



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E
TECNOLÓGICA
CURSO DE MESTRADO

HEITOR FELIPE DA SILVA

ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO
FOMENTADOR DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ALUNOS DA
REDE PÚBLICA DE ENSINO NA CIDADE DO RECIFE

Recife

2018

HEITOR FELIPE DA SILVA

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO
FOMENTADOR DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ALUNOS DA
REDE PÚBLICA DE ENSINO NA CIDADE DO RECIFE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática e Tecnológica.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Beatriz
Carvalho

RECIFE

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Katia Tavares, CRB-4/1431

S586r Silva, Heitor Felipe da.
Robótica educacional como recurso pedagógico fomentador do letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade do Recife/ Heitor Felipe da Silva. – Recife, 2018.
127 f : il. ; 30 cm.

Orientadora: Ana Beatriz Carvalho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE.
Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, 2018.
Inclui Referências e Apêndices.

1. Tecnologia educacional. 2. Robótica. 3. Letramento digital. 4. UFPE - Pós-graduação. I. Carvalho, Ana Beatriz. II. Título.

371.33 CDD (22. ed.) UFPE (CE2018-52)

Heitor Felipe da Silva

**Robótica Educacional como recurso pedagógico fomentador do
letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade
do Recife**

Comissão Examinadora

1º Examinador/ Orientador

Profa. Dra. Ana Beatriz Gomes Carvalho - UFPE

2º Examinador/Interno

Prof. Dr. Marcelo Sabbatini - UFPE

3º Examinador/Externo

Prof. Dr. Danilo Rodrigues Cesar - UFTM

Aprovado em 22/03/2018

Recife

2018

Aos meus pais, irmãos e amigos que acreditaram, me incentivaram e me apoiaram, tornando possível a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao escrever este texto, sinto um misto de alívio e apreensão. Muitas lembranças boas e logo uma saudade vêm me visitar. Toda essa fase foi um processo de descobertas e crescimento, da qual sou imensamente grato à toda contribuição que eu recebi.

Primeiramente agradeço aos meus pais que sempre foram os meus primeiros incentivadores do meu progresso na busca pelo conhecimento e, principalmente, a minha mãe que sempre me lembrou para eu ter confiança e persistência.

É difícil, e/ou delicado, fazer agradecimentos especiais pois, cada agradecimento citado aqui vem de um sentimento muito grande.

Agradeço ao destino por ter me apresentado o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica e, auxiliado pelo meu esforço, ter me permitido ingressar e poder dizer que faço parte do EDUMATEC.

Antes de conhecer os colegas, amigos e demais professores, tive o imenso prazer de conhecer aquela que seria a minha orientadora: A professora doutora Ana Beatriz Carvalho. Sinto-me lisonjeado em ter sido orientado por ela e ter conhecido uma mulher tão “arretada” como só Ana consegue ser. Ana, muito obrigado pelo seu voto de confiança, pelas suas palavras, acompanhamento, disponibilidade e sua energia positiva que traz um bem enorme.

Aos professores Sérgio Abranches, Thelma Panerai, Maria Auxiliadora, Patrícia Smith, Marcelo Sabbatini, Liliane Carvalho, Walquíria Castelo Branco, Verônica Gitirana, Paulo Figueiredo, Paula Baltar, Gilda Guimarães, Franck Bellemain, Cristiane Pessoa, Carlos Monteiro e Ana Selva.

Aos servidores da secretaria do EDUMATEC, em especial a Clara e Mário e a bibliotecária do Centro de Educação, Kátia.

Aos colegas de turma, pela união, conselhos, ajudas, risos e descobertas. Obrigado Carla Cristina, Cesário, Anaelize, Luanna, Hay Saldanha, Gabriella Karolline, Roberta Cardoso, Roberto, Marcel, Marciel, Jaime, Larisse, Ewellen, Mayra, Amanda, Ewerton, Ana Catarina, Anna Priscila, Adeilsa, Arlam, Demettrius,

Juscelândia, Thiago e Simone. E também aqueles que contribuíram com suas observações nos Seminários de Pesquisa.

Quero expressar minha gratidão ao professor Fernando Quadros que, desde o momento que o conheci na apresentação do seu trabalho com os seus alunos na Mostra Nacional de Robótica de 2016, se mostrou muito solícito e disponível a contribuir com esta pesquisa. Também agradeço à EREM Senador Paulo Pessoa Guerra por ter colaborado com a realização deste trabalho.

Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que se adquira um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim, ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar exato em relação a seus próximos e à comunidade. Os excessos do sistema de competição e de especialização prematura, sob o falacioso pretexto da eficácia, assassinam o espírito, impossibilitam qualquer vida cultural e chegam a suprimir os progressos nas ciências do futuro. É preciso, enfim, tendo em vista a realização de uma educação perfeita, desenvolver o espírito crítico na inteligência do jovem.

(EINSTEIN, 1953).

RESUMO

A inserção das tecnologias da informação e comunicação nos processos de ensino e aprendizagem proporcionou mudanças na mediação realizada pelo professor nas formas de abordagem de conteúdos curriculares. Para investigar a inserção das tecnologias na realidade escolar, optou-se pelo trabalho realizado com a Robótica Pedagógica como recurso fomentador de Ciência e Tecnologia para o Letramento Científico de alunos do Ensino Médio de uma Escola de Referência localizada na cidade do Recife. Para tanto, buscou-se verificar como a robótica foi inserida na realidade escolar desses alunos e quais ações eram realizadas com o objetivo de trabalhar a educação científica e alcançar um bom Letramento Científico desses estudantes. Sendo assim, buscou-se categorizar o Letramento Científico do grupo de alunos que participou da pesquisa, de acordo com a categorização do Letramento Científico definida por Ogunkola (2013). A pesquisa proposta apresenta uma abordagem qualitativa e se insere no campo da pesquisa exploratória. Acerca dos procedimentos adotados na sua execução, este trabalho se caracteriza como uma pesquisa de observação participante. Pode-se observar, nesta investigação, que a Robótica Pedagógica atende aos vários elementos que compõe os objetivos propostos para a educação científica, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, e influenciam de forma direta o Letramento Científico dos alunos e alunas envolvidos nas atividades realizadas com a robótica. Entretanto, algumas limitações são impostas quando o trabalho é planejado de forma não orientada à interdisciplinaridade e compromete a abordagem de elementos da cultura científica.

Palavras-chave: Robótica pedagógica. Robótica educacional. Letramento científico.

ABSTRACT

The insertion of information and communication technologies in the teaching and learning processes provided changes in teacher mediation in curriculum content approaches. When investigating the insertion of educational technologies into the school reality, this research was chosen to investigate the work carried out with Pedagogical Robotics as an educational tool which promotes Science and Technology for the Scientific Literacy of High School students of a Reference School located in the city of Recife. In order to do so, we sought to verify how robotics was inserted in the school reality of these students and which actions were taken in order to work on scientific education and attain a good Scientific Literacy of these students. Thus, we sought to categorize the Scientific Literacy of the group of students who participated in the research, according to the categorization of Scientific Literacy defined by Ogunkola (2013). The proposed research presents a qualitative approach and is inserted in the field of exploratory research. Regarding the procedures adopted in its execution, this work is characterized as a participant observation research. It can be observed in this investigation that Pedagogical Robotics addresses the various elements that make up the objectives proposed for scientific education, according to the National Curricular Parameters, and directly influence the Scientific Literacy of the students involved in the activities carried out with robotics. However, some limitations are imposed when the work is planned in a way not oriented to interdisciplinarity and compromises the approach of elements of scientific culture.

Keywords: Pedagogical robotics. Educational robotics. Scientific literacy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Robô de DaVinci.	52
Figura 2- Unimate.....	52
Figura 3 - Evolução da linha Lego Mindstorms.	62
Figura 4 - Material de apoio LegoZoom	65
Figura 5 - Material de apoio pedagógico Lego Zoom com instruções de montagem do robô	65
Figura 6 - Separação do material e montagem os carrinhos.....	88
Figura 7 - Competição de carrinhos.....	88
Figura 8 - Kits Lego NXT	92
Figura 9 - Revista LegoZoom.....	92
Figura 10 - Futebol de robôs	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dimensões do Letramento Científico	47
Quadro 2 - Características das Dimensões 1 e 2 do Letramento Científico segundo Ogunkola (2013).	84
Quadro 3 - Percepções sobre C&T	107
Quadro 4 - Impressões sobre a Ciência e suas contribuições.	127

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CeT	Ciência e Tecnologia
EREM	Escola de Referência de Ensino Médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LC	Letramento Científico
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programme for International Student Assessment (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes)
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
RE	Robótica Educacional
RP	Robótica Pedagógica
RPL	Robótica Pedagógica Livre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	LETRAMENTO CIENTÍFICO	20
2.1	O QUE É CIÊNCIA?	20
2.2	TÉCNICA OU TECNOLOGIA?	21
2.3	O QUE É LETRAMENTO?	24
2.4	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	26
2.5	VOCABULÁRIO CIENTÍFICO.....	31
2.6	CONHECIMENTO CIENTÍFICO	34
2.7	LETRAMENTO CIENTÍFICO E CIDADANIA	37
2.8	LETRAMENTO CIENTÍFICO E O ENSINO	40
2.9	CATEGORIZAÇÃO DO LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	45
3	ROBÓTICA EDUCACIONAL	50
3.1	O QUE É UM ROBÔ?.....	50
3.2	BREVE HISTÓRICO DA ROBÓTICA: DO SURGIMENTO À INDÚSTRIA ..	50
3.3	ROBÓTICA PEDAGÓGICA OU ROBÓTICA EDUCACIONAL?	53
3.3.1	Teorias que apoiam a robótica educacional	54
3.3.2	Jean Piaget e a teoria construtivista.....	56
3.3.3	Seymour Papert e o Construcionismo: aprender fazendo	57
3.3.3.1	As origens do projeto logo.....	59
3.4	ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE OU PROPRIETÁRIA?.....	62
3.4	A ADOÇÃO DA ROBÓTICA PEDAGÓGICA NA REDE PÚBLICA DE ENSINO DE PERNAMBUCO	65
4	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA.....	68
4.1	PROTOCOLO DO MAPEAMENTO.....	69
4.1.1	Objetivo	69
4.1.2	Formulação da questão da pesquisa.....	69
4.1.3	Estratégias de busca e seleção dos estudos preliminares	70
4.1.4	Idioma.....	70
4.1.5	Período.....	70
4.1.6	Identificação (ID)	70
4.1.7	String de busca	70
4.1.8	Critérios de inclusão.....	70

4.1.9	Critérios de Exclusão.....	71
4.1.10	Elemento de avaliação	71
4.2	SELEÇÃO DOS RESULTADOS.....	71
4.2.1	Seleção preliminar	71
4.2.2	Seleção final	71
4.3	SUMARIZAÇÃO DOS RESULTADOS.....	71
4.4	ANÁLISE DOS TRABALHOS	72
4.5	RESULTADO E DISCUSSÃO	77
5	PERCURSO METODOLÓGICO.....	78
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO	80
5.2	COLETA DE DADOS.....	82
5.3	ANÁLISE DOS DADOS	83
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	86
6.1	OBSERVAÇÃO PILOTO.....	86
6.2	QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	96
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
	REFERÊNCIAS	116
	Apêndice A – Questionário para Avaliação de Letramento Científico.....	123
	Apêndice B – Gabarito.....	125
	Apêndice C – Quadro: Impressões sobre a Ciência e suas contribuições....	127

1. INTRODUÇÃO

A constante produção de informações e introdução de novas tecnologias em diversas áreas da sociedade tem alterado as relações de convívio humano, sejam elas entre os próprios indivíduos ou com o ambiente no qual estão inseridos, independente da sua escala. "A Ciência é o melhor caminho para se entender o mundo. O conhecimento científico é o capital mais importante do mundo civilizado" (ROITMAN, I. 2007, p. 7). Os instrumentos e seus recursos que foram desenvolvidos graças ao advento tecnológico, antes de tudo, precisaram de capital humano qualificado para poder transformar as informações que lhes foram disponibilizadas em conhecimento, ciência e tecnologia.

