça cada vez mais a importância da inclusão da tecnologia como parte da pedagogia do professor. Mas, esta não pode ser feita simplesmente mudando o meio, pois isso não trará um resultado satisfatório, mas sim, deve ser feito mudando o método. E para isso, Papert coloca que para esta mudança de método é preciso fazer uso de linguagens de programação como método ensino-aprendizagem.

Papert exemplifica qual visão é adequada para se ter sobre o uso da linguagem de programação na educação e afirma “[...] aprender línguas é uma das coisas que as crianças fazem

bem. Toda criança normal aprende a falar. Por que então não deveria aprender a “falar” com o computador?” (PAPERT, 1980/1985 p. 18). Este “falar” com o computador que Papert se refere, significa programá-lo para “ensinar” o que o computador precisa fazer, esta ação irá gerar um programa, um *software* de autoria do aluno.

O uso de linguagens de programação para a construção do conhecimento não é algo que seja simples para alunos e nem mesmo para o professor, principalmente se ambos estiverem imersos no método tradicional de ensino, pois esta atividade pedagógica não está ligada a cópias, ou ao ato de replicar informações advinda da internet/livros/professor, pois neste método o aluno é um agente ativo do seu aprendizado e o professor um mediador da informação. “De acordo com ideias construtivistas, o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, onde o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o aluno” (MALTEMPI; VALENTE, 2000, p. 2). Nesse processo, tanto aluno quanto o professor devem estar engajados em um projeto para a busca de solução de problemas, sendo o aluno o agente do seu aprendizado e o professor como mediador para fornecer meios para atingir o sucesso.

Para facilitar essa interação, ao longo das últimas décadas foram desenvolvidos diversos *softwares* que auxiliam o professor e aluno neste método, fazendo que ambos, não necessitem saber uma linguagem de programação específica, basta saber como o software funciona e empregar a lógica para a solução do problema. Neste sentido, Papert e sua criação o Logo são os precursores destes *softwares*. Esses *softwares* têm como objetivo colocar o aluno como agente principal do seu aprendizado, não mais como um expectador, mas sim, como protagonista.

No modelo construcionista, o computador não é utilizado para ensinar, mas sim, como um objeto que estimula a aprendizagem, pois irá proporcionar ao aluno criar algo, literalmente desenvolvendo e testando a solução, “[...] o aprendizado se realiza por meio do fazer, ou seja, “colocar a mão na massa”. (VALENTE, 1997, p.3). Nesta perspectiva, o professor assume um papel primordial e precisa orientar o aluno para que ele entenda que não é somente um receptor da situação problema, mas, que ele está inserido na dinâmica da solução do mesmo. O professor deve então orientar o aluno a pensar sobre o problema, “Não é usar a regra que resolve o problema; é pensar sobre o problema que promove a aprendizagem” (PAPERT, 1993/2008, p. 91). O professor deve proporcionar ao aluno o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração (DERD), ou seja, aluno deve entender que o *software* e sua linguagem de programação é o meio pelo qual se deve criar as propostas e soluções dos problemas e colocá-las em prática “escrevendo” a solução e executando-as. Após a execução, deve refletir sobre a resposta que o computador lhe ofereceu e depurar se há novas implementações a serem

feitas para melhorar a resposta. “Essa informação é assimilada pela estrutura mental (passa a ser conhecimento) e utilizada no programa para modificar a descrição anteriormente definida. Nesse momento, repete-se o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição” (VALENTE, 1999, p. 91) e completa dizendo que.

Sob a ótica do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, o programa do aprendiz pode ser visto como uma execução do seu raciocínio, em termos de uma linguagem precisa e formal. A execução deste programa pode ser interpretada como a execução do raciocínio do aprendiz (janela para a mente) (VALENTE, 1999, p. 91)

Aqui então se evidencia a importância do professor, não como centro da atenção e do conhecimento, mas como um mediador e interpretador da informação gerada pelo aluno. No construcionismo, a resolução de um problema não é um simples processo de cópia ou digitação, mas, sim de criticidade, criatividade e pensamento sistêmico por parte do aluno e mediação do professor em busca da solução.

Maltempi e Valente assim definem o uso do computador e uma linguagem de programação aplicada no processo ensino-aprendizagem.

[...] o computador é uma ferramenta singular na criação de ambientes de aprendizagem baseados na programação, pois:

- torna o raciocínio explícito;
- “executa” o raciocínio;
- fornece feedback fiel e imediato;
- permite diferentes tipos de reflexão; e
- facilita a depuração de conhecimento. Maltempi (MALTEMPI; VALENTE, 2000, p. 2)

Essas possibilidades do uso do computador e do construcionismo possibilitam ao aluno o que Valente chama de *Empowerment*.

empowerment - a sensação de que são capazes de produzir algo considerado impossível. Além disso, conseguem um produto que eles não só construíram, mas compreenderam como foi realizado. Eles podem falar sobre o que fizeram e mostrar esse produto para outras pessoas. É um produto da mente deles e isso acaba propiciando uma grande massagem no ego. (VALENTE, 1999, p. 97)

A palavra “ego” que Valente cita, não é à toa, pois um fator decisivo para o sucesso do aluno e bastante considerado no construcionismo é a auto-estima que se dá quando o indivíduo percebe e identifica seus valores através dos seus resultados.

O educando, principalmente o vinculado ao Nível Superior de ensino, possui a responsabilidade de situar o seu grau de aprendizagem e de (re)agir, ponderando seu nível de envolvimento com a construção de seu conhecimento. Dessa maneira, o aluno acaba por desenvolver a convicção de que ele é o principal responsável pela sua formação podendo gerenciar sua aprendizagem. (LIMA, 2009, p. 83)

Valente explica que não necessariamente o uso de um objetivo digital de aprendizagem deve ter a função de tornar a escola interessante.

[...] é assustador pensar que necessitamos de algo como o computador para tornar a escola mais motivadora e interessante. A escola deveria ser interessante não pelo fato de possuir um artefato mas, pelo que acontece na escola em termos de aprendizado e desenvolvimento intelectual, afetivo, cultural e social. (VALENTE, 1993, p.3)

Valente fala sobre a importância do envolvimento afetivo “no fazer” e como o construcionismo propicia isso ao aluno “[...] aprendiz constrói algo do seu interesse, enfatizando o envolvimento afetivo, tornando a aprendizagem mais significativa.” (VALENTE, 1997, p.3).

Então, isso significa que o aluno utiliza.

[...] o computador para construir o seu conhecimento, o computador passa a ser uma máquina para ser ensinada, propiciando condições para o aluno descrever a resolução de problemas, usando linguagens de programação, refletir sobre os resultados obtidos e depurar suas ideias por intermédio da busca de novos conteúdos e novas estratégias. (VALENTE, 1999, p. 2).

Papert (1993/2008 p. 89) usa o termo “Matética” para definir a “arte de aprender” ou “o conjunto de princípios norteadores que regem o aprendizado”, com isso ele ressalta a importância da aprendizagem e não do ensino. Papert (1993/2008 p. 74) Destaca que a “Matética”, é importante no processo de aprendizagem, com características que fomentam este processo como: “dar-se tempo”, dar-se tempo a si mesmo, para a reflexão e a proposta de solução para um determinado problema, “falar”, o debater sobre um problema pode promover a aprendizagem; “estabelecer conexões”, as associações significativas possibilitam ao aluno a construção do conhecimento de forma individualizada.

Nessa perspectiva, cabe ao professor que fará o uso do computador como objeto digital de aprendizagem proporcionar ao aluno a condição “matética”, “Um princípio central da matética é que a boa discussão promove a aprendizagem e um dos objetivos centrais da matética é elucidar, por meio da pesquisa, os tipos de discussão que promovem o maior ganho e as circunstâncias que favorecem tais discussões” (PAPERT, 1993/2008, p. 93). A intenção é despertar no aluno a motivação para que esteja disposto a superar os obstáculos, e aprender em conjunto, dividindo com o aluno a tarefa de aprender.

As características do ensinar em detrimento do aprender no ambiente informatizado são definidas por Papert quando afirma que “o acesso aos computadores pode mudar completamente essa situação” (PAPERT, 1980/1985, p.45). E esta mudança tem muito a ver com *softwares* que é onde o *Scratch for Arduino* se encaixa.

O ambiente de programação visual *Scratch for Arduino* tem como seu principal objetivo facilitar o acesso das pessoas à programação de computadores, principalmente os mais jovens, mesmo que sem nenhum conhecimento em linguagem de programação.

E para atingir esse objetivo, seus comandos, ou como são chamados no meio computacional, sua linguagem natural, foi colocada em blocos e quando estes blocos são encaixados em uma ordem lógica é então criado um programa. Quando se cria um programa o mesmo pode ser executado, ou seja, é possível visualizar a criação, se os blocos forem encaixados na forma sequencial correta, o programa funcionará, caso contrário, retornará um erro possibilitando sua análise e correção. Desta forma, o professor deve mudar o olhar de expositor do conhecimento para mediador iniciando seu trabalho estruturado no DERD para proporcionar ao aluno a descrição-execução-reflexão-depuração-descrição do problema, desta forma utilizar a linguagem de programação que neste caso é representada pelo *Scratch for Arduino* atentando-se a definição de Almeida “O conhecimento não é fornecido ao aluno para que ele dê as respostas. É o aluno que coloca o conhecimento no computador e indica as operações que devem ser executadas para produzir as respostas desejadas” (ALMEIDA, 2000, p. 19-20). Esta ação desperta no aluno o raciocínio lógico responsável pela ordenação da solução do problema, da criatividade para criar a melhor solução, da criticidade para analisar os resultados, da pesquisa para buscar novos meios e complementos a sua solução.

Almeida complementa afirmando como esta forma de aprendizagem pode ajudar o professor, principalmente no aspecto da avaliação contínua e paralela.

O programa fornece importantes pistas sobre o pensamento do aluno, uma vez que o seu pensamento está descrito explicitamente e a resposta do computador permite comparar o previsto com o obtido. O professor tem maiores chances de compreender o processo mental do aluno, ajudá-lo a interpretar as respostas, questioná-lo, colocar desafios que possam ajudá-lo na compreensão do problema e conduzi-lo a um novo patamar de desenvolvimento. (ALMEIDA, 2000, p. 20)

O *Scratch for Arduino* traz para aluno e professor estas características que são importantes para fomentar o processo ensino-aprendizagem. O software é dividido em três áreas principais para utilização: a área de bloco de comandos, a área de edição dos códigos e o palco, onde observamos o resultado da construção do código, como pode ser verificado na Figura 13.

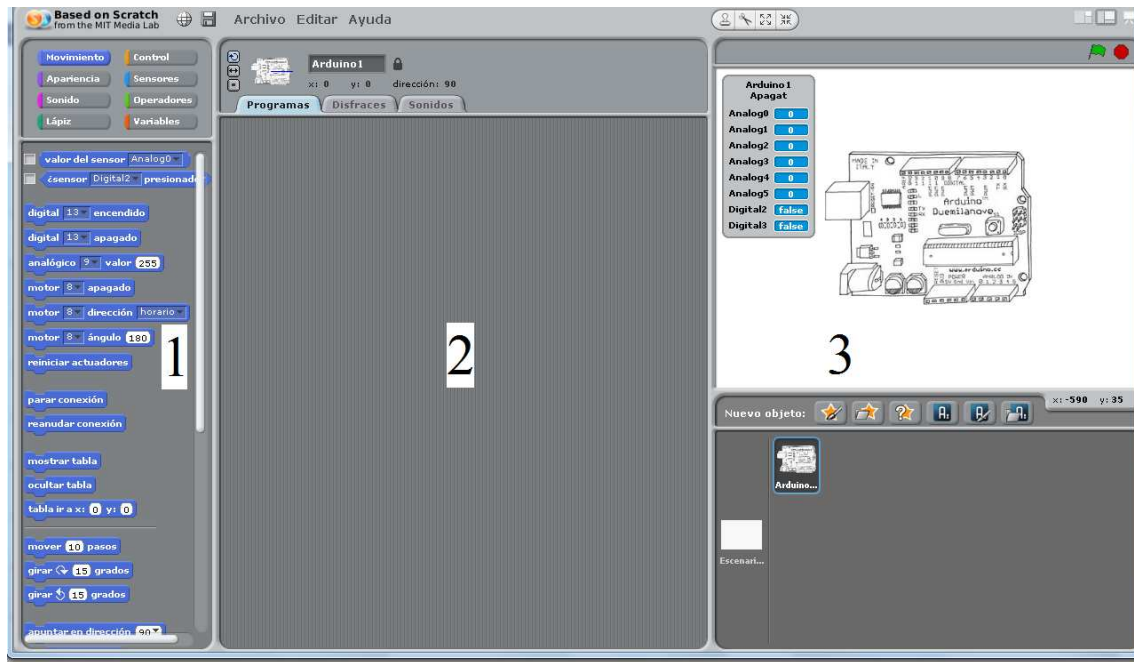
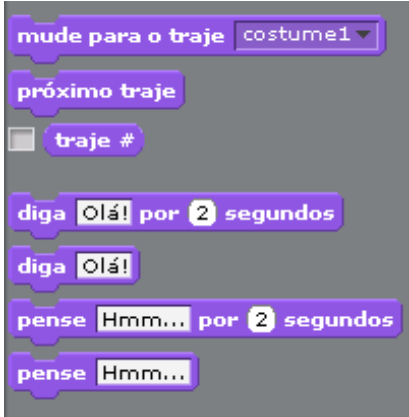
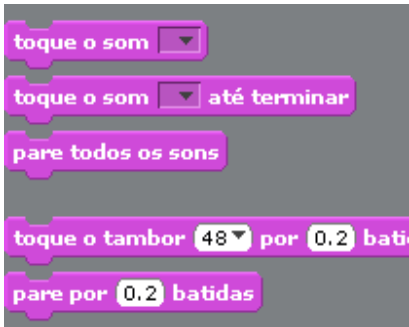
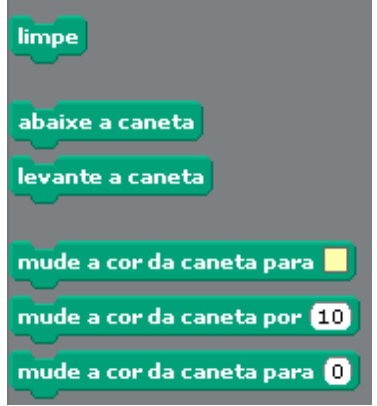
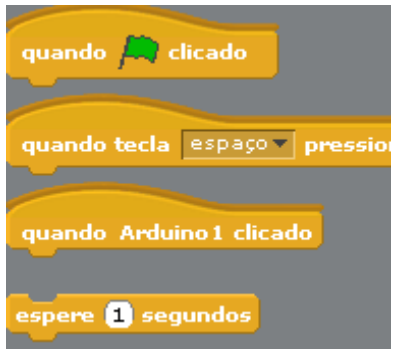


Figura 13 Ambiente *Scratch for Arduino*.