Quando entendida como um conjunto de ferramentas que informam sobre o uso da ciência e tecnologia para que as pessoas transformem esse conhecimento em benefício próprio, a educação pode ser compreendida como o passo inicial para a melhoria das sociedades. A sua utilização leva os indivíduos a um pensamento crítico e independente, e assim conseguem chegar ao uso do conhecimento científico para galgar o aperfeiçoamento pessoal, social e global (SILVA e CARVALHO, 2016, p. 4).

Ao longo das mudanças ocorridas na sociedade como consequência do processo de modernização tecnológica, os processos de ensino também sofreram alterações. O professor não possui mais uma postura de repositório de conhecimento em uma transferência linear do saber. Ele se tornou aprendiz e consultor do processo de construção do conhecimento. De acordo com Young

(...) essa nova postura imprime qualidade diferenciada no processo de aprendizagem, permitindo outras formas de colaboração entre educador e educando, bem como maior sociabilização do aluno – caminho para a construção da cidadania (2004, p. 196).

Para Roitman (2007), é imprescindível que a sociedade possa compreender a importância que a ciência tem na vida cotidiana e complementa que, no campo educacional, a educação científica

(...) desenvolve habilidades, define conceitos e conhecimentos estimulando a criança a observar, questionar, investigar e entender de maneira lógica os seres vivos, o meio em que vivem e os eventos do dia a dia (ROITMAN, 2007, p.8).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (2000) chamam a atenção para a questão do tratamento interdisciplinar dada

ao aprendizado científico e matemático, apontando que o trabalho interdisciplinar não cancela ou tampouco dissolve a disciplinaridade do conhecimento e que o grau de especificidade presente neste ensino científico se adequa melhor aos alunos do Ensino Médio, dando destaque a interdisciplinaridade que pode ser encontrada na disciplina de Física.

A Física, por sistematizar propriedades gerais da matéria, de certa forma como a Matemática, que é sua principal linguagem, também fornece instrumentos e linguagens que são naturalmente incorporados pelas demais ciências (BRASIL, 2000, p. 10).

Esse conhecimento acerca das Ciências Naturais que é trazido pela Física, compõe um instrumento tecnológico que se incorpora à cultura e torna-se responsável pela formação cidadã contemporânea (BRASIL, 2000). Sendo assim, espera-se que o ensino de Física nas Escolas de Ensino Médio favoreça a formação da cultura científica do aluno, o tornando capacitado a interpretar fatos, fenômenos e processos naturais, e a relação que o homem possui ao interferir nestas interações.

Para que tal objetivo seja alcançado, recorrem-se às práticas que favoreçam a capacidade de se aplicar o conhecimento científico na identificação de questões, explicação de conhecimentos científicos, assim como a distinção do que é científico daquilo que não é científico, através das conclusões obtidas tendo como base as evidências sobre questões científicas. À esta capacidade de aplicar os conhecimentos científicos no cotidiano para se “ler o mundo” (FREIRE, 1971), é dado o nome de Letramento Científico.

O Letramento Científico (LC) tem como objetivo o entendimento da ciência e a sua utilização em situações do cotidiano que podem ser: a leitura de uma bula de remédio, dados de uma conta de energia elétrica (como os gráficos), a tomada de decisão sobre a construção de uma usina energética (os impactos que uma hidrelétrica ou uma usina nuclear pode trazer à população e ao meio ambiente), etc.

Seguindo a corrente da formação dos jovens para as competências exigidas para o século XXI, que visam o preparo das alunas e dos alunos para a vida acadêmica, profissional, pessoal e em comunidade, algumas instituições de ensino têm buscado na Robótica Pedagógica (RP) soluções que trabalhem essas capacidades que transcendem as expectativas de aprendizado relacionadas a

conteúdos acadêmicos e podem estar presentes nas rotinas de todas as disciplinas escolares (PORVIR, 2015).

O estado de Pernambuco é pioneiro no Brasil na adoção da RP em grande escala nas escolas de Ensino Médio. Em parceria com a Lego Zoom, o Governo do Estado de Pernambuco fechou um acordo, no ano de 2012, para adquirir 3200 kits de robótica para um total de 320 mil alunos¹. De acordo com o presidente da Lego Zoom, Marcos Wesley, a metodologia trabalhada com o uso desses kits de robótica “estimula o trabalho em equipe, o desenvolvimento da criatividade e principalmente a resolução de problemas. É esse indivíduo que vai ser procurado no mercado de trabalho, porque ele terá as competências do século 21².”

Na justificativa para o uso da robótica, especificamente dos Kits Lego Zoom, um sistema proprietário com custo bastante elevados, os argumentos estão relacionados com a metodologia do "aprender fazendo", através do "uso de soluções educacionais para o desenvolvimento integral de crianças e jovens"³. Porém, o desenvolvimento das competências no campo da ciência e tecnologia ou a construção do letramento científico não são mencionadas entre as justificativas apresentadas para a aquisição e uso da robótica nas escolas.

Observando o contexto apresentado até aqui, chegou-se ao seguinte problema da pesquisa:

Como se classifica o Letramento Científico dos alunos de Ensino Médio da rede pública de ensino de Pernambuco, dentro das dimensões do Letramento Científico trabalhadas por Ogunkola, após a inserção da Robótica Educacional como recurso pedagógico?

Através da questão apresentada anteriormente, chegamos ao seguinte objetivo geral:

1 Secretário de Educação prestigia encerramento da capacitação da Lego Zoom. Secretaria de educação. 12 de março de 2012. Disponível em: <<http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=37&art=365>>.

2 Secretário de Educação prestigia encerramento da capacitação da Lego Zoom. Secretaria de educação. 12 de março de 2012. Disponível em: <<http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=37&art=365>>. Acesso em 04 de abril de 2016.

3 Zoom Education for Life. Saiba um pouco mais dos nossos 21 anos de experiência ajudando a mudar o mundo por meio da educação. Disponível em <<http://zoom.education/sobre/>>. Acesso em 04 de janeiro de 2018.

- Analisar a influência da Robótica Pedagógica, no processo de letramento científico, em alunos do ensino médio, de uma escola da rede estadual de ensino situada na cidade do Recife.

E trazemos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar iniciativas que utilizam a robótica educacional para o aprendizado científico;
- Verificar se essas iniciativas resultam na produção de trabalhos compartilhados com a comunidade escolar;
- Analisar se os estudantes que participam dessas ações se classificam na dimensão do Letramento Científico Funcional, de acordo com as definições de Ogunkola (2013);

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- capítulo 1: Introdução;
- capítulo 2: Letramento Científico. Este capítulo trata das definições sobre ciência, técnica e tecnologia; e discute as definições dadas ao Letramento Científico e à Alfabetização Científica, os conceitos que divergem e convergem quando se tratam deste assunto, assim como a relação que o Letramento Científico possui com a disciplina de Física e a sua importância na formação cidadã;
- capítulo 3: Robótica Educacional. Neste capítulo é introduzido um pequeno histórico sobre o surgimento da robótica até o que hoje é conhecido como a Robótica Pedagógica. São apontadas as teorias que são trabalhadas no contexto da RP e apresentada a diferenciação entre a Robótica Pedagógica Livre e a Robótica Pedagógica Proprietária. Por fim, é apresentado um texto que fala sobre a adoção da RP pelas escolas de Ensino Médio da Rede Pública de Ensino do Estado de Pernambuco;
- capítulo 4: Mapeamento Sistemático da Literatura. Um mapeamento sistemático foi realizado para que fossem analisados os trabalhos apresentados no intervalo de 2010 até 2017 que abordassem a democratização do conhecimento e o Letramento Científico através de propostas educacionais que trabalham com a RP;

- capítulo 5: Percurso Metodológico. Este capítulo detalha o percurso metodológico da pesquisa. Apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para a coleta de dados, procedimentos para a análise dos dados coletados, assim como detalha outras características da pesquisa;
- capítulo 6: Análise e Discussão dos Dados. Neste capítulo são apresentados os dados coletados através da análise realizada sob os procedimentos metodológicos discutidos no capítulo 5. Esta seção apresenta a rica discussão sobre os resultados obtidos nesta pesquisa;
- capítulo 7: Considerações Finais. Nesta última seção é apresentada uma recapitulação sintética de partes relevantes do trabalho, acompanhadas de observações correspondentes às relações entre os objetivos propostos e os objetivos alcançados. Por fim, novas questões de pesquisa são levantadas com o intuito de dar continuidade a este trabalho.

2. LETRAMENTO CIENTÍFICO

2.1 O QUE É CIÊNCIA?

Iniciemos nossa reflexão falando sobre o que é conhecimento. De acordo com Mbarga e Fleury (2010) podemos definir o conhecimento como o agrupamento de informações obtidas através da experimentação ou introspecção. Sua origem deriva do latim *scientia*, que significa especificamente conhecimento. Sua organização repousa sobre a organização de fatos estruturados e objetivos, interligados a um conjunto de técnicas e métodos conhecidos como Ciência (MBARGA & FLEURY, 2010).

Diremos, para nossos propósitos, que ciência é um conjunto de conhecimentos críticos generalizantes, (...) que busca entender o mundo em que vivemos (incluindo o próprio homem), ou seja, a realidade, em qualquer nível. (MAGALHÃES, 2005, p.88).

Tomar a ciência como um conjunto de conhecimentos críticos implica aceitá-la como um saber em contínua transformação— uma vez que ela traz indagações sobre o mundo natural e a veracidade ou falseabilidade de tudo que está contido neste mundo, e não aceita conhecimentos que se fundamentam em hipóteses não verificáveis através de procedimentos não replicáveis.

A ciência possui característica demonstrativa e uma de suas formas de abordagem se dá através da demonstração sob o uso de argumentos claros, objetivos e completos.

Na ciência, a sistematização é diferente. Se a arte é uma questão de gosto, a ciência é o esforço de produzir uma descrição verdadeira da natureza. Aqui, sistematizar significa aprofundar, pesar, medir, cronometrar, argumentar, racionalizar e construir logicamente, rejeitando o subjetivismo, deixando de lado as preferências pessoais e mantendo o sujeito fora de questão (MBARGA & FLEURY, 2010, p. 94).

As etapas ou passos que compõe o processo científico, na ciência moderna, para a construção do conhecimento são (MBARGA & FLEURY, 2010):

1. observação: etapa constituída pela observação minuciosa dos fatos, não permitindo a influência de opiniões pessoais, especulações e conhecimentos prévios, crenças, preconceitos e expectativas. Busca a formulação de perguntas lógicas e a proposição de hipóteses;

2. experimentos: na experimentação, os fatos são checados ao longo de cada experimento sob a utilização de métodos e ferramentas apropriados. Tem como objetivo verificar a precisão das observações e validar as relações entre as observações e os fatos observados;
3. explicação: a explicação se dá através de observações prévias e contraditórias (apenas se houver), explicações de causa e efeito e verificação de falhas argumentativas;
4. generalização e previsão: nesta etapa, após o cientista observar uma certa quantidade de fatos descobertos ele pode partir para a generalização ou indução das observações, sob a aceitação que tais fatos e/ou fenômenos observados descrevem a realidade. Assim, novas leis e teorias para situações semelhantes podem ser estabelecidas.