A figura 13 representa através do número 1, área de bloco de comandos, do número 2, a área de edição dos códigos e o do número 3, o palco. Através dessas 3 áreas principais é possível realizar muitas operações, sendo que estas são feitas pelos blocos de comandos e que estão divididos em oito categorias (Movimento, Aparência, Som, Caneta, Controle, Sensores, Operadores, Variáveis). Conforme Exemplifica a Tabela 2 abaixo:

Categorias	Descrição da Categorias	Exemplos de alguns comandos
Movimento	Abre opções de “movimento”, de ações das <i>Shields</i> que podem ser conectadas à placa <i>Arduino</i>.	

Aparência	Abre opções para modificações dos trajes, realiza efeitos visuais na tela do computador (no palco) como: desaparecer, cor, tamanho, ou escrever diálogos;	 Scratch code blocks for costume changes and speech bubbles: - mude para o traje costume1 - próximo traje ☐ traje # - diga Olá! por 2 segundos - diga Olá! - pense Hmm... por 2 segundos - pense Hmm...
Som	Abre opções de importar ou reproduzir sons e/ou músicas	 Scratch code blocks for sound effects: - toque o som [dropdown] - toque o som [dropdown] até terminar - pare todos os sons - toque o tambor 48 por 0.2 batidas - pare por 0.2 batidas
Caneta	Abre opções de <i>sprite</i> como: desenho de traços na tela do computador (no palco), alteração das cores, da espessura e tonalidade	 Scratch code blocks for drawing with the pen tool: - limpe - abaixe a caneta - levante a caneta - mude a cor da caneta para [color dropdown] - mude a cor da caneta por 10 - mude a cor da caneta para 0
Controle	Abre opções de comandos pré-definidos como: condicional, laço de repetição, de utilização de teclas específicas do teclado.	 Scratch code blocks for control flow: - quando [mouse cursor] clicado - quando tecla espaço pressionada - quando Arduino1 clicado - espere 1 segundos

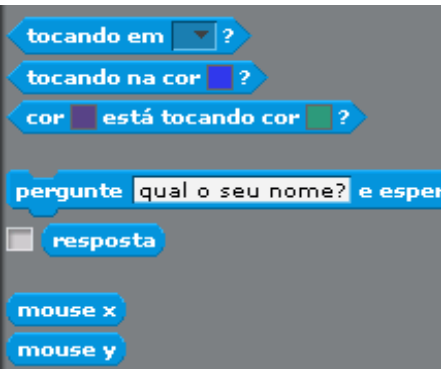
	Abre opções de comandos para reconhecer posicionamento do mouse, cores, distâncias, posições por exemplo.	
	Abre opção com diversos operadores relacionais e lógicos.	
	Abre opção criar variáveis para armazenamento de valores.	

Tabela 2 Categorias e blocos de comandos do *Scratch for Arduino*

Através dessas categorias e seus comandos é possível mudar a forma e o método de ensino do tradicional para o construcionismo. Através do DERD é possível desenvolver um software utilizando o método construcionista em sala de aula para ensinar uma disciplina que não a de programação de computadores, ou seja, o professor não foca sua aula em ensinar programação ou uma linguagem de programação, mas, sim sua própria disciplina, proporciona o estudo experimental o que possibilita então testar a teoria na prática, tão defendido pelos PCNs

Relativa utilização de recursos tecnológicos a reflexão fica sobre os aspectos de *software* e/ou *hardware* de baixo custo que possam ser utilizados com cunho educacional e se enquadrem nas características que possam favorecer aos alunos a criticidade, criatividade, trabalho em equipe e pensamento sistêmico, sendo identificado através da revisão de literatura o *Scratch for Arduino*. Para tanto, foram utilizados os autores Papert (1980/1985, 1993/2008, 1994), Resnick, (2007), Valente (1993).

2.6 As orientações, *Scratch for Arduino* e Construcionismo

É possível observar que a tecnologia pode ser utilizada como um colaborador no desenvolvimento do processo ensino - aprendizagem em qualquer nível e componente curricular. Litwin (1997) aponta a importância de entender como se dá a nova produção de conhecimento e ressalta que “Trata-se de entender que se criaram novas formas de comunicação, novos estilos de trabalho, novas maneiras de ter acesso e de produzir conhecimento” (LITWIN, 1997, p. 131). Desta forma, a compreensão desses fatos irá permitir desenvolver boas práticas para o ensino na escola atual e como enfatiza o próprio BNCC “Nos anos finais de Ensino Fundamental, a dimensão lúdica das práticas pedagógicas adquire outras características, em consonância com as mudanças de interesse próprias à faixa etária dos estudantes” (BNCC, 2015, p. 9). Carneiro e Passos fazendo uma análise sobre Erloza (2012) afirmam que “Ainda para a autora é preciso que o professor dê novo significado a sua prática de sala de aula por meio da mediação que deve considerar três aspectos: o processo tecnológico, o processo pedagógico e o processo formativo”. (CARNEIRO; PASSOS, 2014, p. 104).

Nos casos dos componentes curriculares que estão nas áreas de Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias, as indicações acima ficam mais evidentes, pois, tais recursos podem ser utilizados para modificar o contexto da aula e partir do conceito teórico para aulas experimentais, utilizando a tecnologia, para gerar subsídios à compreensão, desenvolvimento do pensamento sistêmico e interpretação dos fenômenos, aguçar a curiosidade, apresentar a possibilidade de pensar em múltiplas soluções para um problema potencializando assim o desenvolvimento de competências previstas. Principalmente do componente curricular Física que é objeto de estudo deste trabalho.

O contexto atual revela profundas alterações nos sistemas de comunicação e informação. As possibilidades trazidas pelos novos meios instauram uma nova maneira de apreender a realidade que nos cerca, bem como criam novos anseios e expectativas. (TURRIN, 2009 apud AMARAL, 2003, p. 107)

Especificamente no PCNEM referente ao componente curricular Física destaca-se o que é orientado em suas competências e habilidades no subitem investigação e compreensão que é “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos” (PCNEM, 2000, p. 29). Ressaltando assim a importância de relacionar o conteúdo didático com as tecnologias do cotidiano.

Notamos que tecnologia conjugada com aulas experimentais, pode trazer um novo horizonte ao aluno, principalmente no componente curricular Física, porém, às vezes, pelo alto custo das instalações, e/ou dos insumos, as aulas que muitas vezes poderiam ser experimentais são teóricas,

com aplicação de conceitos e fórmulas que não ultrapassam a lousa e caderno o que pode afetar o aproveitamento integral do aluno no conteúdo ministrado.

Este motivo financeiro prejudica os alunos inclusive o professor (principalmente de escola pública) de forma direta.

[...] outros autores nas últimas décadas propõem que o professor busque alternativas à ausência de laboratórios bem equipados através da utilização de material de baixo custo ou de custo algum. A utilização destes materiais, em geral, permite que se realizem experimentos físicos sem a necessidade de ambientes especiais (laboratórios). (SANTOS; CARVALHO; FERREIRA, 2004, p.7).

De acordo com o PCNMT “A Física é um conhecimento que permite elaborar modelos [...] desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias. Incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, esse conhecimento tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea.” (PCNMT, 2000, p. 22). A cultura a qual o PCNMT refere-se é definida como “Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais [...]” (PCNMT, 2000, p. 22).

Quando pensamos no caráter da aquisição da cultura científica efetiva de interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, este contexto prejudicial aos alunos fica ainda mais amplo, principalmente pelo motivo que o foco da educação fica na argumentação e não na experiência prática. Consequentemente, o prejuízo recai sobre os pilares com o qual os PCNs foram redigidos afetando assim os objetivos finais com que cada componente curricular foi criado. Em particular no componente Física o desenvolvimento das competências de raciocínio lógico e pensamento sistemático fica diretamente prejudicado.

Para que um estudante compreenda um experimento, ele próprio deverá executá-lo, mas ele entenderá muito melhor se, além de realizar o experimento, ele construir os instrumentos para sua experimentação. (KAPTISA, 1985 apud SANTOS; CARVALHO; FERREIRA; 2004, p.8)

Segundo Dale (1969), quanto mais abstrato se trabalha um assunto, torna-se mais complicada a assimilação deste pelo aluno. Pensando então nas aulas de caráter experimental que possibilite ao aluno a construção do seu próprio experimento, que leve ao desenvolvimento da autonomia, da criticidade, da criatividade, do raciocínio lógico e sistêmico. “[...] o conhecimento por si só é insuficiente [...] as pessoas devem continuamente chegar a soluções criativas para problemas esperados. O sucesso é baseado não só no que você sabe ou quanto você sabe, mas em sua capacidade de pensar e agir criativamente” (RESNICK, 2007, p. 18). Há duas ferramentas que se enquadram nestas necessidades, sendo uma totalmente gratuita o *software* de linguagem de programação

*Scratch*²⁰ e a placa eletrônica *Arduino*²¹. “O *Scratch* e o *Arduino*, juntamente com o construcionismo, são ferramentas que podem ser usadas para auxiliar o aluno no processo de aprendizagem, tornando a tecnologia um instrumento do seu desenvolvimento pessoal” (BASTOS; BORGES; ABREU, 2010, p.10). É importante ressaltar que a placa eletrônica *Arduino* não é gratuita.

A linguagem de programação *Scratch*, possibilita de forma lúdica o desenvolvimento de programas para a resolução de problemas através de blocos sequenciais, sem precisar ficar escrevendo comandos, ou seja, não é preciso saber nenhuma linguagem de programação para manipulá-lo, basta juntar de forma lógica os blocos que são disponibilizados como se fosse um quebra cabeça. A placa eletrônica *Arduino*, possibilita a construção física de componentes eletrônicos como motores, sensores, diodo emissor de luz (LED), etc, muito utilizada em setores de automação e na engenharia elétrica e mecânica. Mas, isoladamente o *Arduino* precisa ser programado via linguagem de programação através de digitação de códigos o que dificulta o contato com este poderoso dispositivo de pessoas que não tenham conhecimento técnico em programação. Entretanto, a junção dessas duas ferramentas forma o que é chamado de *Scratch for Arduino*, então, aquele conhecimento citado anteriormente em linguagem de programação, torna-se dispensável pois, a programação do *Arduino* efetiva-se através do bloco sequencial lógico do *Scratch*, ou seja, facilitando assim o acesso à programação para o funcionamento do *Arduino* a um número muito maior de usuários principalmente dos alunos, não ficando desta forma delimitado a somente àqueles que dominam programação.

Há diversos trabalhos sobre o uso do *Scratch for Arduino* na educação por exemplo: Bastos; Borges; Abreu (2010) com o trabalho *Scratch, Arduino* e o construcionismo: ferramentas para a educação. Estudo que foca o uso do *Arduino* na educação sendo este programado via *Scratch* e sua aplicação sendo efetivada através da teoria construcionista. Outro trabalho é: Cantú; Santos (2013) Usando a linguagem *Scratch* e a plataforma *Arduino* para implementar uma abordagem metodológica baseada em aprender fazendo. Estudo que foca a análise da aplicação do *Scratch for Arduino* como método de aprender fazendo como meio de motivação dos alunos de um curso técnico em informática. E Kalil *et al.* (2013) Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil. Neste trabalho foi estudado a aplicação do *Scratch for Arduino* e do *Lego Mindstorm* para alunos do ensino médio público com o objetivo de analisar quais das duas ferramentas são mais apropriadas as necessidades dos alunos.

²⁰ *Scratch* ajuda os jovens aprender a pensar de forma criativa, raciocínio sistêmico, e trabalhar de forma colaborativa - habilidades essenciais para a vida no século 21” (SCRATCH, 2015).

²¹ Plataforma Eletrônica de prototipagem.

Desta forma, no Capítulo 3, será mostrada a metodologia que foi utilizada para o desenvolvimento da proposta e no capítulo 4 será apresentado a proposta objeto de estudo desta pesquisa.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

3.1 Metodologia Apresentação Geral

Esta pesquisa predominantemente qualitativa, utilizando o estudo de conteúdo para análise dos dados e de revisão de bibliografia corrente de obras de divulgação científicas e técnicas de natureza significativa e descritiva, para adquirir o embasamento pedagógico necessário para formulação da proposta. Para a elaboração desta pesquisa, a revisão narrativa de caráter qualitativo, foi fundamentada na conceituação de revisão narrativa conforme Souza (2013 apud SEGURA - MUNHOZ, 2002; p. 85) que “considera que a revisão narrativa comumente “[...] apresenta um caráter descritivo-discursivo, caracterizando-se pela ampla apresentação e discussão de temas de interesse científico [...]”.

Souza (2013 apud Guedes, 2011, p. 85) acrescenta que “[...] a busca das fontes não é pré-determinada e específica e a seleção dos estudos é arbitrária, provendo o autor de informações sujeitas a viés de seleção, com grande interferência da percepção subjetiva”.

Desta forma, a utilização desta metodologia, se enquadra nas necessidades para o desenvolvimento do projeto de pesquisa deste trabalho que é uma proposta fundamentada em referenciais teóricos que visam a elaboração de uma proposta para a aplicação de aulas experimentais na disciplina de Física do 3º ano do Ensino Médio mediado pelo *Scratch for Arduino*, ou seja, não alterando só o meio, mas, também alterando o método a ser utilizado em sala de aula.

A primeira etapa deste trabalho constitui-se da análise da literatura. Utilizou-se revistas científicas, artigos, dissertações, teses e documentos técnicos, recentes que abordam o tema referente aos PCNs, métodos, aprendizagem e objetos educacionais tecnológicos aplicados à educação, onde então, surgiu o eixo norteador desta pesquisa, que é a utilização do método experimental de ensino e uso de tecnologias.

Para elaborar a proposta, foram necessárias literaturas com diferentes vieses; a primeira com fundamentação técnica e pedagógica que foram os PCNs, a segunda com fundamentação pedagógica sobre o método a ser utilizado para a fundamentação da pesquisa na qual foi escolhido o método construcionista para desenvolver e fundamentar a proposta de uso de tecnologia em sala de aula, onde os temas centrais utilizados para a revisão narrativa foram aulas experimentais, métodos de ensino e utilização de recursos tecnológicos.

Referente às aulas experimentais, buscou-se através das leituras, identificar nos PCNs e nos trabalhos o entendimento das necessidades técnicas e pedagógicas que envolvem este tema. Além disso buscou-se identificar a importância das aulas experimentais, principalmente referente a

disciplina de Física do 3º ano do EM. Esta revisão de literatura foi imprescindível para a base de desenvolvimento da proposta, é o referencial teórico tanto pedagógico e técnico que é a base para a estruturação da proposta para o método didático e para uso de tecnologias em sala de aula, sendo neste caso o uso do *Scratch for Arduino*.

No tocante ao método de ensino, a revisão de literatura foi traçada na busca de desenvolver o entendimento teórico sobre a técnica que viabilizasse o trabalho didático através de aulas experimentais, onde fosse possível migrar do modelo tradicional de ensino, aquele onde o aluno é expectador e o professor detentor do conhecimento, para o modelo onde o aluno se torna autônomo e o professor mediador do conhecimento. Esta análise de métodos de ensino possibilitou, então, a escolha do modelo construcionista de *Papert*, estruturado no modelo DERD e no Ciclo do Aprendiz de *Resnick*, para que, além de viabilizar a mudança de método também fosse possível a interpretação da evolução do aprendizado do aluno. Nessa revisão de literatura merecem destaque os temas: professor mediador, criticidade, criatividade, análise sistêmica, trabalho em equipe.

Referente à utilização de recursos tecnológicos, a busca na literatura foi pela identificação de *hardware* e/ou *software* que fizessem referência ao construcionismo e viabilizasse a estruturação do método construcionista ao modelo DERD e no Ciclo do Aprendiz.

A abordagem qualitativa traçada para a metodologia deste trabalho vai ao encontro da visão de Telles (2002) sobre a abordagem qualitativa que dá subsídios para o professor refletir sobre sua prática e construir significados relevantes. Tendo o pesquisador como forma de análise dos dados coletados o empirismo, segundo Triviño (1986) a pesquisa qualitativa em boa parte se assemelha a interpretação das ações do dia a dia.

Atualmente, a opção por modalidades qualitativas de investigação tem sido cada vez mais frequente na pesquisa em educação, visto que os educadores e os professores têm se interessado pelas qualidades dos fenômenos educacionais em detrimento de números [...]. (TELLES, 2002, p. 114)

Segundo Triviños (1987, 116) “[...] o ensino sempre se caracterizou pelos aspectos qualitativos da educação”, apesar do método quantitativo referente a termos estatísticos serem utilizados frequentemente.

A segunda etapa foi o desenvolvimento da proposta de utilização do método experimental de ensino e uso de tecnologias através do *Scratch for Arduino*. Nesta etapa depois do aporte teórico identificado na leitura, foi possível estruturar a proposta de aula experimental utilizando o *Scratch for Arduino*, onde seu eixo norteador para fomentar a criatividade, criticidade, trabalho em equipe,

reflexão, autonomia foi o método construcionista de Papert estruturado pelo modelo DERD²² e o ciclo do aprendiz proposto por Resnick.

3.2 Sobre a Literatura

Desta forma, a revisão da literatura foi o aporte principal para obter embasamento teórico e conceitual para prover a proposta.

²² Descrição da resolução do problema nos termos da linguagem de programação, Execução dessa descrição pelo computador, Reflexão sobre o que foi produzido pelo computador e Depuração dos conhecimentos por intermédio da busca de novas informações ou do pensar. (LIMA, 2009, p. 43)

CAPÍTULO 4: A PROPOSTA

4.1 Sobre o desenvolvimento da proposta

A proposta apresentada será baseada na teoria construcionista de Papert, como o objetivo não somente na mudança de meios lousa/giz para o ensino-aprendizagem informatizado, mas, também, numa mudança de método, na perspectiva de fornecer indicativos teóricos e conceituais que deem suporte a esta nova perspectiva de incluir um ambiente de ensino-aprendizagem informatizado através do *Scratch for Arduino*.

A partir do embasamento adquirido através da revisão narrativa, definiu-se então a proposta para a incorporação de instrumentos tecnológicos modernos, como a informática com o objetivo de diversificar o processo de ensino e aprendizagem, seguindo as orientações dos PCNs. A primeira definição foi a escolha do *Scratch for Arduino*. Depois da escolha do objeto educacional, foi preciso escolher o método que melhor se adequasse às orientações, na qual foi escolhido o construcionismo e, para dar subsídios de avaliação para o método, foram escolhidos dois pilares o Ciclo de Aprendizagem de Resnick e o DERD.

4.3 As possibilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Física do EM através de uma proposta construcionista

Para exemplificar como a proposta pode ser posta em prática, será criado um plano de aula como um primeiro *case* para a disciplina de Física do 3º ano do EM. Este plano será baseado na ideia da incorporação *Scratch for Arduino* no primeiro dia de aula prática – “mão na massa”, onde o professor será o mediador do primeiro contato do aluno com esta tecnologia.

4.3.1 A ambientação no *Scratch for Arduino*

Para a ambientação no *Scratch for Arduino* foi elaborado o conteúdo abaixo que leva em consideração que a explanação teórica sobre o histórico da ferramenta e requisitos mínimos para o funcionamento do mesmo, já tenham sido feitos por parte do professor.

Neste momento, caberá ao professor reforçar sobre a proposta do método a ser utilizado ressaltando que o aluno será o protagonista e o professor o mediador do conhecimento.

O professor deve ao apresentar o Plano de aula, explicar os objetivos da mesma. Esta ambientação se faz necessária para que o aluno entenda o que se pretende e como se pretende ser desenvolver e trabalhar o conteúdo.

No Quadro 5, pode-se observar um exemplo de plano de aula, cujo objetivo é trabalhar a introdução do aluno na aula experimental através do *Scratch for Arduino*.

PLANO DE AULA	
DADOS DE IDENTIFICAÇÃO: Disciplina: Física Ano: 3º Turma: A Período: Manhã	
TEMA: Introdução aos conceitos e funcionamento do <i>Scratch for Arduino</i>	
OBJETIVOS: Possibilitar aos alunos que façam a leitura do potencial que o <i>Scratch for Arduino</i> pode proporcionar na disciplina e relacionar o conceito de utilização do mesmo com os temas que serão abordados ao longo do ano na disciplina. Objetivo geral: Através da mudança de método despertar nos alunos o interesse na disciplina e demonstrar que a teoria será acompanhada da prática. Objetivos específicos: Nível de conhecimento – associar, comparar, repetir e mostrar. Nível de aplicação – demonstrar, tirar ou extrair, dar um exemplo. Nível de solução de problemas – criar, criticar, debater, julgar.	
CONTEÚDO: • Apresentação do <i>Scratch for Arduino</i> • Verificação da comunicação entre a placa <i>Arduino</i> e o <i>Scratch</i> • Formas de conexão e reconhecimento da placa • Comandos básicos de verificação – teste de funcionamento – ligar, desligar, aguardar, dizer uma frase e laço de repetição	
DESENVOLVIMENTO DO TEMA: Será apresentado e explicado, forma sucinta e objetiva sobre o funcionamento e a forma de conexão da placa <i>Arduino</i> ao computador e sua comunicação com o <i>Scratch</i> , dando início à aula prática. Explicação sobre o ambiente de programação <i>Scratch</i> • Explicação sobre os blocos de comandos e que estão divididos em oito categorias (Movimento, Aparência, Som, Caneta, Controle, Sensores, Operadores, Variáveis) Serão apresentados aos alunos os comandos: • Digital – <i>on</i> • Digital – <i>off</i>	

• Espere – segundos • Diga – por – segundos • Sempre (laço de repetição) • Quando tecla – pressionada Será solicitado que o aluno crie um programa que ligue o LED conectado ao pino 13 da placa <i>Arduino</i> por 5 segundos, após este tempo desligue e fique por 2 segundos desligada e neste momento apresente a frase “Aguarde irei ligar o LED”. Dica: Para que o resultado fique visível por mais tempo, é preciso trabalhar com laço de repetição. Será utilizado o Ciclo do Aprendiz e o DERD para a realização da atividade prática.
RECURSOS DIDÁTICOS: quadro, <i>Datashow</i>, material didático e internet.
AVALIAÇÃO: Formativa – gerar informações docentes sobre como se deu o desenvolvimento dos alunos na aula em questão, possibilitando assim que o professor avalie sua prática docente para assim analisar possíveis ajustes da didática às necessidades discentes. Diagnóstica –gerar informações docentes para avaliar as necessidades discentes, desta forma será possível projetar/realinhar como será a próxima prática experimental. Atividades – ao final da aula será aberto espaço para exposição de perguntas e respostas entre alunos e professor e alunos entre alunos. Sempre com a mediação do professor, dando oportunidade para que o aluno possa se auto-avaliar. CRITÉRIOS PARA CORREÇÃO DA AVALIAÇÃO E ATIVIDADES. A base da avaliação é focada no Ciclo de Aprendizagem: imaginar, criar, praticar, compartilhar, refletir, imaginar em conjunção com o DERD descrição-execução-reflexão-depuração-descrição.
BIBLIOGRAFIA: Material didático desenvolvido pelo professor. Material da comunidade <i>Scratch for Arduino</i> nacional e internacional. Livro de Física.

Quadro 5 Plano de aula sobre o primeiro contato com o *Scratch for Arduino*

Papert para reforçar a importância da orientação e não do ensino em si, mas sim despertar no aluno o aprendizado, cita um ditado africano. “A outra mudança principal e necessária assemelha-se a um provérbio africano: se um homem tem fome você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara para ensiná-lo a pescar” (PAPERT, 1993/2008, p. 134). Desta forma, o professor precisa deixar claro o item Desenvolvimento do Tema e dar liberdade a partir de então para os alunos, criar, testar, refletir, dialogar, refazer, se colocando na postura de mediador.

Na Tabela 2, será exemplificado como se dará o desenvolvimento do plano de aula citado no Quadro 1, através de um programa básico em *Scratch for Arduino*, cujo objetivo, será a demonstração da realização de um teste de funcionamento da comunicação do *Arduino* e o *Scratch for Arduino*. Para isso, serão apresentados os conceitos básicos de programação do *software*, que nada mais é do que os encaixes dos blocos em uma sequência lógica. Iremos utilizar as Categorias Movimento, Aparência e Controle e alguns de seus comandos.