Seja no auxílio ou como parte integrante da ciência, a tecnologia fornece à ciência, entre outras coisas, o rigor e a exatidão na manipulação e domínio nos resultados de suas descobertas. Na seção a seguir, serão discutidas as definições acerca de técnica e tecnologia e as suas relações com a educação tecnológica.

2.2 TÉCNICA OU TECNOLOGIA?

A técnica também pode ser compreendida como um importante fator presente na relação entre o homem e o meio, e pode ser entendida como o aparato instrumental e social a partir do qual ele produz e transforma espaços naturais e sociais (SANTOS, 2006).

Propõe-se a compreensão de técnica, em sentido geral, como sendo a própria ação ou atividade prática, enquanto aplicação de um conhecimento, ao passo que tecnologia é a possibilidade, sobretudo, de propiciar o desenvolvimento tecnológico, em que a própria ciência tornou possível ampliar o seu conhecimento a partir da tecnologia, permitindo que o homem comum reflita sobre o êxito e o triunfo da ciência (RUI, 2012, p. 73).

O constante uso do raciocínio, dentre outros esforços para suprir as nossas necessidades, garantiu à espécie humana o desenvolvimento de conhecimentos científicos que passaram a ser elaborados, postos em prática e levaram a origem de equipamentos, métodos e ferramentas— em outras palavras- ao desenvolvimento das primeiras tecnologias.

“A tecnologia refere-se a arranjos materiais e sociais que envolvem processos físicos e organizacionais, referidos ao conhecimento científico aplicável” (OLIVEIRA, 2006, p.1).

A relação entre tecnologia e ciência pode se fazer presente em diversos períodos da história da humanidade, e algumas características dessa relação não mudaram— como o fato de grandes países terem a preocupação de se manterem em constante atualização e ampliação dos seus domínios tecnológicos para despontar de privilégios políticos e econômicos.

“Ciência e tecnologia não são neutras, pois refletem as contradições das sociedades que as engendram, tanto em suas organizações quanto em suas aplicações. Na realidade, são formas de poder e de dominação entre grupos humanos e de controle da natureza.” (LARANJA; SIMÕES & FONTES, 1997, p.23 *apud* SILVEIRA & BAZZO, 2005, p. 8).

Nos encontramos na era da informação, onde a tecnologia presente permite criar, difundir, armazenar e trocar informações em tempo real, gerando grande competitividade e influenciando a produtividade e desenvolvimento socioeconômico das nações. O mundo faz parte de uma rede interconectada nas suas funções econômicas através do fluxo das informações consequentes do impacto do poder da revolução tecnológica, baseada nas tecnologias da informação, e que levam a um processo de mudança cultural.

A educação também é um mecanismo poderoso de articulação das relações entre poder, conhecimento e tecnologias. Desde pequena, a criança é educada em um determinado meio cultural familiar, onde adquire conhecimentos, hábitos, atitudes, habilidades e valores que definem a sua identidade social. A forma como se expressa oralmente, como se alimenta e se veste, como se comporta dentro e fora de casa são resultado do poder educacional da família e do meio em que vive. Da mesma forma, a escola também exerce o seu poder em relação aos conhecimentos e ao uso das tecnologias que farão mediação entre professores, alunos e aos conteúdos a serem aprendidos (KENSKI, 2012, p. 18).

Ao passo que a tecnologia evolui, não apenas são alteradas as maneiras como alguns equipamentos e métodos são remodelados e manipulados, mas todo o comportamento social sofre a influência tecnológica e passa por transformações. “O homem transita culturalmente mediado pelas tecnologias que lhe são contemporâneas. Elas transformam sua maneira de pensar, sentir, agir” (KENSKI, 2012, p.21).

A educação e a tecnologia possuem uma relação muito intrínseca e, à medida que a inserção tecnológica se torna mais presente na educação, a tecnologia passa a tornar-se imperceptível devido à sua familiarização. A tecnologia se faz presente em todos os momentos do processo pedagógico, seja no momento da preparação do plano de aulas aos processos avaliativos do aluno. A sua presença se torna um fator que pode ocasionar profundas alterações na forma como o ensino vem a ser organizado.

A inserção das tecnologias da informação e comunicação (TIC) no âmbito escolar- de início a TV, o vídeo, depois o computador e, mais recentemente, os *tablets* e a robótica educacional- proporcionou mudanças na mediação realizada pelo professor; nas formas de abordagem dos conteúdos e nas maneiras como os estudantes passaram a construir o seu pensamento através da compreensão trazida pela utilização dessa tecnologia que está em constante processo de evolução.

Em seus trabalhos, Kenski (2012) nos diz que para garantir que as TIC possam trazer mudanças no processo educativo, se faz necessário que elas sejam compreendidas e incorporadas pedagogicamente. Ou seja, se faz necessário que as especificidades não apenas do ensino como também das tecnologias sejam respeitadas para que, assim, haja a garantia de que o seu uso realmente possa fazer a diferença. A pesquisadora também complementa que o que irá definir a qualidade da educação serão as mediações realizadas entre o desejo de aprender do aluno, o auxílio do professor à aprendizagem, os conhecimentos básicos desse processo e as tecnologias que irão garantir acesso a estes conhecimentos-- porém as TIC não devem ser tomadas como soluções milagrosas para a resolução de problemas educacionais, existentes.

A introdução de uma nova tecnologia não está, necessariamente, atrelada à substituição da que lhe antecedeu. Muitas vezes, o desenvolvimento de uma nova tecnologia incorpora as desenvolvidas anteriormente ou tendem a se desenvolver de forma paralela.

Diante as práticas educacionais desenvolvidas no contexto social globalizado e digital, foram criadas nomenclaturas para abordar o emprego do conhecimento científico com o propósito de dar respostas às necessidades do cidadão, utilizando-se

das concepções acerca de alfabetização e letramento. Tais nomenclaturas podem ser encontradas sob os termos Alfabetização Científica e Letramento Científico.

A constante utilização de ferramentas e diversos recursos tecnológicos na educação têm levado os estudantes a desenvolverem habilidades sobre comportamentos e raciocínios específicos, muitos deles ligados à C&T, com o intuito de aplicá-los não somente na sua vida escolar como em sua vida social. A este tipo de leitura de mundo sob os conhecimentos científicos, dá-se o nome de Letramento Científico. Falaremos mais sobre LC na seção a seguir.

Para tanto, uma vez que os olhares passam a se virar na direção do paradigma do LC, se faz necessário pensarmos na importância da leitura do índice do LC em diversos grupos que compõem a nossa sociedade, dando muita atenção aos estudantes de ensino médio.

2.3 O QUE É LETRAMENTO?

Primeiro pensemos na concepção de letramento trazida por Soares (1998), na qual uma pessoa é considerada letrada quando, além de saber ler e escrever, consegue fazer o uso social da alfabetização. Ou seja, é o estado ou condição do indivíduo que adquire “(...) a ‘tecnologia’ do ler e escrever e envolve-se nas práticas sociais de leitura e de escrita” (SOARES, 1998, p. 18).

De acordo com os estudos de Soares (1998), o termo letramento foi introduzido nos discursos dos especialistas da Educação e das Ciências Linguísticas nos anos 1980. De origem inglesa, letramento é uma adaptação da palavra *literacy* que se refere ao “estado ou condição daquele que aprende a ler e escrever” (SOARES, 1998, p. 17). Porém, tal conceito acaba causando certa confusão com as definições dadas aos termos alfabetização e alfabetizado. Para o Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (HOLANDA, 2010), alfabetizar significa “ação, processo ou efeito de alfabetizar” enquanto que alfabetizado é o termo utilizado para designar “que, ou aquele que sabe ler”. Quando passamos a buscar a definição do termo letrado também no Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, encontramos a seguinte definição: “*adj.* 1. Versado em letras; erudito; 4. *E. Ling.* Aquele que utiliza a escrita como sistema simbólico e tecnológico, de maneira funcional, em contextos específicos e com finalidades definidas.”

À época da publicação do livro *Letramento: um tema em três gêneros*⁴, o termo *letramento* não constava registrado no Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, sendo este posteriormente registrado no dicionário com o seguinte significado:

Substantivo masculino.

1. Ato, processo ou efeito de letrar(-se).

2. Pedag. E. Ling. Estado ou condição de indivíduo ou grupo capaz de atualizar-se da leitura e da escrita, ou de exercê-las, como instrumentos de sua realização e de seu desenvolvimento social e cultural:

“Letramento é palavra recém-chegada ao vocabulário da Educação e das Ciências Linguísticas” (Magda Soares, *Presença Pedagógica*, de jul./ agosto de 1996). [Nesta acepç. é calque (2) do ingl. *literacy*.]

3. Pedag. E. Ling. O processo educacional que viabiliza este estado ou condição.

Desta maneira, a ideia ligada ao conceito de *letramento* implica que o indivíduo que se apropria deste estado ou condição (*letrado*) passa por consequências sociais e cognitivas (SOARES, 1998).

Para o IBGE⁵ (2015), é considerada *analfabeta* a pessoa que não sabe ler e escrever um bilhete simples no idioma que conhece. Contudo, muitas pessoas que são consideradas *alfabetizadas* pelas vias formais de ensino se apresentam incapazes de interpretar o conteúdo lido em um texto, mostrando a inabilidade à identificação e extração de afirmações contidas nesses escritos. Como consequência, temos sujeitos com limitações argumentativas sobre as informações contidas nos textos que leem além de, por vezes, se mostrarem também inaptos à produção de texto onde precisam narrar ou dissertar sobre algum fato (PAULA & LIMA, 2007).

Estamos inseridos em uma sociedade permeada por diversas práticas de leitura e escrita, nas quais podemos citar a leitura de jornais, revistas, blogs e redes sociais, manuais de instrução, placas de sinalização, outdoors, tabelas, gráficos (como os contidos nas contas de água, luz, telefone, internet...), etc. “Assim, na

4 SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998. 125 p. (linguagem e educação). ISBN 85-86583-16-2: (broch.).

5 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conceitos. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/indicadoresminimos/conceitos.shtml>>. Acesso em 11 de julho de 2017.

medida em que se multiplicam os gêneros textuais, também se ampliam as situações nas quais faz diferença ter ou não familiaridade com eles” (PAULA & LIMA, 2007, p. 4).

2.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E LETRAMENTO CIENTÍFICO

Estudos construtivistas da psicogênese da língua escrita (FERREIRO, 2001 apud PAULA & LIMA, 2007) mostram que para apropriar-se dos processos de leitura e escrita, o sujeito cria hipóteses que interferem na maneira como ele utiliza esses processos.

Assim como a língua escrita, a Educação Científica⁶ teve os seus momentos marcados por estudos de natureza construtivista. “Inspirados na epistemologia, muitos educadores e pesquisadores propuseram que a Educação em Ciências passasse a ser compreendida como um processo de mudança conceitual” (PAULA & LIMA, 2007, p. 5). Ao longo do tempo, a visão atribuída à alfabetização como apropriação da tecnologia de codificar e decodificar palavras foi sobrepujado, abrindo espaço para as práticas de letramento.

Através do conhecimento sobre o uso das técnicas ligadas à utilização do código fonético para realizar o intercâmbio entre o transcrever fonemas em palavras e o oralizar palavras escritas, o indivíduo se revela na condição de alfabetizado. De forma análoga, pensemos sobre os sujeitos que recebem uma “alfabetização científica”. Podemos falar sobre aqueles que adquirem algum tipo de conhecimento sobre ideias, fórmulas e acontecimentos sobre ciências no sistema de ensino do qual fazem parte. Esses conhecimentos científicos (vamos nos referir às Ciências Naturais) podem ser úteis para ajudar um estudante a obter uma boa nota em um exame da sua escola ou vestibular. Esse estudante pode saber utilizar as fórmulas referentes às Leis de Newton, diferenciar uma bactéria de vírus e fungos, etc., sem que este indivíduo tenha se apropriado dos aspectos da cultura científica (PAULA & LIMA, 2007).