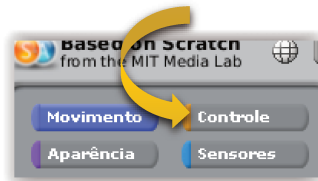
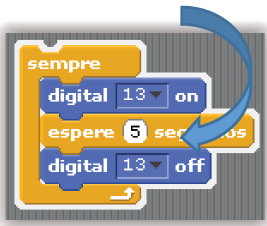
Selecionando a Categoria	Arrastando o comando da área de blocos de comandos para a área de edição dos códigos	Edição das variáveis e/ou comandos
		-
-		-
		-
-		
-		-
		

Tabela 3 Exemplo de um programa sendo desenvolvido no *Scratch for Arduino*

Então, acaba de ser desenvolvido um programa através do *Scratch for Arduino*, mesmo sem nenhum conhecimento técnico em linguagem de programação ou das premissas mínimas necessárias para se programar um *Arduino*.

É possível através de simples encaixes de blocos criar um *software* e ir além, fazer com que uma placa microprocessada como o *Arduino* responda ao *software* e isso amplia o nível de atuação do *Scratch for Arduino* para as mais variadas idades.

O *software* elaborado e exemplificado na tabela 3 ligará a *LED* do *Arduino* a cada 5 segundos e depois irá desligar por 2 segundos, neste momento irá aparecer a frase: “Aguarde, irei ligar o *LED*”, estes comandos foram colocados dentro de um laço de repetição e só irão parar quando o usuário parar a execução. Um resumo desta execução é demonstrado na Figura 14.

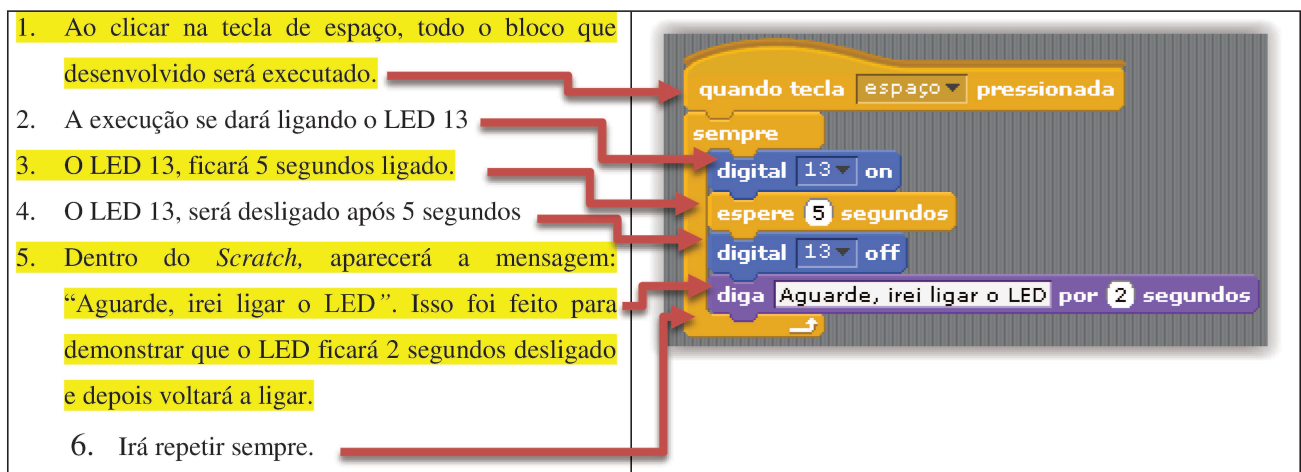


Figura 14 Resumo dos comandos executados na Tabela 3

O resultado da sequência destes comandos acima está demonstrado na Tabela 4.

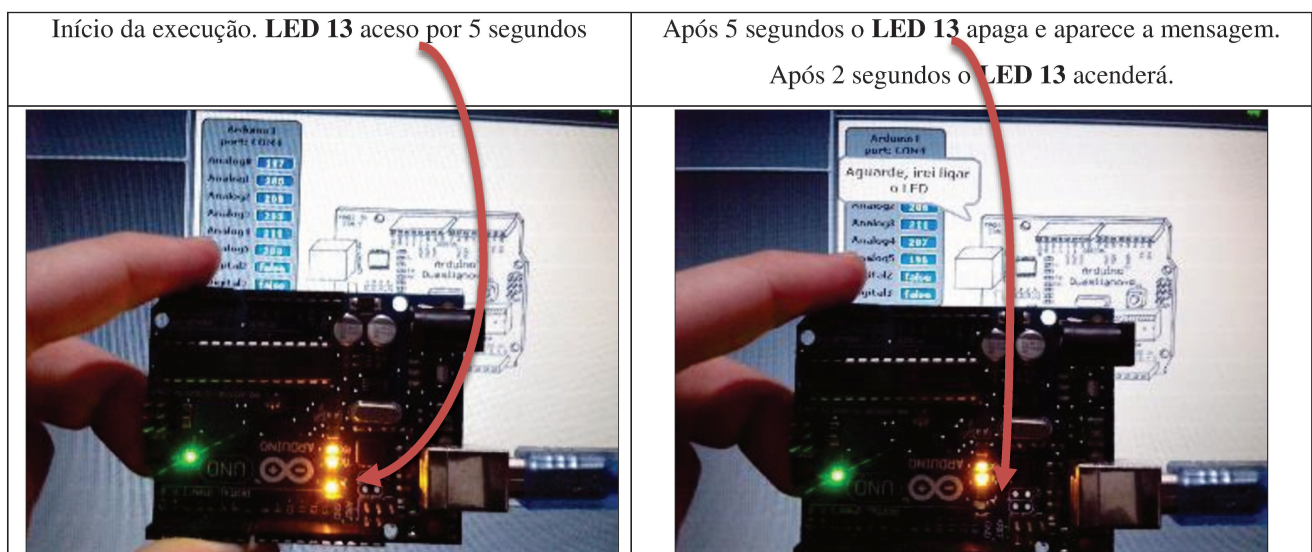


Tabela 4 O programa desenvolvido em execução

A Tabela 4 mostra o programa em execução. Através desta prática experimental o aluno tem contato direto com sua criação, podendo visualizar sua execução.

4.3.2 O processo avaliativo

A junção do Ciclo do Aprendiz e do DERD é muito importante para a aplicação do método construcionista, pois são estas técnicas que possibilitam a elaboração de aulas experimentais, servindo também para que o professor tenha elementos claros para poder criar seu processo de avaliação tanto do aprendizado do aluno como do desenvolvimento do seu trabalho e a partir desta ação, poder refletir sobre sua ação.

No plano de aula sugestivo, os objetivos específicos da atividade a ser realizada é atingir:

- **Nível de conhecimento** – associar, comparar, identificar, repetir, revisar e mostrar.
 - Para indicar quais habilidades deseja ser trabalhada.
- **Nível de aplicação** – demonstrar, tirar ou extrair, empregar, dar um exemplo e usar;
 - Para indicar quais competências deseja ser trabalhada.
- **Nível de solução de problemas** – criar, criticar, debater, julgar e recomendar.
 - Para indicar quais atitudes nos alunos deseja ser trabalhadas.

Ressalta-se, então, a importância de utilizar o método construcionista como aplicação do método de ensino e como o DERD e o Ciclo do Aprendiz dentro deste método podem servir como princípios norteadores tanto da aplicação quanto da avaliação contínua e paralela para subsidiar o professor de informações sobre o processo de ensino-aprendizagem do aluno e do próprio professor.

Para tanto, será utilizado o Ciclo do Aprendiz e o DERD como proposta de meio para verificar se estes conhecimentos estão sendo adquiridos por parte do aluno. Abaixo, a Tabela 5 está dividida item a item a proposta de interpretação sobre Ciclo do Aprendiz e o ciclo descrever, executar, refletir, depurar (DERD).

A tabela 5 na sua coluna 1 representa o ciclo DERD, na coluna 2 é representado o Ciclo do Aprendiz, onde o item D do DERD se relaciona com os itens Imaginar e Criar do Ciclo do Aprendiz. O item E e R do DERD se relaciona com o item Praticar do Ciclo do Aprendiz e o item D do DERD se relaciona com o item refletir do Ciclo do Aprendiz e o item compartilhar do Ciclo do Aprendiz se relaciona com o item R do Ciclo DERD.

Na terceira coluna é representa a proposta de Análise da Atividade (Avaliação), onde fica exposto o que cada item do Ciclo DERD e do Aprendiz representam.

Na quarta, quinta e sexta colunas são representados os itens do processo de avaliação criados no Plano de Aula e quais itens o professor pode utilizar para ter subsídios de avaliação em cada fase/etapa.

DERD	Ciclo do Aprendiz	Análise da Atividade (Avaliação)	Processo de Avaliação		
			Conhecimento	Aplicação	Solução de Problemas
D Descrição	Imaginar	As possibilidades que o <i>software</i> oferece para criar a(s) proposta(s) e a(s) solução(ões) do problema;			✓
	Criar	A área do bloco de comandos possibilita a execução do seu raciocínio lógico e do pensamento sistêmico. Através da “escrita do código” ou mais precisamente através do encaixe dos blocos de comando.			✓
E Execução	Praticar	Colocar em execução o que foi criado, ou seja, testar o código.		✓	
R Reflexão		O palco oferece a reflexão sobre o que foi produzido pelo computador através da interpretação do código (encaixe dos blocos) que o aluno estruturou.	✓	✓	✓
D Depuração	-	Através da observação da resposta do computador/ <i>Arduino</i> , depurar se há novas possibilidades para a resolução do problema.	✓	✓	✓
-	Compartilhar	Compartilha as ideias na busca da reflexão e na aceitação de novas opiniões. Muito ligado ao item R do ciclo DERD	✓	✓	✓
-	Refletir	Refletir sobre o processo que levou a reposta de seu trabalho de desenvolvimento de software. Muito ligado ao item D do ciclo DERD.	✓	✓	✓

Tabela 5 Proposta de avaliação por parte do professor utilizando o DERD e Ciclo do Aprendiz

O método construcionista alicerçado no Ciclo da Aprendizagem e no DERD equivale a dizer que o aluno assume o papel de protagonista na sua educação e mesmo que metaforicamente o de professor, pois ele tem que criar um software para fazer algo funcionar e isso significa que ele está “ensinando” o computador a fazer algo e neste caso, além do computador a placa *Arduino*, ou seja, o aluno se torna o protagonista, o criador, o ser reflexivo, crítico, criativo, colaborador.

4.3.3 Possibilidade de aplicação dos conceitos

Antes de continuar, é importante reforçar que a proposta de instrumento tecnológicos modernos em sala de aula não tem cunho de ensinar tecnologia, mas, sim de utilizar a tecnologia para ensinar as disciplinas da base nacional comum importando então que os professores utilizem tais recursos tecnológicos como forma de diversificar seu meio de ensino, aproximando seu conteúdo da realidade de alunos do século XXI.

No estudo de caso anterior, foi demonstrado um plano de aula voltado ao método construcionista, como se dá o desenvolvimento na forma experimental do plano, e os meios avaliativos do processo ensino-aprendizagem. Nesta sessão, será exemplificado uma atividade vinculada diretamente com a disciplina de Física do 3º ano do Ensino Médio, cujo tema será: Corrente Elétrica e seus Fenômenos.

O princípio da ideia é utilizar a aula experimental para trabalhar conceitos da disciplina a ser explicada, ou seja, o conteúdo de carga elétrica em movimento e os fenômenos que são criados através da Corrente Elétrica e seu fluxo ordenado onde é possível através dos casos trabalhar a observação na forma experimental sobre:

- **Efeito Joule** e a conversão de energia em calor;
- **Efeito Luminoso** sobre a condição de condutores emitirem luz;
- **Efeito Magnético** sobre os efeitos da condução de energia elétrica através de um meio condutor.

No Quadro 6, pode-se observar um exemplo do plano de aula, para tratar sobre este tema.

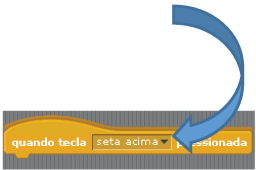
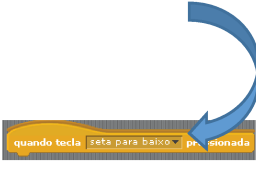
PLANO DE AULA
DADOS DE IDENTIFICAÇÃO: Disciplina: Física Ano: 3º Turma: A Período: Manhã
TEMA: Corrente elétrica.
OBJETIVOS: Observar de forma prática a Corrente Elétrica e seus Fenômenos Objetivo geral: Os alunos deverão criar experimentos para observação de forma prática sobre Corrente Elétrica e seus Fenômenos.