⁶ "De sua parte, o ensino da Ciência - compreendendo os preceitos da Ciência, Matemática e Tecnologia - deve ajudar os alunos a desenvolverem os conhecimentos e hábitos da mente imprescindíveis para a formação de cidadãos capazes de pensar criticamente e enfrentar os desafios da vida". Fonte: Academia Brasileira de Ciências. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/?-Educao-Cientifica->>. Acesso em 19 de abril de 2018.

A ciência é considerada uma linguagem facilitadora à leitura do mundo através dos seus conhecimentos científicos, compreensão das suas necessidades e transformação positiva do mesmo (CHASSOT, 2000). Tomando a ciência como uma produção cultural, Chassot (2003) a considera como um instrumento construído pela humanidade capaz de interpretar o mundo natural, assim como prever modificações que podem vir a ocorrer na natureza ou entender as que já intercorreram.

Ao considerar a ciência como a linguagem facilitadora à leitura e compreensão do mundo, podemos aceder aos princípios de Paulo Freire (1969) no que se refere à alfabetização do indivíduo dentro do seu contexto social, quebrando o paradigma do processo de alfabetização feito sob a memorização de conceitos, datas, equações e outros assuntos sob uma participação passiva.

Paulo Freire conseguiu transformar o processo de alfabetização de adultos em um processo dinâmico de leitura do próprio mundo.

“Aqui, reforça-se que é fundamental transformar a educação científica num processo que possibilite aos alunos a leitura do mundo e a interpretação/reflexão sobre os acontecimentos presentes em nossa dura realidade” (RUI, 2012, p. 68).

Para Chassot (2003), fazer ciência- assim como a aquisição de todos os conhecimentos elaborados sob a metodologia científica- está relacionada a explicação do mundo natural. Porém o pesquisador chama a atenção para que não se faça uma interpretação reducionista sobre a ciência ou ao que se refere como mundo natural⁷.

Defendo, como depois amplio, que a ciência seja uma linguagem; assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo (CHASSOT, 2003, p. 91).

Para fazer os estudantes compreenderem melhor o universo através do entendimento da ciência, Chassot (2003) acredita que há diversas possibilidades para realizar esse trabalho sem descartar a questão relativa às correções feitas nos ensinamentos que são apresentados de forma distorcida.

⁷ Para Chassot (2003), o mundo natural, devido às restrições epistemológicas, fica limitado ao mundo visível o qual fazemos parte. Porém ele ressalta que as outras ciências que tratam de questões de cunho emocional, político e social também fazem parte do mundo natural, ficando apenas de fora as consideradas ciências (ou manifestações) sobrenaturais.

Durante as décadas de 1980 e 1990, podia-se perceber um ensino centrado na necessidade de os estudantes adquirir conhecimento científico através da transmissão massiva de conteúdos. Entre os índices de eficiência do docente, se destacava aquele medido pela quantidade de páginas repassadas aos estudantes. Estes, por sua vez, eram considerados familiarizados aos assuntos quando os "sabiam de cor"- tinham decoradas as teorias, fórmulas, leis e conceitos dos processos científicos. (CHASSOT, 2003)

Seguindo as considerações trazidas por Chassot (2003), relembramos as concepções denunciadas por Paulo Freire (1969) no que ele denominou como uma Educação Bancária. Os professores eram considerados os sujeitos da ação educacional (depositários) e os alunos os seus repositórios de conhecimento.

Hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes. Desta forma, encontramos no Letramento Científico uma proposta que visa uma educação voltada ao desenvolvimento de competências e habilidades que tornem o estudante capaz de realizar uma leitura crítica e inferir no ambiente em que ele vive.

Teixeira (2007), nos apresenta que o Letramento Científico (LC) possui uma relação intrínseca com o ensino-aprendizagem e a aquisição das habilidades inseridas no ensino formal de ciências, e complementa que

Também está ligado com o que o aluno precisa saber sobre ciência para fazer uma leitura crítica do mundo em que vive e como ele interage com este mundo, além de enxergar e analisar criticamente como a sociedade em que ele vive interage, interpreta e transforma o ambiente que o cerca (TEIXEIRA, 2007, p. 23).

Destarte, quando o sujeito em questão não faz uso dos conhecimentos científicos construídos para alargar os seus horizontes para a interpretação e compreensão de fenômenos de natureza científica (naturais, sociais, etc.), ou aplicar conhecimentos previamente divulgados que possam sanar problemas cotidianos enfrentados na sociedade, estamos face a um sujeito alfabetizado, porém não letrado cientificamente.

Apesar das diferenças entre as propostas teóricas, a alfabetização pode ser definida como o nível mínimo de habilidades de leitura e escrita que uma pessoa deve

ter para participar da comunicação escrita (SABBATINI, 2004). Além disso, é preciso perceber que qualquer que seja a definição dada à alfabetização, ela será profundamente pertencente às características da sociedade que a utiliza, devido a diversidade de sistemas sociais e econômicos existentes no mundo.

Ainda no seu trabalho, Sabbatini (2004) defende que a alfabetização científica se propõe a demonstrar o nível de cientificidade da cultura de uma sociedade, ou seja, é exibir em qual medida as instituições científicas, seus conteúdos, práticas, processos e discursos se encontram refletidos na sociedade. O conceito de cultura científica como traço individual se revela insuficiente para compreender a circulação e uso social do conhecimento, assim como a participação cidadã. Em adição, destaca que, uma vez que a ciência e a tecnologia são assumidas como parte da sociedade, se faz necessário um maior nível de integração destes conceitos para converter a intitulada cultura científica em conteúdos notórios nas práticas gerais e presentes no sentido comum.

Existe uma preocupação na Legislação Brasileira a respeito do preparo do aluno para o seu exercício cidadão, através da aproximação da educação escolar às práticas sociais que envolvam a aplicação do conhecimento científico construído.

No documento Matriz de Avaliação de Ciências, do PISA 2015, o Letramento Científico é definido como “a capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como um cidadão reflexivo” (INEP, 2015, p.7).

Nos estudos de Pereira e Teixeira (2015) é apontado o papel que a escola deve assumir para que o aluno tenha acesso ao conhecimento científico e assim consiga desenvolver o senso crítico indispensável a uma melhor compreensão do mundo, através da oferta de um ambiente propício à descoberta, investigação científica e elaboração de conceitos sobre fenômenos de ordem natural, social, tecnológica, etc.

As autoras também destacam que não há um consenso ou definição única sobre os termos Alfabetização Científica e Letramento Científico. Entretanto, compreendem que a alfabetização científica se relaciona ao domínio da nomenclatura científica e compreensão de termos e conceitos científicos, enquanto o letramento científico leva em consideração competências e habilidades necessárias para a utilização dessas informações, mas não necessariamente levando em consideração

a questão social do indivíduo. “Já o cidadão letrado cientificamente lê, escreve e cultiva práticas sociais envolvidas com a ciência, ou seja, faz parte da cultura científica” (TEIXEIRA, 2007, p. 27).

Nesta concepção, é de grande importância destacar os ensinamentos de Paulo Freire (1990) quando ele alerta que não se deve desagregar o “ler a palavra” de “ler o mundo”. Pois, tornar-se um indivíduo alfabetizado é além de identificar os símbolos do alfabeto e reconhecer as palavras. Uma vez que o ato de alfabetizar faz a pessoa pensar de uma forma diferente da sua de costume, cria uma diferente percepção de mundo e assim leva à reflexão que há diferentes tipos de alfabetizações.

As condições de não letrados cientificamente, no que diz respeito às Ciências Naturais, de acordo com Paula e Lima (2007), não estão restritas aos indivíduos que não tiveram uma base sólida de conhecimento científico na sua alfabetização científica, mas que podem ser vistas entre sujeitos considerados intelectuais. Estes indivíduos podem ser críticos e atuarem nos seus domínios de atividade profissional e cidadã. Entretanto, podemos encontrar cientistas voltados às Ciências Naturais que apresentam uma postura pouco crítica e até alienada sobre atividades pouco distantes de suas especialidades.

Uma discussão trazida por Paula e Lima (2007) traz uma reflexão sobre a definição dada por outros autores sobre Alfabetização Científica e Letramento Científico. De acordo com os autores, a definição trazida por Krasilchik e Marandino (2004) traz a ideia de que a Alfabetização Científica abrange a concepção de Letramento Científico e dá oportunidade ao indivíduo para expressar suas opiniões acerca de ciência e tecnologia, participando da cultura científica quando este achar mais oportuno.

A oposição feita por Paula e Lima (2007) encontra-se no fato de a negação à diferenciação dos termos alfabetização e letramento, trazida por outros estudiosos ainda no campo da linguística, como Sores (1998), não foi levada em consideração por Krasilchik e Marandino (2004), assim como esses autores expressam de forma muito vaga como os estudantes teriam ampliado a sua capacidade de expressar opiniões sobre ciência e tecnologia e gozar de uma liberdade individual através da sua participação na cultura científica. Um dos destaques trazidos nessa crítica está no fato de alguns autores falarem sobre inclusão social, liberdade, poder cidadão, mas

não fazem referência a que tipo de liberdade se deseja alcançar e nem o tipo de sociedade ou cidadania das quais falam em seus trabalhos.

Na nossa compreensão, o LC tem propósitos que ultrapassam a alfabetização científica. Ele faz uso do conhecimento científico para que o seu detentor possa se tornar um ser capaz de solucionar problemas práticos do seu dia a dia, assim como inferir nas tomadas de decisões acerca de atitudes que interfiram na sociedade. Para tanto, é preciso dar atenção especial às ações que envolvam o trabalho do vocabulário científico afim de contribuir com a construção e aplicação do conhecimento científico.

2.5 VOCABULÁRIO CIENTÍFICO

Em diferentes tipos de mídia é possível encontrar discussões ou informações acerca de temas diversos que envolvam ciência, tecnologia e sociedade. Estes conteúdos, por vezes, dissertam sobre meio ambiente, economia, avanços na medicina, desenvolvimento ou aprimoramento de novas tecnologias da informação e comunicação, etc.

Para tanto, existem algumas fontes de informação especializadas nesses assuntos e que são dirigidas a públicos específicos. Podemos citar, como exemplo, portais para consultas de periódicos (como o Portal de Periódicos CAPES⁸, bastante divulgado na comunidade científica nacional); revistas como a Science, Galileu, Superinteressante; jornais como a Folha de São Paulo, O Globo; podcasts como o Alô, Ciência?⁹, etc.

Dependendo da fonte da informação e do público para o qual ela se direciona, a compreensão de alguns termos pode ser difícil devido à falta de familiaridade com o termo em si ou, em muitos casos, o público pode nunca ter se deparado com tais termos em outras situações.