Objetivos específicos: Nível de conhecimento – associar, comparar, identificar. Nível de aplicação – demonstrar, empregar, dar um exemplo. Nível de solução de problemas – construir, concluir, debater.
CONTEÚDO: Corrente Elétrica e seus Fenômenos como efeitos Joule, Luminoso, Magnético, Fisiológico e Químico.
DESENVOLVIMENTO DO TEMA: Serão apresentados aos alunos o tema, objetivos e a explicação quanto ao desenvolvimento do programa que irá auxiliar na explicação conceitual da disciplina. Para tanto será utilizado os comandos: - Digital – <i>on</i> - Digital – <i>off</i> - Quando tecla – pressionada Criar um programa que ligue o LED conectado ao pino 13 ao pressionar a tecla para cima e desliga-lo ao pressionar a tecla para baixo. Posteriormente o programa deve também ligar um motor de passo ligado ao pino 12 ao pressionar a tecla para a direita e para desligar pressionar a tecla para a esquerda. Dica: Como um conteúdo complementar, peça para os alunos observarem o comportamento de quando a LED estiver ligada sozinha e depois quando o motor é acionado e também de quando somente o motor estiver ligado sozinho para quando a LED for ligada junto, para observar a variação de potência.
RECURSOS DIDÁTICOS: Quadro, <i>Datashow</i>, material didático e internet. <i>Arduino</i>, LED e conectores
AValiação: Formativa – gerar informações docentes sobre como se deu o desenvolvimento dos alunos na aula em questão, possibilitando assim que o professor avalie sua prática docente para assim analisar possíveis ajustes da didática às necessidades discentes. Atividades – Proposta de aperfeiçoamento do programa criado pelos alunos para exemplificar de forma diferente os conceitos aprendidos. CRITÉRIOS PARA CORREÇÃO DA AVALIAÇÃO E ATIVIDADES. A base da avaliação é focada no Ciclo de Aprendizagem: imaginar, criar, praticar, compartilhar, refletir, imaginar em conjunção com o DERD descrição-execução-reflexão-depuração-descrição.
BIBLIOGRAFIA: Material didático desenvolvido pelo professor. Material da comunidade <i>Scratch for Arduino</i> nacional e internacional. Livro de Física.

Quadro 6 Plano de aula sobre Corrente Elétrica e seus Fenômenos

Desta forma, um primeiro experimento simples de ligar e desligar um LED como um ligar e desligar de uma lâmpada, possibilitará, de forma experimental a explicação de fenômenos da Corrente Elétrica. A diferença de explicar para o aluno sobre o ligar e desligar da lâmpada para o ligar e o desligar do LED é que o aluno vai construir seu experimento. Os alunos terão participado efetivamente da criação do seu aprendizado, podendo experimentar e até modificar, testar, criar programas diferentes para melhorar seu experimento.

Neste estudo de caso apresentado na Tabela 6, será desenvolvido um programa que acenderá e apagará um LED através do teclado do computador, precisamente através da tecla seta para a direita e seta para a esquerda. O professor poderá utilizar esta construção feita pelo próprio aluno como introdução de exemplificação sobre corrente elétrica e utilizar esta base para explicação de alguns fenômenos como por exemplo o luminoso e o Joule.

Selecionando a Categoria	Arrastando o comando da área de blocos de comandos para a área de edição dos códigos	Edição das variáveis e/ou comandos
		
		-
		

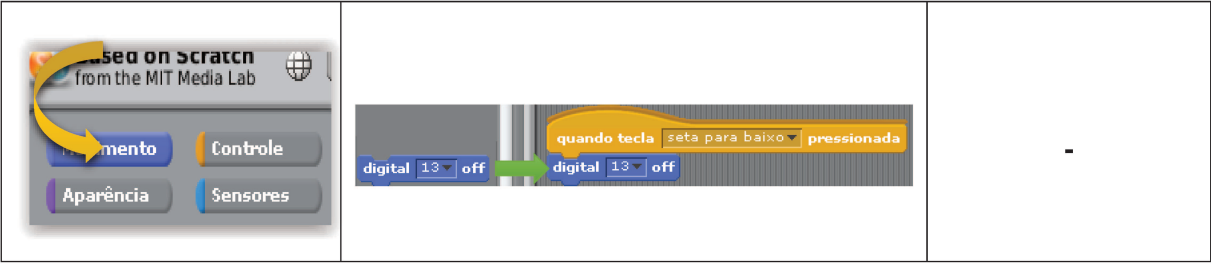


Tabela 6 Exemplo de um programa desenvolvido para explicação de conceitos sobre Corrente Elétrica

O estudo de caso elaborado na Tabela 6 representa um programa que, ao ser pressionado a tecla para cima, irá ligar o LED que está conectado ao pino 13, ao pressionar a tecla para baixo, irá desligar o LED. Um resumo desta execução é demonstrado na Figura 15.

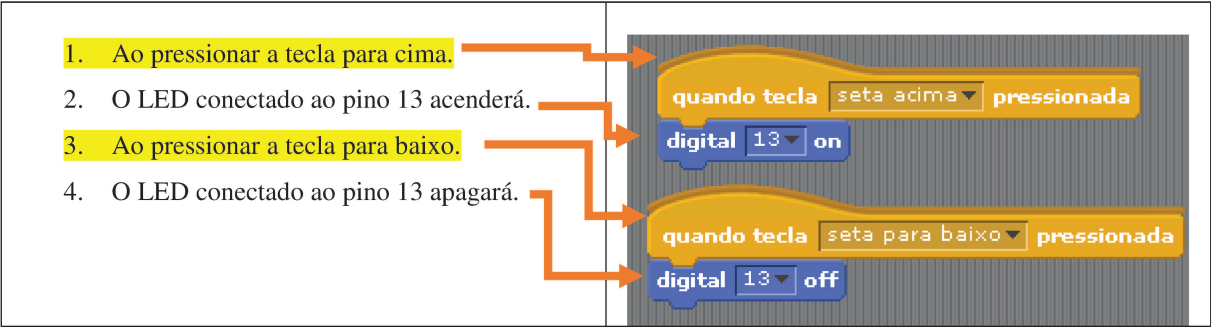


Figura 15 Explicação dos comandos executados na Tabela 5

Desta forma, de um jeito simples, é possível proporcionar ao aluno uma aula experimental onde através de ações práticas ele cria um projeto cujo objetivo é o de simular uma ação da Física.

Após a criação deste primeiro experimento, o professor deve se utilizar desta prática experimental para então introduzir a conceituação teórica sobre o tema trabalhado, conciliando assim, a teoria e a prática.

Abaixo, na Tabela 7, o resultado da montagem do LED na placa *Arduino*.



Tabela 7 Conexão do LED e *Arduino*

O resultado da execução dos comandos começando primeiro ligando o LED, depois desligando o LED é verificado na Tabela 8.

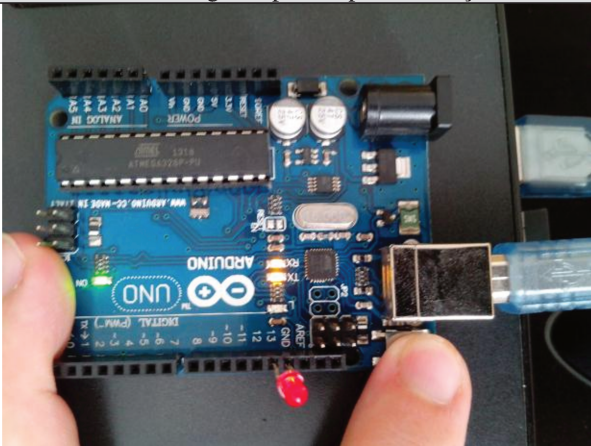
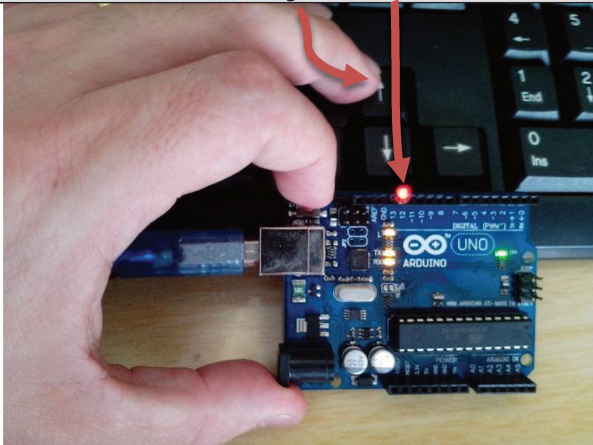
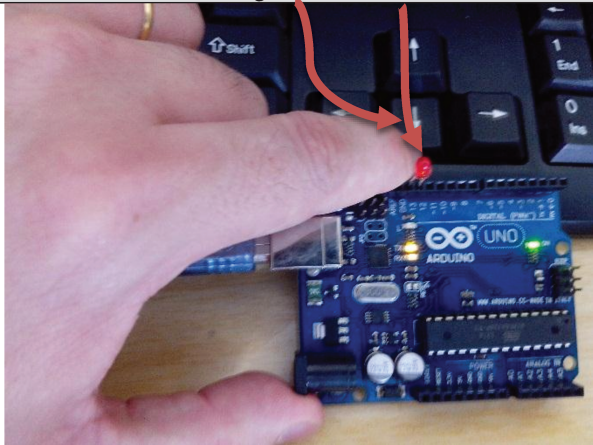
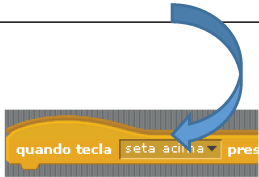
LED desligado, pronto para execução	
	
Ligando o LED	Desligando o LED
	

Tabela 8 Funcionamento do LED

Para uma complementação do conteúdo será criado mais um estudo de caso. Será aproveitado parte do primeiro estudo de caso, incluído um motor de passo criando um programa que acenderá e apagará um LED e um motor de passo através do teclado do computador, onde o professor poderá utilizar esta construção para a continuação da aula sobre Corrente Elétrica e seus Fenômenos.

Na Tabela 9, é exemplificado o desenvolvimento desta aula experimental.

Selecionando a Categoria	Arrastando o comando da área de blocos de comandos para a área de edição dos códigos	Edição das variáveis e/ou comandos
		

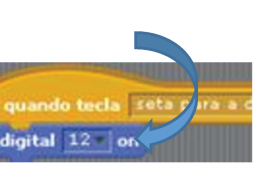
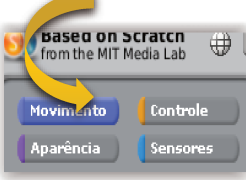
		-
		
		-
		
		
		
		

Tabela 9 Exemplo de um programa sendo desenvolvido no *Scratch for Arduino*

O estudo de caso elaborado na Tabela 9 representa um programa que ao ser pressionado a tecla para cima, irá ligar o LED que está conectado ao pino 13, ao pressionar a tecla para baixo irá desligar o LED. Ao pressionar a tecla para a direita irá ligar um motor de passo ligado ao pino 12 ao

pressionar a tecla para a esquerda irá desligar o motor. Um resumo desta execução é demonstrado na Figura 16.

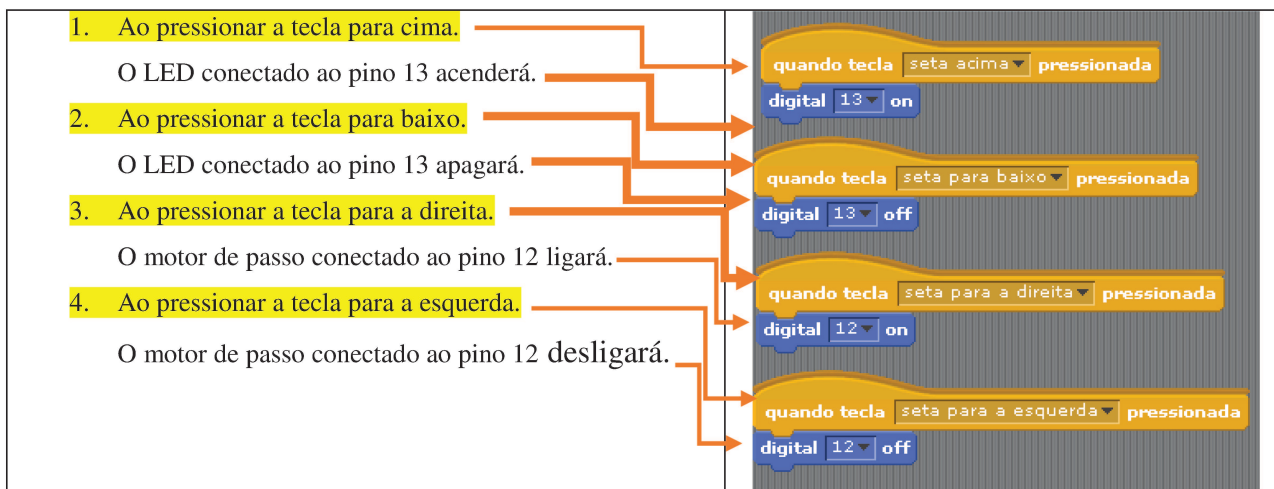


Figura 16 Explicação dos comandos executados na Tabela 6

É importante ressaltar que neste experimento está incluído um item a mais quando comparado aos anteriores. Este item é a inclusão do motor de passo.

Este motor foi retirado de uma impressora que estava quebrada, mas, seu motor se mantinha em perfeito funcionamento. Desta forma, como dito anteriormente, foi possível reutilizar peças de equipamentos eletroeletrônicos com o *Arduino*, o que possibilita a criação de experimento a baixo custo.

O resultado da montagem do LED e do motor de passo na placa *Arduino* é demonstrado na Tabela 10.