⁸ O Portal de Periódicos, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica internacional. Ele conta com um acervo de mais de 38 mil títulos com texto completo, 134 bases referenciais, 11 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual. *Fonte: <https://goo.gl/QAf8LU>*

⁹ Alô, Ciência? é um projeto voltado para a divulgação científica que busca discutir temas que sejam transversais ao mundo científico levando sempre em conta sua influência e importância em nossa sociedade. *Fonte: <https://alociencia.com.br/sobre/>*

Hoje em dia é possível encontrar publicações ou assistir à programas voltados à divulgação científica, que utilizam uma linguagem menos técnica. Porém alguns termos pertencentes a algumas áreas específicas não podem ser substituídos por sinônimos, cabendo ao redator (ou qualquer outro indivíduo responsável pela divulgação da informação) se fazer valer de recursos diversos para explicar tal termo (seja através do uso de notas de rodapé, hiperlinks, hipertextos, etc). Quando ocorre este fenômeno, acontece uma contribuição para a ampliação do vocabulário científico daqueles que se deparam com este novo termo. Para Gomes (1995) trata-se do fenômeno da vulgarização lexical que está relacionada às ações de divulgar, propagar e difundir uma informação científica.

Em sua pesquisa, Gomes (1995) traz as Fases da vulgarização que foram definidas por Poupet¹⁰ (1994) e que se apresentam em cinco fases que vão desde a linguagem utilizada pelo cientista à vulgarização para o grande público. Estas fases estão divididas em:

1. a linguagem do pesquisador: linguagem utilizada com muitos termos técnicos e neologismos, direcionada aos pesquisadores e técnicos. Geralmente é utilizada nas revistas dedicadas a um público especializado;
2. a linguagem heurística: linguagem docente utilizada em conceituações apresentadas ao público de nível universitário, apresentada por um especialista. Esta é uma linguagem voltada para a leitura, compreensão e redação;
3. a linguagem dos usuários: nesta linguagem, os termos técnicos da língua de especialidade começam a ser substituídos por alguns termos da língua comum. Nesta fase é criada uma linguagem funcional e acessível para que o objetivo de “informar” possa ser alcançado;
4. a vulgarização científica: nesta fase acontece a divulgação da informação científica voltada a um grande público (porém não podemos chamar de “divulgação em massa”, uma vez que ela não acontece em

10

O esquema foi apresentado por Armelle Le Bars Poupet, durante o curso Métodos de Terminologia Comparada, acontecido na FFLCH-USP, em março de 1994.

meios acessíveis a todos que possuem interesse). Normalmente é encontrada em revistas e jornais científicos.

A vulgarização para o grande público: neste momento, o público ao qual se destina a divulgação científica não é e não é pretendido fazer dele um grupo de especialistas. Este é o público que se informa através da TV, rádio, podcasts, canais do Youtube, etc. Esta fase engloba os artigos que são publicados em cadernos de grandes jornais e também em revistas em quadrinhos com o intuito de conscientizar, esclarecer ou apresentar novos assuntos às crianças e adolescentes. (GOMES, Patrícia. 1995, p. 86)

Como exemplo dessa vulgarização científica, podemos verificar o trabalho de Judy Culkin (2011) intitulado *Introduction to Arduino*, com quadrinhos criados para a introdução à robótica através do uso da plataforma Arduino¹¹. Neste trabalho, a professora desenvolveu um guia amigável e prático, onde utiliza de analogias com situações práticas e comuns para explicar alguns conceitos da Física. Em adição, Culkin disponibiliza o modelo deste material, junto a um guia, para que professores e outros profissionais ao redor do mundo possam traduzi-lo e/ou adaptar alguns termos para uma melhor compreensão pelo público que irá fazer a sua leitura. Através da sua iniciativa, este trabalho é utilizado até hoje por alguns membros da Comunidade Arduino e o mesmo tem passado por algumas atualizações e traduções para que não se torne obsoleto.

Ao longo da análise feita sobre o trabalho de Culkin (2011), tomando como base a pesquisa de Gomes (1995), pôde-se notar que a vulgarização lexical na divulgação científica pode se dar de diversas maneiras. A exemplo, pode-se apontar as substituições de termos científicos por explicações utilizando expressões da linguagem comum (aqui nos referimos à linguagem não científica -que utiliza termos técnicos) e analogias para a explanação de alguns conceitos da Física.

Em complemento, é perceptível o interesse por parte dos autores (GOMES, 1995) à manutenção de um maior número de termos específicos às suas determinadas áreas de conhecimento, com o objetivo de aprimorar e enriquecer o

11 O Arduino é um conjunto de ferramentas de prototipagem eletrônica open source que visa tornar mais fácil a criação de aparelhos eletrônicos. Além de oferecer uma placa controladora, ele possui também um ambiente de desenvolvimento, por isso é considerado uma plataforma e não simplesmente um hardware. Basta ligar a placa ao computador e já é possível escrever códigos para o Arduino no ambiente de desenvolvimento do software (através da linguagem C/C++). Fonte: <https://www.opsservices.com.br/o-que-e-o-arduino/>

vocabulário do público-alvo; possibilitando a compreensão de assuntos, mesmo que de maneira não muito aprofundada, que outrora eram apenas discutidos por especialistas. Desta maneira, a vulgarização da linguagem científica torna-se mais um passo rumo à inclusão cidadã nos assuntos relacionados a CeT e torna-se um instrumento facilitador para a construção do conhecimento científico.

2.6 CONHECIMENTO CIENTÍFICO

O mundo faz parte de uma rede interconectada através do fluxo das informações consequentes do impacto do poder da revolução tecnológica, baseada nas tecnologias de informação e que levam a um processo de mudança cultural. Não fazer parte da rede é não participar dessa economia social e/ou cultural (CASTELLS, 1996).

Com o termo Sociedade Informacional, Castells (1996) traz a reflexão sobre onde reside o poder na sociedade atual. De acordo com o autor, o controle do conhecimento e da comunicação determina quem possui o poder na sociedade. "O fluxo de imagens e de informação em nossas sociedades são os ingredientes críticos do poder político. O poder já não reside no cano do fuzil, mas nos programas editados pelos canais televisivos" (CASTELLS, 1996, p.23). Seguindo este pensamento, se faz necessário termos bastante cuidado com o controle dado ao acesso à informação, pois através de uma transmissão de informações manipuladas, a construção do saber irá acontecer via conceitos distorcidos e estes serão perpetrados. Desta maneira, o letramento científico recebe um papel de grande importância devido a sua função social voltada ao interesse em engajar o indivíduo em questões científicas, como cidadão crítico capaz de compreender e tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele ocorridas e pensar tais conceitos sob uma perspectiva científica e seu impacto na sociedade.

Com a evolução das tecnologias da informação e comunicação, uma nova era de acesso à informação e meios de comunicação foi percebida e as suas transformações sociais levaram ao que foi tratado por Lemos (2005) como Cibercultura.

Na era pré-digital, o indivíduo possuía um perfil voltado à leitura, ver TV ou ouvir rádio. O cidadão se mostrava receptor da informação e os questionamentos feitos pela população não atingiam as grandes massas devido à falta de acesso à informação.

Com o surgimento e popularização das TIC, houve a ampliação do acesso à informação, assim como a produção e compartilhamento de conteúdos; deste modo, houve uma mudança do centro de liderança da emissão da informação (o indivíduo passou a ter a oportunidade de escrever, ou registrar suas opiniões em outros formatos e difundi-las em diversos meios, através do acesso à internet).

Este ciberespaço cria a desintermediação do acesso e da divulgação da informação (LEMOS, 2005). Entretanto, tal desintermediação coloca em cheque a veracidade da informação. Chauí e Bernheim (2008) discutem sobre as dificuldades que envolvem o acesso à informação por parte de toda a população. De acordo com os autores, limitações técnicas, financeiras, sociais e/ou linguísticas estão presentes entre diversas camadas sociais, levando a produção e difusão do conhecimento a ser restrita a nichos específicos.

Mas sobre qual conhecimento, seu entendimento e divulgação estamos falando quando discutimos sobre Letramento Científico? Na matriz de ciências do PISA¹² (BRASIL, 2015) é abordado que o Conhecimento Científico se baseia em três elementos específicos que possuem relações entre si. Estes elementos são definidos como conhecimento do conteúdo, conhecimento procedimental e conhecimento epistemológico.

O conhecimento de conteúdo (ou conhecimento do conteúdo científico), se baseia no conhecimento de ideias, teorias, conceitos e fatos estabelecidos pela ciência sobre o mundo natural.

O conhecimento científico é aquele relacionado à maneira de pensar e relacionar conhecimentos frente aos fenômenos (TEIXEIRA, 2009). Ele surge à medida que acontecem investigações sobre a formulação de problemas que exigem estudos minuciosos para a sua resolução. Para que o estudante/pesquisador possa agir de forma adequada sobre o fenômeno, “utiliza-se do conhecimento científico para

12

O Programme for International Student Assessment (Pisa) – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada de forma amostral a estudantes matriculados a partir do 8º ano do ensino fundamental na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. O objetivo do Pisa é produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico. A avaliação procura verificar até que ponto as escolas de cada país participante estão preparando seus jovens para exercer o papel de cidadãos na sociedade contemporânea. *Fonte: <http://portal.inep.gov.br/pisa>*

se conseguir, através da pesquisa, constatar as variáveis como presença e/ou ausência de um determinado fenômeno inserido em uma dada realidade” (TEIXEIRA, 2009, p. 84).

Para que os resultados referentes à investigação científica possam ser alcançados, Teixeira (2009) complementa que se faz necessário que a procura por conhecimentos referentes à característica de um fenômeno seja moderada por perguntas básicas como: O que conhecer? Por que conhecer? Para que conhecer? Como conhecer? Com que conhecer? Onde conhecer? Tais procedimentos findam na caracterização de uma ação metodológica que irá mediar o conhecimento do pesquisador, levando a compreensão de que, para o conhecimento científico ser construído, é preciso fazer uso de “métodos, processos e técnicas especiais para análise, compreensão e intervenção na realidade” (TEIXEIRA, 2009, p. 85).

O conhecimento procedimental tem como base o conhecimento sobre as práticas e conceitos utilizados nas investigações empíricas, levando em consideração a repetição de medidas e análises para reduzir os erros e incertezas, controlar variáveis e apresentar dados.

Depois de tomar a compreensão sobre a ciência como prática, é demandado o conhecimento epistemológico que engloba

(...) o entendimento da função de perguntas, observações, teorias, hipóteses, modelos e argumentos na ciência e o reconhecimento do papel desempenhado pelas várias formas de investigação científica e pela revisão no estabelecimento do conhecimento considerado confiável (BRASIL, 2015, p.6).

De acordo com a matriz de ciências do PISA 2015, se faz necessário que as pessoas possuam as três formas de Conhecimento Científico anteriormente apresentadas para que possam executar todas as competências contidas no Letramento Científico.

Nos discursos apresentados por instituições educacionais e por aquelas ligadas à pesquisa científica, é notada a preocupação com os impactos gerados pela relação existente entre a ciência, o conhecimento público e as formas de promoção do engajamento da sociedade com questões relacionadas à Ciência e Tecnologia. Tais discursos levam ao entendimento que a educação científica deve fazer parte da

formação cidadã, assim como auxiliar o cidadão na sua atuação como protagonista da concepção dos produtos do avanço do conhecimento científico.

2.7 LETRAMENTO CIENTÍFICO E CIDADANIA

A reflexão acerca do letramento científico leva à percepção de que ele se relaciona à competência do uso do conhecimento científico, indo além das habilidades de leitura, interpretação e compreensão, assim como a aptidão para demonstrar a assimilação dos conteúdos aprendidos no ambiente escolar em aplicações na sua vida, podendo se estender às dos demais cidadãos.

Temos a convir que o homem é capaz de participar do mundo científico a partir do momento em que ultrapasse o simples conhecer pelo empenho de pensar e refletir com críticas objetivas, possibilitando o nascer e o fortalecer de suas atitudes científicas (TEIXEIRA, 2009, p. 81).