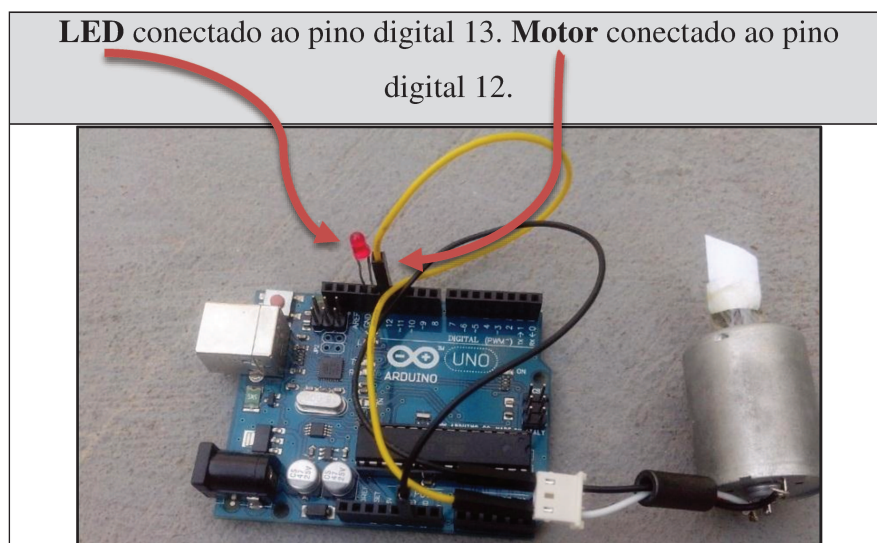


Tabela 10 Conexão do *Arduino*, LED e Motor de Passo

O resultado da execução dos comandos começando primeiro ligando o LED, depois desligando o LED e ligando o Motor e finalmente desligando o Motor é verificado na Tabela 11.

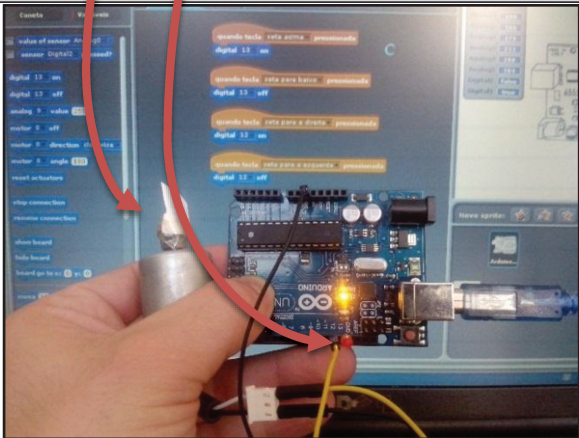
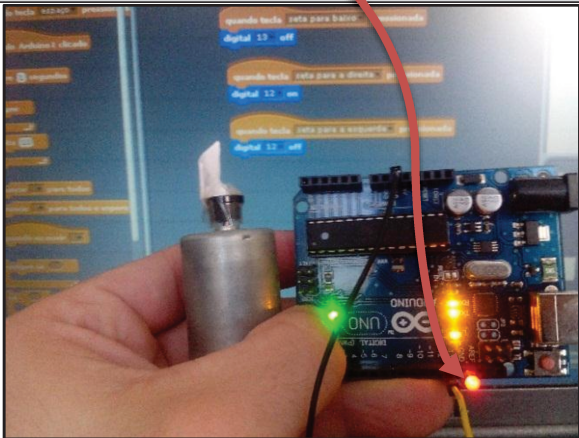
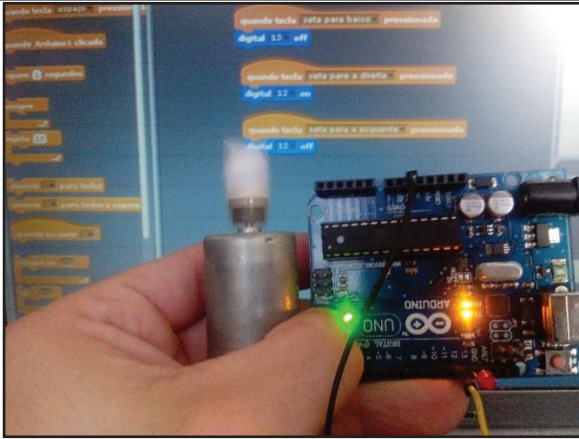
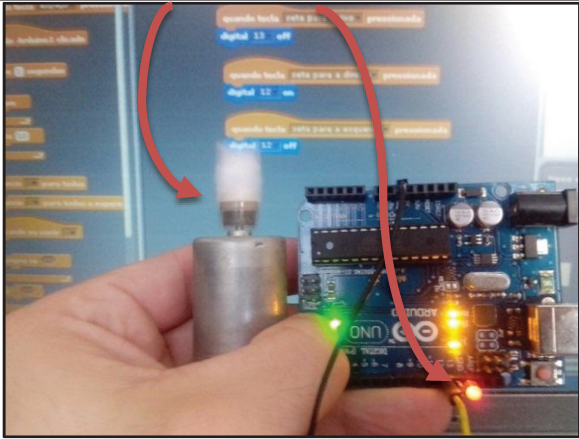
Motor e LED desligados, pronto para execução 	LED ligado 
Motor ligado 	Motor e LED ligados 

Tabela 11 Funcionamento do LED e do Motor de Passo

Observa-se então, que o *Scratch for Arduino*, amplia o poder de discussão sobre o tema a ser tratado, possibilita que o aluno interaja com conteúdo e além disso, crie seu experimento observando de forma prática a ação e reação do experimento.

O próximo estudo de caso será o desenvolvimento de uma aula experimental para servir como base para a explicação sobre o tema Lei de Ohm e Resistores - Circuitos Elétricos. Abaixo um plano de aula para o tema pode ser analisado no Quadro 7.

PLANO DE AULA
DADOS DE IDENTIFICAÇÃO: Disciplina: Física Ano: 3º Turma: A

Período: Manhã
TEMA: Lei de Ohm e Resistores - Circuitos Elétricos
OBJETIVOS: Apresentar o conceito sobre cálculo de resistência, fonte de tensão, corrente e resistor, diferença de potencial elétrico, lei de Ohm Objetivo geral: Calcular resistência e sua função em um circuito elétrico e a lei de Ohm. Objetivos específicos: Nível de conhecimento – associar, comparar, identificar. Nível de aplicação – demonstrar, empregar, dar um exemplo. Nível de solução de problemas – construir, concluir, debater.
CONTEÚDO: Conceito sobre reitores e suas características, sobre circuitos elétricos e cálculo sobre lei de Ohm.
DESENVOLVIMENTO DO TEMA: Serão apresentados aos alunos o tema, objetivos e a explicação quanto ao desenvolvimento do programa que irá auxiliar na explicação conceitual da disciplina. Para tanto será utilizado os comandos: - Digital – <i>on</i> - Digital – <i>off</i> - Quando tecla – pressionada - Se – senão - Sempre - Variável Criar um programa que ligue o LED conectado ao pino 13 e o sensor de luminosidade ao pino analógico 0 e o ao pressionar a tecla de espaço o sensor de luminosidade começa a capturar a luz do ambiente e ao ser coberto e diminuindo sua captura de luz o LED deve acender. Dica: Para poder acertar corretamente o valor que será passado para a variável da porta Analog0, é necessário fazer a leitura inicial para verificar seu valor. Se inicialmente estiver lendo 100, colocar como parâmetro para acender a LED 50, se estiver em inicial com 80 colocar como padrão 40 e assim por diante.
RECURSOS DIDÁTICOS: Quadro, <i>Datashow</i> , material didático e internet. <i>Arduino</i> , motor de passo, LED, sensor de luminosidade, <i>protoboard</i> resistor e conectores.
AVALIAÇÃO:

Formativa – gerar informações docentes sobre como se deu o desenvolvimento dos alunos na aula em questão, possibilitando assim que o professor avalie sua prática docente para assim analisar possíveis ajustes da didática às necessidades discentes.

Atividades – Proposta de aperfeiçoamento do programa criado pelos alunos para exemplificar de forma diferente os conceitos aprendidos.

CRITÉRIOS PARA CORREÇÃO DA AVALIAÇÃO E ATIVIDADES.

A base da avaliação é focada no Ciclo de Aprendizagem: imaginar, criar, praticar, compartilhar, refletir, imaginar em conjunção com o DERD descrição-execução-reflexão-depuração-descrição.

BIBLIOGRAFIA:

Material didático desenvolvido pelo professor e Livro de Física.

Material da comunidade *Scratch for Arduino* nacional e internacional.

Quadro 7 Plano de aula sobre lei de Ohm e Resistores - Circuitos Elétricos

Através desta atividade experimental poderão ser mediados, de forma prática os conceitos do tema a ser trabalhado pelo professor. Na Tabela 12 será exemplificada a criação de uma variável que será utilizada para atribuir o valor que o sensor de luminosidade estará capturando em tempo real.

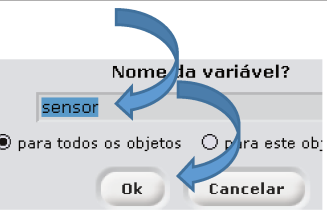
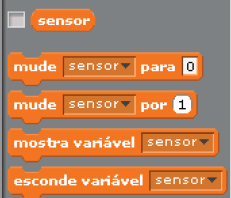
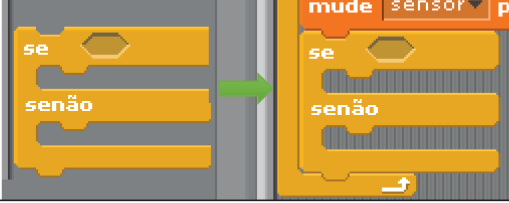
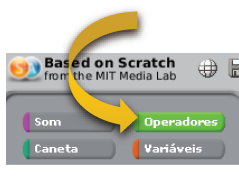
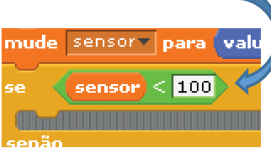
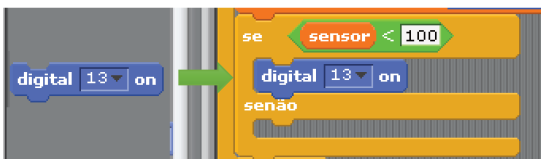
Selecionando a Categoria	Selecionando a opção para criar a variável	Criando a variável com o nome sensor	Como ficará o ambiente Categoria
			

Tabela 12 Criação da variável que será utilizado na construção do programa

Após a criação da variável, na Tabela 13, é exemplificado o desenvolvimento desta aula experimental.

Selecionando a Categoria	Arrastando o comando da área de blocos de comandos para a área de edição dos códigos	Visualização e edição das variáveis e/ou comandos
		-

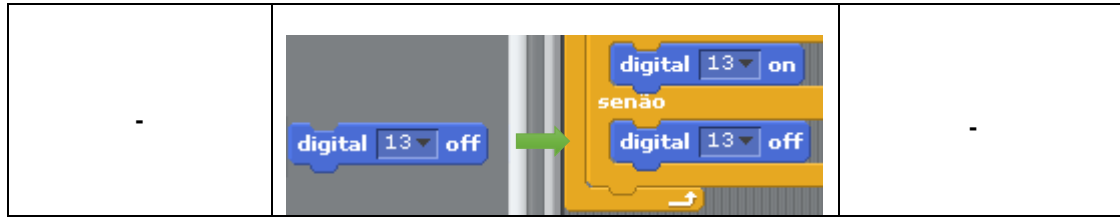


Tabela 13 Exemplo de um programa liga o LED por um sensor de luminosidade

O estudo de caso elaborado na Tabela 12 representa um programa que ao ser pressionado a tecla de espaço, inicia em um *loop* infinito na captura de fótons de luz pelo do sensor de luminosidade. Quando a captura de fótons fica menor que 100 o LED acende, quando maior que 100 o LED apaga. Como o sensor de luminosidade está conectado na porta Analog0 a leitura de quantos fótons o sensor de luminosidade está captando deve ser feita no canto superior direito da tela do *Scratch for Arduino*, conforme mostra a Figura 17.

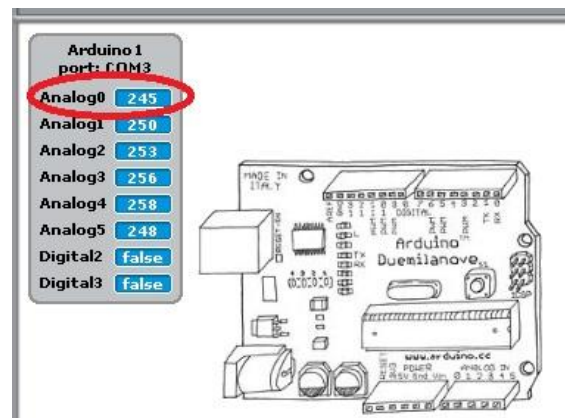


Figura 17 Ilustração de onde observar a leitura da porta Analog0

Na Figura 18 será apresentado um resumo da explicação dos comandos executados na Tabela 12.