Em adição, Cunha (2017) chama a atenção para que reflitamos sobre o entendimento acerca do letramento científico, quando diz que

(...) letramento científico não quer dizer conhecimento detalhado de construtos científicos, tal como é transmitido nos livros didáticos de física, química, psicologia ou genética. (...) não se espera que uma pessoa cientificamente letrada saiba que a expressão do DNA é mediada pelas moléculas de RNA transmissoras. Para ele, o objetivo do letramento científico é que a decisão de apoiar ou não um programa governamental na área de energia, por exemplo, não seja baseado na crença de que toda intervenção nos recursos naturais é prejudicial (ou, em outro extremo, benéfica) e nem no desconhecimento de que certas políticas envolvem a resolução de um problema - que pode ser de ordem econômica e social -, mas acarretam outros - que podem ser socioambientais. É o caso, por exemplo, da construção de usinas, sejam elas nucleares, à base de carvão ou hidrelétricas (CUNHA, 2017, p. 176).

Santos (2006) defende que um cidadão conseguirá fazer uso social da ciência se este possuir as habilidades de leitura e interpretação das informações acerca da ciência que são difundidas por meio da mídia escrita. Pois uma vez que é conseguido realizar a leitura de textos científicos é demonstrada a capacidade do uso de técnica para extrair as suas informações.

O desafio que a reflexão sobre a relação entre Educação em Ciências e Cidadania nos impõe está associado à necessidade de superação de uma série de ilusões e incompreensões acerca do lugar do conhecimento científico especializado e da função social desse

conhecimento na sociedade contemporânea (PAULA & LIMA, 2007, p. 7).

Também se faz necessário que este cidadão seja capaz de fazer deduções, sabendo que o texto científico pode apresentar diversas ideias; assim como entender sobre as limitações teóricas, compreendendo que a sua interpretação pode resultar na não aceitação dos argumentos apresentados no texto.

No ano de 1999, foi lançado no Brasil o Programa Sociedade da Informação no Brasil, que também foi difundido em diversos outros países, e que tinha por objetivo a elaboração de políticas públicas que pudessem orientar a inserção do país na sociedade da informação. Como resultado desse programa, foi elaborado o documento que ficou conhecido como o Livro verde da sociedade da informação no Brasil (o Livro Verde). Em um de seus trechos é apresentada a preocupação sobre a necessidade de intensificar o uso das tecnologias para que seja possibilitada a democratização, através da transparência de políticas e ações governamentais para uma participação mais ativa dos cidadãos nas questões que lhe são de direito.

Um dos compromissos da educação escolar está em desenvolver o senso crítico dos seus alunos para que, então, estes possam modificar a sua atitude diante do mundo. Para tanto, especialistas em educação têm somado esforços em discussões sobre a quebra da barreira do artificialismo encontrado em algumas demandas escolares, para que possam estimular o encontro destas exigências educacionais com as demandas sociais que realmente sofrerão algum impacto positivo quando influenciadas por alguns aspectos da cultura científica (PAULA & LIMA, 2007).

Os resultados para o Brasil no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), realizado no ano de 2015, não foram muito satisfatórios. O PISA é uma prova coordenada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), é realizada a cada três anos e objetiva traçar um perfil sobre os conhecimentos e habilidades dos estudantes e fornecer informações sobre dados demográficos e sociais de cada país, oferecendo indicadores de monitoramento dos sistemas de ensino ao longo dos anos.

No Brasil, a coordenação do Pisa é de responsabilidade do Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Na avaliação de

2015, 70 países participaram do PISA, sendo 35 deles membros da OCDE e 35 países/economias parceiras (BRASIL, 2016).

Quando é pensada uma educação científica que vise a inclusão social cidadã, “há uma continuada necessidade de fazermos com que a ciência possa ser não apenas medianamente entendida por todos, mas, e principalmente, facilitadora do estar fazendo parte do mundo” (CHASSOT, 2003, p. 93).

Se a ciência e a tecnologia eram temas restritos a setores governamentais e grupos da academia, hoje ganham vocalização social generalizada e se explicitam na agenda pública por seu papel crucial no desenvolvimento da sociedade e na preservação da vida.

A sociedade complexa em que vivemos nos instiga – e pede urgência – para pensar e propor a reinvenção da educação escolar e, nela, a conquista do letramento científico de forma a permitir às novas gerações a conquista de uma fortalecida base feita de recursos cognitivos, relacionais e comunicativos. O letramento científico de nossos alunos ainda tem sido postergado na educação básica brasileira (ABRAMUNDO, 2014, p. 29).

Muito se falou sobre o século XXI como o século do aprendizado, onde a educação deveria preparar os alunos e alunas com as competências exigidas para o desenvolvimento social e crescimento econômico. Essas habilidades foram divididas em três grandes domínios (cognitivo, intrapessoal e interpessoal) e foram criadas em uma pesquisa realizada pela National Research Council¹³. Esse trabalho foi divulgado no ano de 2012 no formato de livro digital intitulado “Educação para a Vida e para o Trabalho: Desenvolvendo Transferência de Conhecimento e Habilidades do Século 21¹⁴” (GOMES, 2012).

Os professores de Ciências frequentemente assumem que o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas em sala de aula pode ser transferido para as habilidades de tomada de decisões na vida real (AIKENHEAD, 1984). Esta perspectiva implica na avaliação de que cientistas e engenheiros podem exemplificar

13 O trabalho da National Research Council estimula o progresso, conectando conhecimentos sobre ciência, engenharia e medicina para assessorar políticas públicas. Mais informações em <http://nationalacademies.org/nrc/>

14 O download gratuito da obra Education for Life and Work Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century (2012) pode ser feito em < <https://www.nap.edu/catalog/13398/education-for-life-and-work-developing-transferable-knowledge-and-skills>>.

o perfil de pessoas capazes de tomar decisões mais sábias em questões sociais relacionadas à Ciência e a Tecnologia. “Na realidade, entretanto, cientistas e engenheiros não são particularmente mais aptos a realizar escolhas mais inteligentes que pessoas não ligadas às Ciências, nesse tipo de circunstâncias” (AIKENHEAD, 1985, p. 465 apud PAULA & LIMA, 2007, p. 7).

Se faz necessário refletir sobre as tomadas de decisões nas questões sociais que envolvem Ciência e Tecnologia, pois estas dependem de uma compreensão adequada à complexidade do conhecimento científico e as interações entre Ciência, Tecnologia e sociedade.

2.8 LETRAMENTO CIENTÍFICO E O ENSINO

Nos documentos oficiais que regem a educação brasileira, pode-se verificar, em tese, a preocupação sobre o preparo do indivíduo para o exercício da sua cidadania através do seu desenvolvimento enquanto pessoa e qualificação para o trabalho.

No Título VIII, Capítulo III, Seção I da Constituição Federal, encontramos a seguinte declaração:

Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

Ao mencionar “desenvolvimento da pessoa”, podemos refletir sobre o desenvolvimento multidimensional, que leva em consideração a construção das habilidades motoras, afetivas e sociais, não focando apenas no desenvolvimento cognitivo (MATOS, 2017), que conduz ao entendimento de que a escola tem como missão incentivar a cultura, os esportes e outras atividades que levem ao desenvolvimento proposto.

No trecho que se refere ao “preparo para o exercício da cidadania”, consideramos que este preparo possa proporcionar aos estudantes meios para que eles se tornem capazes de desenvolver uma consciência acerca dos seus direitos e deveres. Para tanto, manter-se bem informado, tendo a habilidade de compreender os assuntos vindos das diversas fontes de informações e assim manifestar seus pensamentos, é um dos meios pelos quais o indivíduo passa a exercer o seu papel

cidadão em busca da sua autonomia cognitiva, no exercício para alcançar a independência do pensar e agir, assumindo sua responsabilidade perante a sociedade (MATOS, 2017).

Quando é pensada uma educação científica que vise a inclusão social cidadã, “há uma continuada necessidade de fazermos com que a ciência possa ser não apenas medianamente entendida por todos, mas, e principalmente, facilitadora do estar fazendo parte do mundo” (CHASSOT, 2003, p. 93).

A LDB/96¹⁵ considera o Ensino Médio como a última etapa da educação básica e que será nesta fase da educação escolar que o aluno irá encontrar complementação aos conhecimentos introduzidos no Ensino Fundamental. De acordo com este documento, o aluno do Ensino Médio conta com uma maior maturidade para poder compreender assuntos mais aprofundados. Desta maneira, objetivos educacionais irão assumir uma postura mais formativa, no que se refere à “natureza das informações tratadas, dos procedimentos e atitudes envolvidas, como termos das habilidades, competências e dos valores desenvolvidos” (BRASIL, 2000, p.6).

Esses objetivos envolvem o estudo aprofundado de conteúdos disciplinares de Física, Química, Biologia e Matemática, associados aos procedimentos científicos relacionados aos seus objetos de estudo. Tais objetivos também visam a interdisciplinaridade desses saberes com conteúdos tecnológicos e práticos em uma perspectiva integradora. “(...) Além disso, o conhecimento científico disciplinar é parte tão essencial da cultura contemporânea que sua presença na Educação Básica e, conseqüentemente, no Ensino Médio, é indiscutível” (BRASIL, 2000, p. 6)”.

Para cada área do conhecimento, os objetivos do Ensino Médio buscam desenvolver conhecimentos práticos e contextualizados com as experiências de vida dos estudantes, em uma perspectiva contemporânea, de forma a ampliar a visão de mundo dos atores envolvidos. Quando são feitas referências às Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, é assumida que para ter a capacidade de inovar se faz necessário que haja cidadãos capazes a aprender de forma contínua e que a sua

15

Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>.

formação não se resume a um treinamento específico em um determinado assunto ou área de conhecimento.

Ao dividir as áreas de conhecimento não só como sendo as das Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas, mas também ao dar importância à inclusão da Tecnologia em cada área, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2012)¹⁶ tentam mostrar que pretendem-se oportunizar as competências necessárias às atividades que objetivam reflexões, intervenções e julgamentos práticos sobre assuntos das ciências e o seu impacto na sociedade. Tal pensamento pode ser explicado como

(...) 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. (...) O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural (BRASIL, 2000, p. 7).

Ao voltarmos nossos olhares ao discurso sobre a participação ativa do estudante e do coletivo escolar no desenvolvimento do aprendizado, podemos perceber que entre as disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a Física recebe grande destaque na importância sobre “o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos” (BRASIL, 2000, p. 7). O termo de origem grega *physiké*, que significa natureza, foi utilizado pelos povos da Grécia para definir a ciência que a estuda. O seu significado está sempre atrelado à palavra *epíteme* que, também na filosofia grega, está relacionada ao conhecimento verdadeiro e à sua natureza científica. Podemos dizer que a Física procura descrever, prever e justificar através de leis os fenômenos que acontecem com a matéria no decorrer do espaço e do tempo (DIAS, 2017).

O conhecimento em Física permite a criação e desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, auxilia na investigação de fenômenos que ainda são tidos

16 Resolução nº 2, de 30 de Janeiro de 2012. Disponível em <http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/resolucao_ceb_002_30012012.pdf>.

como mistérios para a ciência, assim como pode auxiliar no desenvolvimento de novas fontes energéticas.

Esse conhecimento acerca das Ciências Naturais que é trazido pela Física, compõe um instrumento tecnológico que se incorpora à cultura e torna-se responsável pela formação cidadã contemporânea (BRASIL, 2000). Sendo assim, espera-se que o ensino de Física nas Escolas de Ensino Médio favoreça a formação da cultura científica do estudante, o tornando capacitado a interpretar fatos, fenômenos e processos naturais, e a relação que o homem possui ao interferir nestas interações.