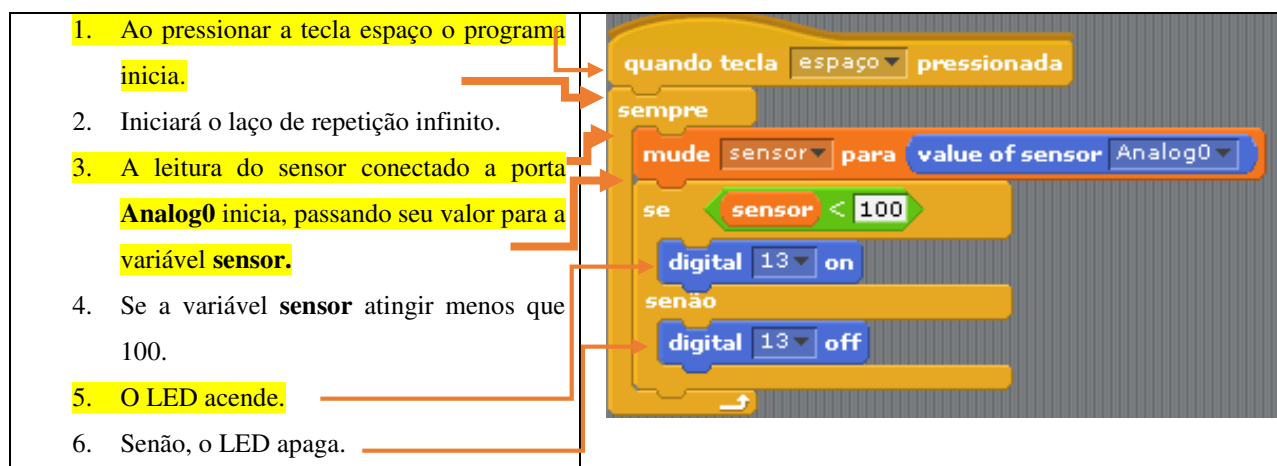


Figura 18 Explicação dos comandos executados na Tabela 12

O resultado da montagem do resistor, do sensor de luminosidade na *protoboard* e do LED na placa *Arduino* é demonstrada na Tabela 14.

LED conectado ao digital 13, Sensor de Luminosidade conectado ao Analog0 e Resistor.

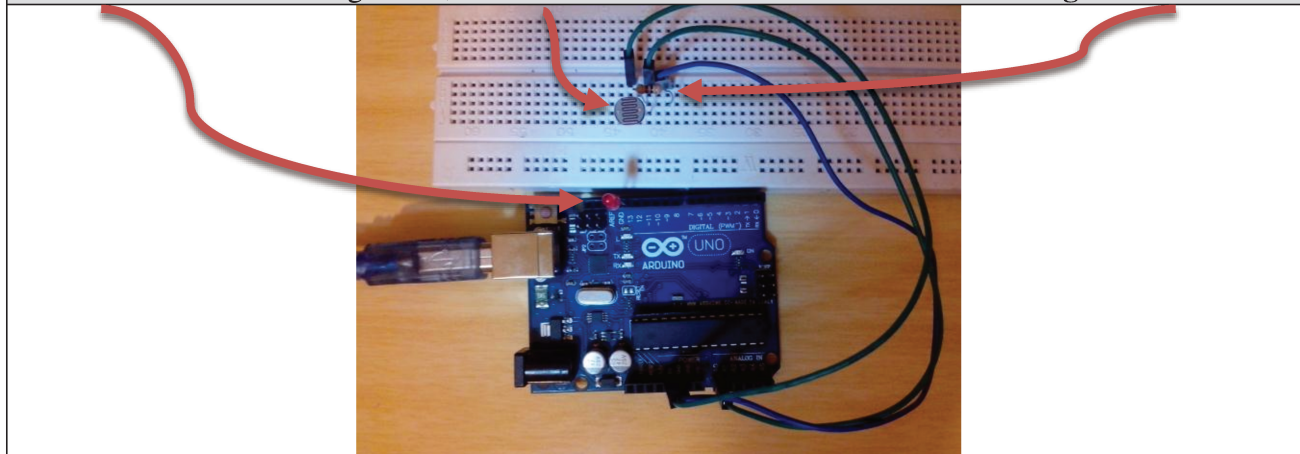


Tabela 14 LED no *Arduino* e sua conexão na *protoboard* com o sensor de luminosidade e resistor

Na Tabela 15, é possível observar que a porta Analog0 está com sua variável no valor de 122 no início da execução do programa.

Experimento pronto para execução. A porta **Analog0** está com a variável acima de 122.

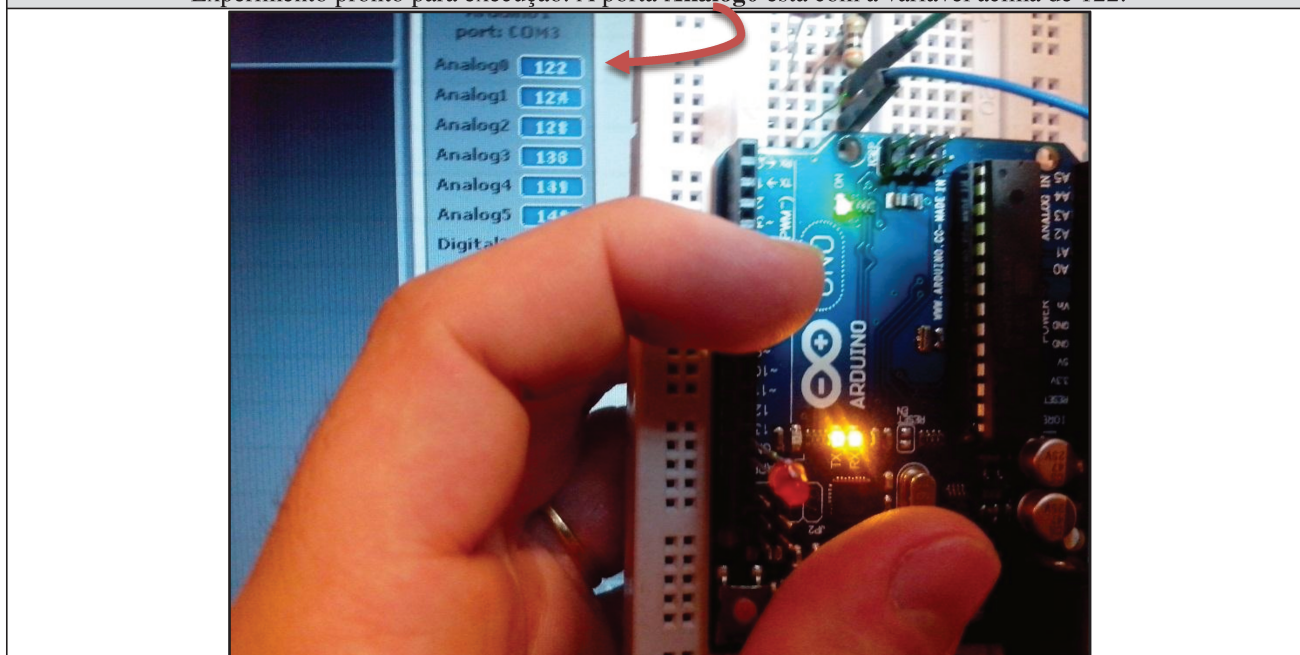


Tabela 15 Variável da porta Analog0

O resultado da execução dos comandos e da ação de cobrir o sensor de luminosidade para diminuir a incidência de luz sobre ele, para acender o LED e, posteriormente, expor o sensor à luminosidade, para aumentar a incidência de luz e apagar o LED, pode ser observado na Tabela 16.

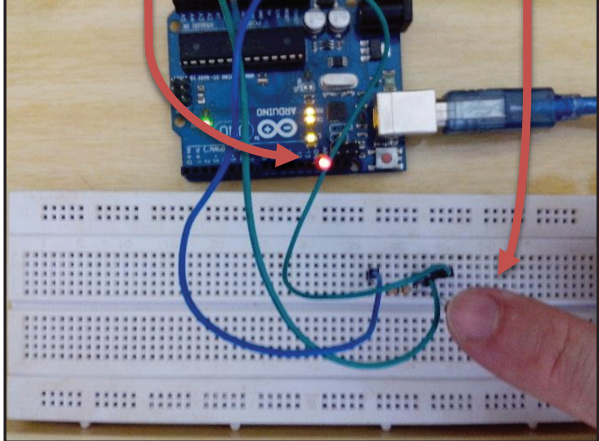
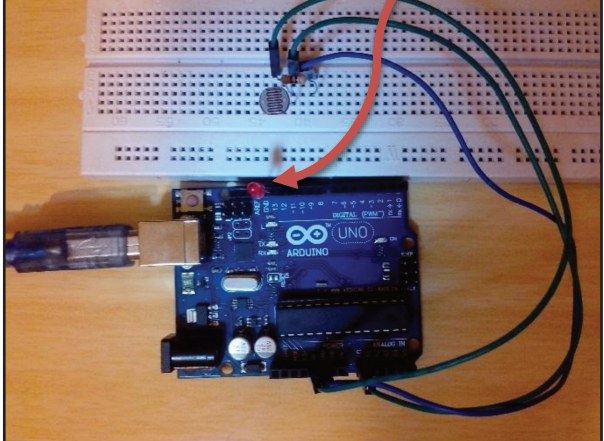
Ao cobrir o sensor de luminosidade com o dedo a porta Analog0 baixa a variável para menos que 100 e acende o LED	Ao tirar o dedo do sensor de luminosidade a porta Analog0 volta com sua variável superior a 100 e o LED apaga.
	

Tabela 16 Ligar e desligar o LED através do sensor de luminosidade

Através de um experimento simples, é possível trabalhar o conceito de Lei de Ohm e Resistores - Circuitos Elétricos, possibilitando aos alunos realizarem os cálculos e executar de forma prática e visual o conceito de resistência.

Desta forma, é possível desenvolver uma atividade criada pelo próprio aluno e através desta o professor obtém suporte para a explicação prática e teórica do tema tratado, com possibilidade de ampliar sua atividade para abranger o conteúdo como um todo.

CONCLUSÃO

Temos a tecnologia como elemento central na sociedade contemporânea, tendo em vista a influência que esta traz a todas as áreas do conhecimento sendo cada vez mais necessária para proporcionar agilidade das ações, encurtar a distância entre as pessoas, entre outras, o que acaba provocando transformações na forma de agir, de se relacionar e de se comunicar. Destaca-se que a educação é uma das áreas do conhecimento que, inevitavelmente, também sofreu estas mudanças, principalmente a disciplina de Física, tendo em vista a grande evolução de conhecimento e de tecnologia que a Física proporcionou. Mas, esta consolidação do uso da tecnologia como mediador do conhecimento, ainda busca afirmação e este trabalho, procurou, então, enfatizar esta demanda com foco na mudança de meio e método de ensino para a disciplina de Física do 3º ano do EM.

Este trabalho que iniciou com a discussão sobre a incorporação de instrumentos tecnológicos modernos que possibilitassem sua inclusão de forma lúdica, simples, com baixo custo ou gratuita, conseguiu, através da literatura chegar a três softwares o Logo, o *Scratch* e o *Scratch for Arduino*, sendo este último uma mistura de *software* e *hardware*. Na análise foi possível identificar que todos contemplam as características citadas, onde a escolhida foi a *Scratch for Arduino*, pois a programação da atividade vai além do computador o que possibilita a construção desenvolvida pelo aluno na forma virtual e também física através do *Arduino*.

Como as empresas estão investindo nesta área, foi possível destacar como meio comparativo com o *Scratch for Arduino* o *Lego Mindstorm* que é de propriedade da empresa Lego de nacionalidade Dinamarquesa e o *Modelix Robotics* desenvolvido pela empresa Leomar de nacionalidade brasileira. Essa comparação consolidou a escolha pelo *Scratch for Arduino*, devido ao baixo custo, tendo em vista que o *software Scratch* é livre e gratuito e o *Arduino* tem seu custo baseado somente na placa e seus componentes. Porém, no *Arduino* há a possibilidade de reutilização de componentes eletroeletrônicos que por ventura foram descartados, havendo então liberdade para a utilização de variados componentes, ou seja, não é uma forma fechada como um *kit*, pois oferece inclusive a possibilidade de reutilização de componentes. Essas características o diferem de seus concorrentes, tendo em vista que o *Lego Mindstorm* e o *Modelix Robotics* são vendidos como *kits* educacionais o que acaba inviabilizando o reuso ou a construção de aulas experimentais que fogem aos conteúdos de peças dos *kits*.

Após a escolha da tecnologia como instrumento tecnológico moderno a ser utilizado em sala de aula, foi possível constatar, durante a leitura dos PCNs seja do Ensino Médio, Ciências da Natureza Matemática e suas tecnologias e no PCN+ de Ciências da Natureza Matemática e suas

tecnologias que ambos os documentos tratam de forma importantíssima a necessidade de mudança de método e de inclusão de tecnologia em sala de aula para assim poder aproximar o conteúdo o máximo possível da realidade do aluno inclusive para poder desenvolver competências que são necessárias para o aluno do século XXI. Os PCNs enfatizam também a necessidade de trabalhar competências que desenvolvam a criatividade, a criticidade, o pensamento sistêmico e o trabalho em equipe.

Com a perspectiva de fazer uso da tecnologia como um método de ensino, foi possível identificar que é o método construcionista que desenvolve as competências tão citadas pelos PCNs e ainda possibilita que a mudança não seja feita somente no meio, mas, também no método de ensino para a incorporação de instrumentos tecnológicos modernos em sala de aula. Tendo em vista que o construcionismo enfoca justamente tal incorporação e que o professor seja o mediador do conhecimento para desenvolver o aprendizado no aluno ao invés de focar somente no ensino pelo ensino.

Foi possível, desta forma, contemplar o objetivo geral desta pesquisa, pois através do método construcionista e do *Scratch for Arduino*, foi possível apresentar uma proposta de método de ensino conjugada com o modelo DERD e o Ciclo do Aprendiz como suporte para a sua aplicação, bem como, servir como referência e base para a avaliação contínua e paralela da prática do professor e do aprendizado do aluno objetivando a inclusão de tecnologia digital em sala de aula possibilitando, assim, a mudança de meio e de método atendendo as diretrizes emanadas pelos PCNs.

Quanto ao objetivo específico de trabalhar de forma prática o *Scratch for Arduino* para a disciplina de Física do EM, foi possível desenvolver estudo de caso cujo foco foi o conteúdo da disciplina de Física do 3º ano do EM. Os estudos de casos foram formulados na perspectiva construcionista e utilizado como método avaliativo das atividades o DERD e o Ciclo do Aprendiz.

Observou-se que nos últimos cinco anos, tanto em publicações científicas em revistas especializadas na área de Física, quanto em eventos oficiais, o número de estudos sobre o tema *Scratch*, ou *Arduino* ou *Scratch for Arduino*, ou construcionismo são ainda muito tímidos, pois nos deparamos apenas com o total de 11 trabalhos. No XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física realizado em janeiro de 2015, houve 8 apresentações de trabalhos sobre o objeto de estudo deste trabalho, no entanto, todos tratavam da mudança de meio, mas, não da mudança de método.

Espera-se que este trabalho, que deixou evidente a existência de inúmeras possibilidades de conteúdos a serem estudados, por todo o conteúdo apresentado, seja um ponto inicial para fomentar as discussões em torno do tema: inclusão de tecnologia digital em sala de aula, método de ensino, e

método construcionista de ensino no âmbito geral das disciplinas que compõem a educação básica, principalmente, voltado para Física devido ao grande potencial identificado neste trabalho. Como por exemplo, estudar a aplicação prática, e analisar quais são/serão os impactos desta integração seja ela focada na disciplina de Física ou na integração com as disciplinas regulares do currículo escolar; desenvolvimento de conteúdo baseados no método construcionista e sua aplicação para uso do *Scratch for Arduino* na disciplina de Física.

BIBLIOGRAFIA

ACKERMANN, E. **Piaget's construtivism, Papert's constructionism: What's the difference?**. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2001. Disponível em: <[http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20 %20Papert.pdf](http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20%20Papert.pdf)>. Acesso em: 13 jul de 2015.

ALAVA, S. **Ciberespaço e formações abertas: rumo a novas práticas educacionais?**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ALMEIDA, M. E. **A informática educativa na usina ciência da UFAL**. In: SENINFE, 2, Maceió, 1991. Anais... Maceió: Nies/UFAL, 1991.

ALMEIDA, M. E. **Informática e formação de professores**. Brasília: ProInfo, vol I e II Secretaria de Educação a Distância – MEC, Brasília, 2000. 1 v. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me003148.pdf>>. Acesso em: 08 de sete= de 2015.

ARDUINO. **Credits**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/Credits>>. Acesso em: 13 jul de 2015.

BASTOS. B.; BORGES, M.; ABREU. J. D. **Scratch, Arduino e o construcionismo: ferramentas para a educação**. I STED – SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL DE ARAUCÁRIA. 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70 Ltda, 1977.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Persona, 1994.

BENAMATI, S.; LEDERER, A. L.; SINGH, M. **Changing information technology and information technology management**: Information & Management, v. 31, p. 275-288, 1997.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Curricular Comum**. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-apresentacao.pdf>>. Acesso em: 18 de jan de 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9394/96. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 11. ed. Brasília: Edições Câmara, 2015.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 05 de jun de 2015.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 01 de jun de 2015.

BRASIL. Secretaria da Educação Básica. **PCN+: Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias – Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria aos Métodos**. Porto: Porto Editora. 2010.

CANTÚ, E.; SANTOS, L. M. D. **Usando a linguagem scratch e a plataforma arduino para implementar uma abordagem metodológica baseada em aprender fazendo**. Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2013. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 2013.

CARNEIRO, R. F.; PASSOS, C. L. B. **A utilização das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de matemática: limites e possibilidades**. Revista Eletrônica de Educação, São Carlos, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/729/328>>. Acesso em: 15 jan 2016.

CITILAB. **S4A**. Disponível em: <<http://s4a.cat/>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

DALE, E. **Audio-Visual Methods in Teaching**. The Dryden Press. New York, 1969. Disponível em: <http://ocw.metu.edu.tr/file.php/118/dale_audio-visual_20methods_20in_20teaching_1_.pdf>. Acesso em: 03 fev 2016.

DEWEY, J. **Como pensamos**. 3. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1959.

EVANS, Martin. NOBLE, J. HOCHENBAUM, J. **Arduino em ação**. São Paulo: Novatec. 2013

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARUTTI, Selson; FERREIRA, Vera Lúcia. **Uso Das Tecnologias De Informação E Comunicação Na Educação**. Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, v.20, n.2, p. 355-372, jul./dez. 2015 - ISSN 1516-2664. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/revcesumar/article/view/3973/2712>>. Acesso em: 18 de fev de 2015.

Mellis, D. **O hardware em código aberto: depoiment**. 2009. São Paulo: INFO Exame. Entrevista concedida a Mauricio Grego. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/professional/tendencias/hardware-livre-leve-e-solto.shtml?2>>. Acesso em: 07 de jul de 2015 .

JUNIOR, L. A. F. **O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas**. 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação) – Faculdade de Tecnologia-Unicamp, Limeira, São Paulo.

KALIL, F.; HERNANDEZ, H.; ANTUNEZ, M.; OLIVEIRA, K.; FERRONATO, N.; SANTOS, M. R. S. **Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil**. TISE 2013. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 2013.

KAPTISA, P. **Experimento, teoria e prática: artigos e conferências**, Moscou, Ed. Mir, 1985.

KITS DE ROBÓTICA. **Modelix 411**. Disponível em: <<http://www.kitsderobotica.com.br/kit-de-robotica-modelix-i-log>>. Acesso em: 2 abr de 2016.

LEGO. **Lego Mindstorms**. Disponível em: <<http://www.lego.com/es-es/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313>>. Acesso em: 2 abr de 2016.

LEGO ZOOM. **Conjunto Lego**. Disponível em: <<http://zoom.education/produtos/conjunto-lego-mindstorms-education-ev3>>. Acesso em: 2 abr de 2016.

LÉVY, P. **O que é virtual?**. 34. Ed. Trad. Paulo Neves. São Paulo, 1996. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/arq_interface/6a_aula/o_que_e_o_virtual_-_levy.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.

LIMA, M. E. A. T. **Análise do discurso e/ou Análise de conteúdo**. Psicologia em Revista, Belo Horizonte, v. 9, n. 13, p. 76-88, jun. 200. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/psicologiaemrevista/article/view/166/179>>. Acesso em: 21 de fev de 2016.

LIMA, M. R. **Construcionismo de papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de São João Del Rei, Minas Gerais.

LITWIN, E. **Tecnologia educacional: Políticas, histórias e propostas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997

MALONEY, J.; BURD, L.; KAFAI, Y.; RUSK, N.; SILVERMAN, B. & RESNICK, M. (2004). **Scratch: A sneak preview**. In: Proceedings of the Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing, 29-30 janeiro, Washington, USA, pp. 104-109. Disponível em: <https://llk.media.mit.edu/papers/ScratchSneakPreview.pdf>>. Acesso em: 13 jul 2015.

MALTEMPI, M. V.; VALENTE, J. A. **Melhorando e diversificando a aprendizagem via programação de computadores**. 2000. In: International Conference on Engeneering and Computer Education - ICECE 2000. Proceedings. São Paulo. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/Publicacao/Maltempi-Valente-icece.pdf>>. Acesso em: 12 out 2015.

MALTEMPI, M. V. **novas tecnologias e construção de conhecimento: reflexões e perspectivas**. 2005. In: V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM). Porto, Portugal, 17 a 22 de jul. Anais em CD. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/publicac.html>>. Acesso em: 10 out. 2015.

MODELIX. **Sobre**. Disponível em: <http://www.leomar.com.br/modelix/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=25&Itemid=28&lang=pt>. Acesso em: 2 abr de 2016.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática**. Ed. rev. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática**. rev. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008. (Original de 1993)

PAPERT, S. **Logo: Computadores e educação**. Brasiliense, São Paulo, 1985. (Original de 1980)

PAPERT, S. **MINDSTORMS: Children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books Inc. Publishers, 1980. p. 230.

PEREZ, A. L. F.; DARÓS, R.R.; PUNTEL, F.E; VARGAS, S.R. **Uso da plataforma Arduino para o ensino e o aprendizado de robótica**. UFSC, 2013. Disponível em: <http://www.icbl-conference.org/proceedings/2013/papers/Contribution77_a.pdf> Acesso em: 01 jul 2015.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

RESNICK, M; MALONEY, J.; HERNANDEZ, A. M.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENAN, K.; MILLNER, A.; ROSEBAUM, A.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFAL, Y. **Scratch: programming for everyone**. Communications of the ACM (CACM). Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~mres/scratch/scratch-cacm.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

RESNICK, M. **Sowing the seeds for a more creative society**. Learning and Leading with Technology, 2007. ISTE (International Society for Technology in Education), 1.800.336.5191 (U.S. & Canada) or 1.541.302.3777 p. 18 – p. 22. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Learning-Leading-final.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

ROBOCORE: Kits Didáticos. Disponível em: <https://www.robocore.net/modules.php?name=GR_LojaVirtual&prod=105&gclid=COzTra_m8MsCFQxahgodo_QLtw>. Acesso em: 2 abr de 2016.

SAMPAIO, M. N.; LEITE, L. S. **Alfabetização tecnológica do professor**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

SANTOS, V.; CANDELORO, R. J. **Trabalhos acadêmicos: uma orientação para a pesquisa e normas técnicas**. Porto Alegre. AGE, 2006.

SANTOS, E. I. dos. CARVALHO, L. P de C. P. FERREIRA, N. C. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: Uma experiência em formação continuada**. 2004. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_atividadesexperimentaisd.trabalho.pdf>. Acesso em: 10 julho 2015.

SILVA, F. I.; SCHERER, D. **Praxedes: Protótipo de um kit educacional de robótica baseado na plataforma Arduino**. Revista EAD & Tecnologias Digitais na Educação. 2013.

SCAICO, P.; LIMA A.; SILVA, J.; AZEVEDO, S.; PAIVA, L. RAPOSO, E.; ALENCAR, Y.; MENDES, J. **Programação no ensino médio: Uma abordagem de ensino orientado ao design com Scratch**. In: XVIII Workshop de Informática na Escola, 17-18 de julho, Rio de Janeiro, Brasil. 2012. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2112/1878>>. Acesso em: 13 jul 2015.

SCRATCH. **Sobre o Scratch**. 2015. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu/about/>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

LOGO FOUNDATION. **Sobre o Logo**. 2015. <<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

SILVA, G. C.. **Tecnologia, educação e tecnocentrismo: as contribuições de Álvaro Vieira Pinto**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v.94, n.238, p.839-857, set./dez., 2013. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br/index.php/RBEP/article/viewFile/2668/1965>>. Acesso em: 15 jan 2016.

SOUSA, J. M.; FINO, C. N. **As TIC abrindo caminho a um novo paradigma educacional**. 2001. in Actas do VI Congresso galaico-português de Psicopedagogia. I Volume (pp. 371 – 381). Braga: Universidade do Minho. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/9.pdf>>. Acesso em: 20 out 2015.

SOUZA, M. I. F.. **Modelo de produção de microconteúdo educacional para ambientes virtuais de aprendizagem com mobilidade**. 2013. 133 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução À Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Editora Atlas, 1987

TURRINI, C. D. **O roteiro nas produções de vídeo digital: Práticas inovadoras no ensino de língua portuguesa**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação) -. Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas.

TELLES, J. A. “É pesquisa é? Ah, não quero, não, bem!”: **Sobre pesquisa acadêmica e sua relação com a prática do professor de línguas**. Revista Eletrônica Linguagem & Ensino, Assis, v. 5, n.2, 2002, p. 91-116, 2002. Disponível em: <<http://rle.ucpel.edu.br/index.php/rle/article/viewFile/238/205>>. Acesso em: 15 jan 2016.

VALENTE, J. A. **Análise dos diferentes tipos de softwares usados na Educação**. In: Valente, J.A. (org). **O computador na sociedade do conhecimento**. Ed. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999. Disponível em: <http://www.nuted.ufrgs.br/edu3375_2009_2/links/semana_3/analise_soft.pdf>. Acesso em: 12 out 2015.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. 1. ed. Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED/UNICAMP. Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP. 2000.

VALENTE, J. A. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo**. Manuscrito não publicado, Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied), Universidade Estadual de Campinas, 1997.

VALENTE, J. A. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. 1. ed. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VALENTE, J. A. **O Professor no ambiente logo: formação e atuação**. Campinas, SP. UNICAMP/NIED, 1995. Disponível em:

<<http://www.nied.unicamp.br/?q=system/files/O%20Professor%20no%20Ambiente%20Logo.pdf>>.
Acesso em: 08 set. 2015.

VALENTE, J. A. **Por quê o Computador na Educação?**. 1993. Disponível em:
<http://www.ich.pucminas.br/pged/db/wq/wq1_LE/local/txtie9doc.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.