Podemos refletir que o estudante quando se apropria desses conhecimentos proporcionados pela Física, passa a ter uma visão diferente de mundo. A sua visão sobre as coisas que o cerca, seja sobre os pequenos objetos no seu entorno até a sua visão sobre o universo, tende a se transformar e este indivíduo pode enxergar o mundo de uma maneira menos ingênua sobre os processos físicos e as transformações trazidas pelo progresso científico e tecnológico.

Ao pesquisar sobre o ensino de Física, há a percepção que este ainda é frequentemente realizado mediante a apresentação de fórmulas, conceitos e leis, de maneira expositiva no discurso dos seus professores e professoras. Esta maneira de ensinar, que desvincula e distancia a realidade dos estudantes dos assuntos trabalhados em sala de aula, pode propiciar o desinteresse deles uma vez que não verão muito significado nessa possível aprendizagem. Este ensino

(...) privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo (BRASIL, 2000, p.22).

Pode-se dizer, então, que este ensino dá atenção à resolução exaustiva de exercícios, forçando a memorização de fórmulas e automatização dos procedimentos a serem seguidos para se alcançar a solução de problemas propostos. Esta postura pode levar aos estudantes a falsa ideia de que o conhecimento é um produto acabado e que a ciência é algo exato, os distanciando da compreensão de que o mundo é um local de descobertas e, por ser um construto humano, a ciência pode ser falível.

Esse quadro não decorre unicamente do despreparo dos professores, nem de limitações impostas pelas condições escolares deficientes. Expressa, ao contrário, uma deformação estrutural, que veio sendo

gradualmente introjetada pelos participantes do sistema escolar e que passou a ser tomada como coisa natural (BRASIL, 2000, p. 22).

Antes de tentarmos dizer sobre o que o professor deve mostrar em sala de aula, precisamos pensar sobre qual Física o ensino deve ser pautado para propiciar uma visão de mundo mais ampla e que realmente objetive a formação cidadã do indivíduo. Diversas pesquisas são desenvolvidas na área de educação, assim como um sem número de propostas metodológicas são aplicadas na tentativa de se alcançar sucesso no processo de ensino e aprendizagem.

Precisamos compreender que cada escola está inserida em uma realidade social distinta. Contudo estas escolas estão sob as mesmas leis e parâmetros que regem o ensino, cabendo aos educadores e outros profissionais do corpo pedagógico de cada instituição, desenvolver propostas pedagógicas que possam trabalhar aspectos positivos de experiências vivenciadas por outras instituições de ensino, inseridas em uma realidade que se aproxima dessa escola em questão, assim como pôr em prática aqueles projetos que julgam desenvolver o ensino na direção desejada.

Nos PCN (BRASIL, 2000), quando se discute o ensino de Física é falado sobre a importância de se apresentar ao aluno uma disciplina que possibilite que este indivíduo perceba o seu significado no momento da aprendizagem, e que este significado não aconteça em um momento posterior. Este significado pode ser percebido em situações cotidianas que passam a ter uma “leitura significativa” após o aprendizado trazido pela Física, como: compreender os gastos da conta de luz, como acontece esse consumo, como medir o consumo de energia de um aparelho eletrônico; o funcionamento de um forno micro-ondas; os motores à combustão, etc. Para isso,

(...) é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada. Ou seja, feitas as investigações, abstrações e generalizações potencializadas pelo saber da Física, em sua dimensão conceitual, o conhecimento volta-se novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse, agora com um novo olhar, como o exercício de utilização do novo saber adquirido, em sua dimensão aplicada ou tecnológica (BRASIL, 2000, p. 23).

A Física possui uma maneira singular de interpretar o mundo. Tal maneira se expressa nos modos como ela representa e descreve o mundo real, assim como na

constante busca por uma forma de conceituar e quantificar grandezas e explicar fenômenos. Para tanto, aprender a lidar com o mundo requer algumas competências encontradas no processo investigativo relacionado a Física.

Ao longo da sua história, a Física foi desenvolvida junto a uma linguagem própria para a sua representação, trazendo símbolos e códigos específicos. Pode-se perceber a importância dada à Alfabetização Científica e ao Letramento Científico no ensino de Física, quando é reconhecida a existência desta linguagem própria e que o seu uso constitui uma competência necessária para a representação e comunicação referente aos assuntos relacionados à Física.

Um aspecto muito trabalhado em Física está relacionado à investigação. Isto ocorre através da identificação de questões para serem resolvidas, observações e classificações de fenômenos segundo os seus aspectos físicos. “Na abordagem desses fenômenos, a Física utiliza o método científico, uma vez que as hipóteses devem ser corroboradas por experimentos” (DIAS, 2017).

Para que seja possível a apropriação dos conhecimentos propiciados pela Física, seus teoremas, suas leis, princípios gerais e outros componentes precisam ser desenvolvidos gradualmente, levando em consideração elementos práticos próximos da realidade dos alunos; de forma que possibilite a compreensão de assuntos assumidos como abstratos para sua construção concreta, tomando como base situações reais. Para tanto, caberá ao educador verificar se os temas a serem relacionados com as aulas que ele deseja trabalhar levarão os seus estudantes a alcançar o desenvolvimento das competências desejadas a fim de alcançar bons níveis na categorização do Letramento Científico.

2.9 CATEGORIZAÇÃO DO LETRAMENTO CIENTÍFICO

De acordo com o INEP (2015) a pessoa que possui Letramento Científico está apta para participar em debates fundamentados acerca de ciência e tecnologia e, para tal, deverá conter as seguintes competências:

- Explicar fenômenos cientificamente: Neste processo, os estudantes demonstram sua compreensão, aplicando conhecimentos científicos adequados em uma situação determinada. Inclui a descrição ou a explicação científica para fenômenos e a previsão de mudanças. Pode envolver,

- também, reconhecimento ou identificação de descrições, explicações e previsões apropriadas;
- Avaliar e planejar investigações científicas: Consiste no relato e avaliação de investigações científicas, assim como a proposta de maneiras de discutir sobre questões científicas;
 - Interpretar dados e evidências cientificamente: Compreender as descobertas científicas como manifestações que atendem uma certa necessidade e também podem levar à conclusão de alguma evidência. É a capacidade de interpretação e avaliação da informação científica para a tomada de decisões baseadas em evidências científicas e sua posterior divulgação. “Analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas” (INEP, p. 7, 2015).

Em 2015, o Instituto Abramundo publicou o estudo Letramento Científico: um Indicador para o Brasil¹⁷, onde mostra uma pesquisa e uma proposta para adoção de uma metodologia própria de mensuração do Indicador de Letramento Científico para o Brasil. Deste estudo, podemos observar os elementos que alguns autores consideraram importantes para categorizar o LC.

Aqui apresentaremos as categorias criadas por autores que tentaram definir e categorizar os tipos de LC. Benjamin Shen (1975), dividiu o Letramento Científico nas categorias Letramento Científico Prático, Letramento Científico Cívico e Letramento Científico Cultural. Para isso, definiu estas categorias de acordo com os seguintes critérios:

- Letramento Científico Prático: quando o cidadão é munido de conhecimento científico que pode ser aplicado na resolução de problemas práticos, como aqueles relacionados às questões de saúde e sobrevivência;
- Letramento Científico Cívico: se refere as pessoas que possuem conhecimentos científicos suficientes para que elas possam compreender as implicações relacionadas à ciência, de maneira que elas possam participar de forma plena dos processos democráticos dentro de uma sociedade tecnológica;

17 Gomes, Anderson S. L. (org.) Letramento Científico: um indicador para o Brasil . São Paulo: Instituto Abramundo. – 2015. Disponível em < http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2014/10/ILC_Letramento-cientifico_um-indicador-para-o-Brasil.pdf>.

- Letramento Científico Cultural: esta definição se refere ao desejo humano de conhecer e compreender a ciência como uma de suas grandes conquistas.

Em 1995, Michael Shamos propôs que o letramento científico fosse categorizado de forma hierárquica e, assim como Shen (1975) considerou o Letramento Científico Cultural, porém o redefiniu. Aqui podemos analisar melhor as definições dadas pelo autor às classificações criadas por ele:

- Assim como Shen (1975 apud ABRAMUNDO, 2015), Shamos também considera o Letramento Científico Cultural, porém o interpreta como: o letramento na sua forma mais simples, a qual leva em consideração que as pessoas já possuem um conhecimento prévio e limitado para compreender informações científicas básicas;
- Letramento científico funcional: relaciona-se à necessidade de conhecimento que a pessoa deve ter para conversar sobre ciência, ler e escrever sobre assuntos científicos, mesmo que não faça uso de termos puramente técnicos, porém que a sua produção seja significativa;
- Verdadeiro letramento científico: refere-se ao indivíduo que tem realmente conhecimento sobre o empreendimento científico global, os principais processos conceituais da ciência, como eles foram obtidos, por que eles são amplamente aceitos, como a ciência alcança a ordem a partir de um universo aleatório, e o papel do experimento na ciência. Este indivíduo também aprecia elementos da investigação científica, a importância do questionamento adequado, do raciocínio analítico e dedutivo, dos processos de pensamento lógicos e de dependência de provas objetivas (ABRAMUNDO, 2015).

No estudo *Scientific Literacy: Conceptual Overview, Importance and Strategies for Improvement*, publicado em 2013 na *Journal of Educational and Social Research*, Babalola Ogunkola sintetizou as definições de LC trabalhadas por Shen (1975), Shamos (1995) e outros autores, e dividiu o LC em quatro dimensões que estão reproduzidas no quadro 1.

Quadro 1 - Dimensões do Letramento Científico

<p>Dimensão 1:</p> <p>Letramento científico nominal</p>	<p>Identifica termos e questões científicas, mas demonstra tópicos, problemas, informações, conhecimentos ou compreensões incorretas;</p> <p>Apresenta equívocos de conceitos e de processos científicos;</p> <p>Fornece explicações insuficientes e inadequadas de fenômenos científicos;</p> <p>Expressa princípios científicos de uma forma ingênua.</p>
<p>Dimensão 2:</p> <p>Letramento científico funcional</p>	<p>Utiliza vocabulário científico;</p> <p>Define termos científicos corretamente;</p> <p>Memoriza palavras técnicas.</p>
<p>Dimensão 3:</p> <p>Letramento científico conceitual e procedimental</p>	<p>Compreende esquemas conceituais da ciência;</p> <p>Compreende conhecimentos e habilidades da ciência processual;</p> <p>Compreende as relações entre as partes de uma disciplina científica e a estrutura conceitual da disciplina;</p> <p>Compreende os princípios e os processos organizacionais da ciência.</p>
<p>Dimensão 4:</p> <p>Letramento científico multidimensional</p>	<p>Compreende as qualidades únicas da ciência.</p> <p>Diferencia a ciência de outras disciplinas.</p> <p>Sabe a história e a natureza das disciplinas de ciências.</p> <p>Compreende a ciência em um contexto social.</p>

Fonte: Letramento Científico: um indicador para o Brasil. São Paulo: Instituto Abramundo. – 2015, p. 33.

Tomando como base os conceitos de LC, reelaborados com a divisão em dimensões feitas por Ogunkola (2013), analisaremos os requisitos definidos para a classificação na Dimensão 1: Letramento Científico Nominal e Dimensão 2: Letramento Científico Funcional.

Estas dimensões foram escolhidas para a análise do objeto da pesquisa após realizado o contato com alguns dos alunos participantes da investigação, em um diálogo sobre a importância do uso da experimentação nas aulas de Física. Neste contato foi percebido que poucos deles utilizavam um vocabulário com termos científicos, sabendo fazer a definição destes termos, enquanto outros participantes não utilizaram termos científicos ou não diferenciaram as disciplinas das ciências naturais de outras ciências.

Quando abordada a questão da utilização da robótica pedagógica em aulas e projetos de Física, era perceptível a empolgação dos alunos na forma como falavam sobre a robótica (na utilização e definição de alguns termos técnicos), as possíveis vantagens que eles viam sobre trabalhar com este recurso pedagógico e as relações que faziam com assuntos do cotidiano.

Entretanto, partir para análise das Dimensões 3 e 4 não seria adequado para o momento, pois os alunos não possuem conhecimento suficiente para justificar a investigação dentro destas dimensões, assim como fazer uma análise que contemple as quatro dimensões requer um tempo maior e um conhecimento mais aprofundado do pesquisador, sendo inviável fazê-lo durante o período da pesquisa para a conclusão do mestrado.

3. ROBÓTICA EDUCACIONAL

3.1 O QUE É UM ROBÔ?

Segundo a Robotics Industries Association (2009, apud DE LUCA, 2012, p.2), podemos definir robô como

Um manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis programados para desempenhar uma variedade de tarefas.

Tal afirmação é compartilhada por Brito (2016) ao declarar que um robô (ou *robot*) pode ser definido com um dispositivo, ou um conjunto de dispositivos eletromecânicos com a capacidade de realizar trabalhos de forma autônoma, pré-programada ou sob total controle do homem.

No passado, um robô era definido com uma máquina que consistia basicamente em um dispositivo mecânico, composto por motores, engrenagens, articulações entre outros itens (MATARIC, 2014). Porém, “as noções de robô passaram a incluir pensamento, raciocínio, resolução de problemas e até mesmo emoções e consciência” (MATARIC, 2014, p. 18).

Para Martins (2006), a robótica é considerada a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real, com pouco ou mesmo nenhuma intervenção humana. Não obstante, Mataric classifica a “robótica como o estudo dos robôs, o que significa que é o estudo da sua capacidade de sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional” (MATARIC, 2014, p. 21).

Podemos considerar o robô como um sistema que contém sensores, sistemas de controle, manipuladores, suprimentos de energia e softwares trabalhando de forma integrada para executar uma tarefa. Projetar, programar e testar um robô requer habilidades encontradas nas áreas da física, engenharia mecânica, engenharia elétrica, engenharia civil, matemática e computação, entre outras.

3.2 BREVE HISTÓRICO DA ROBÓTICA: DO SURGIMENTO À INDÚSTRIA

Ao pensar sobre a palavra robô, diversas imagens criadas pela ficção científica podem surgir em nossas mentes-- como os robôs R2D2 e C3PO da famosa franquia *Star Wars*; ou outros robôs com formas humanas e que existiam para servir os seus criadores, como Rosie, no desenho animado *Os Jetsons*; no campo científico, pode-

se pensar no robô Rover Sojourner, utilizado na exploração da superfície de Marte na missão Mars Pathfinder.

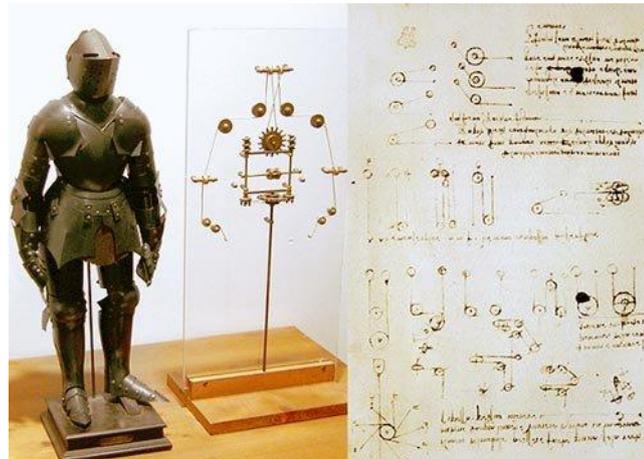
Pesquisas mostram que o primeiro robô criado pelo homem foi de autoria do engenheiro grego Filão de Bizâncio. Ele foi engenheiro, autor de estudos em mecânica e viveu durante a segunda metade do século III DC. Entre suas diversas invenções está o robô humanoide com aparência de um serviçal, que segurava um jarro contendo vinho na sua mão direita. Quando uma taça de vinho era colocada na palma da sua mão esquerda, ela automaticamente servia vinho e, em seguida, servia água na mesma taça para diluir o vinho- se assim fosse desejado. O robô foi criado através de um complexo projeto contendo reservatórios, cânulas, tubos de ar, molas e rolamentos que interagiam através das ações de peso, pressão do ar e vácuo. Este é o robô mais antigo criado pelo homem (HOLLOWAY, 2014).

A história da robótica também possui ligação com o surgimento das primeiras máquinas automatizadas de meados do século XI (DO CARMO, 2017). Na Idade Média, ganharam destaque os relógios que possuíam dispositivos automatizados.

Em 1206, Ibn al-Razzaz al-Jazari (Al-Jazari), publicou a sua obra *Compêndio sobre a Teoria e Prática das Artes Mecânicas*. Sua obra contém projeto de autômatos descritos de forma bastante detalhada, podendo ser reconstruídas por engenheiros. O seu livro traz ilustrações sobre dispositivos de elevação de águas, relógios, bebedouros e uma potente bomba d'água acionada por um pistão horizontal. Esses dispositivos e outras máquinas construídas por Al-Jazari lhe conferiram o título de pai da robótica (ATHENA, 2015).

No ano de 1495, Leonardo da Vinci projetou um autômato complexo (figura 1), com formato humanoide e que, de acordo com os seus esboços, poderia movimentar-se como humanos (sentar, mover os braços, torcer o pescoço e movimentar a cabeça). O robô se assemelhava a um guerreiro ou cavaleiro, vestido com uma armadura medieval (ROBÔ LIVRE, 2012).

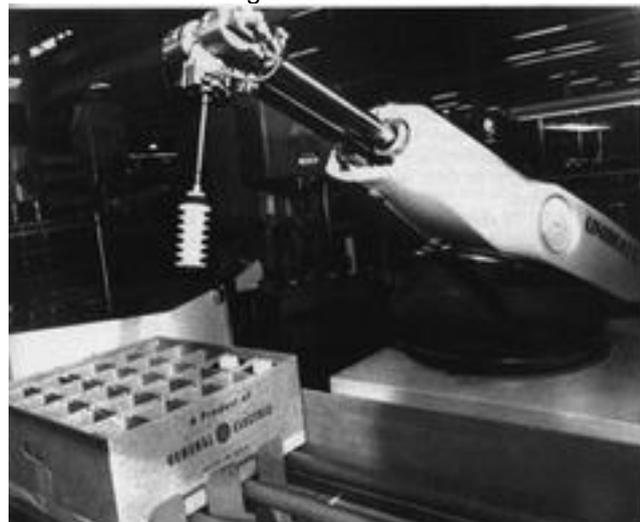
Figura 1- Robô de DaVinci.



Fonte: Wittystore.

No ano de 1950, W. Grey Walter construiu o Tortoise. O robô de Walter foi um dos primeiros robôs móveis dos quais se têm conhecimento. Sua criação era capaz de seguir uma fonte de luz e desviar de obstáculos (ROBÔ LIVRE, 2012), porém o primeiro robô verdadeiramente moderno foi inventado em 1954 por George C. Devol e ele se chamava Unimate (CRUZ, 2013). No ano de 1961, o Unimate (figura 2) se tornou o primeiro robô industrial a trabalhar na linha de montagem de uma fábrica da General Motors em Nova Jersey. Sua programação fazia com que ele pudesse desempenhar a função de executar soldagem em automóveis.

Figura 2- Unimate



Fonte: Bowery Boys History

3.3 ROBÓTICA PEDAGÓGICA OU ROBÓTICA EDUCACIONAL?

Ao longo dos anos tem-se estudado diversas maneiras de empregar os fundamentos da robótica na elaboração de propostas pedagógicas voltadas aos mais diversos espaços de ensino e aprendizagem (CÉSAR, 2013). Tais propostas buscam contemplar a construção de ambientes que agreguem características transdisciplinares com o objetivo de favorecer o desenvolvimento criativo e autônomo para lidar com situações cotidianas.

Entende-se por Robótica Educacional (RE), a utilização ou reutilização de alguns conceitos de robótica industrial, em um ambiente de aprendizagem (DOS SANTOS, POZZEBON, FRIGO, 2013) que tem como principal objetivo “promover o estudo de conceitos multidisciplinares, como física, matemática, geografia, português, informática, entre outros” (TORCATO, 2012, p. 2) onde o estudante tem acesso a computadores, componentes eletroeletrônicos e mecânicos, que podem ser programados com diferentes tipos de linguagens computacionais. Outros estudiosos, como Santos (2012) inclui o termo Robótica Pedagógica como sinônimo de Robótica Educacional e inclui na sua definição que ela também pode tratar de ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares.

Entre os profissionais de educação, as propostas pedagógicas que envolvem robótica recebem diversas denominações, das quais se destacam dois termos: “Robótica Educativa” e/ou “Robótica Pedagógica ou Educacional” (CÉSAR, 2013, p. 54).

Para César (2013), o termo “educativo” está relacionado à toda e qualquer experiência do cotidiano que resulte em aprendizado. Ele também nos diz que os processos denominados como educativos recebem esta nomenclatura por se tratar de processos que aconteceram sem que houvesse um planejamento pedagógico, sendo desenvolvido de forma não sistematizada.

A utilização do termo pedagógico ou educacional, relaciona-se à promoção da elaboração de

Conteúdos/ações específicas nas diversas áreas de conhecimento, de forma crítica, reflexiva e sistematizada – planejada/organizada – a

partir da utilização de estratégias e metodologias, visando a atingir/alcançar resultados previstos por um ou vários objetivos. Enfim, enquanto no ato educativo, os conteúdos/ações (fatos pedagógicos) são espontâneos, assistematizados, sem metodologia; no ato pedagógico ou educacional, os conteúdos/ações são previamente pensados e planejados (CÉSAR, 2013, p. 54)

Em adição, o autor aponta que, há certa dificuldade por parte de alguns estudiosos da área da educação no que se refere a separação dos termos “educacional/pedagógico” e “educativo”. Porém estes termos se complementam no tocante de suas ações e conteúdos, tomando como exemplo o fato de o educador, por vezes, utilizar de acontecimentos do dia a dia (ações educativas, pois não aconteceram sob um planejamento pedagógico) para que seja alcançado um objetivo educacional (planejado pedagogicamente).

Neste trabalho utilizaremos o conceito definido por César (2013) para o termo Robótica Pedagógica ou Educacional:

Robótica Pedagógica ou Educacional refere-se ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento (CÉSAR, 2013, p. 55).

Buscando uma forma de integrar dinâmicas tecnológicas no cotidiano escolar, algumas instituições têm buscado na robótica educacional ferramentas que tornem o ambiente escolar atraente, despertando o interesse dos alunos ao conhecimento científico por meio das aplicações práticas que essa atividade disponibiliza. Diversas pesquisas corroboram com essa afirmativa, a exemplo de Benitti (2012) e Miranda & Suano (2009) quando mostram que a utilização da RP ao longo das aulas pode proporcionar experiências educacionais mais enriquecedoras e também funciona como um agente facilitador à aprendizagem de conteúdos trabalhados pelos alunos, devido à motivação que a RP traz consigo; e Zilli (2004) aponta que a robótica educacional possibilita ao estudante desenvolver habilidades e competências como trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico.

3.3.1 Teorias que apoiam a robótica educacional

O trabalho de Papert (1980) sobre a linguagem de programação LOGO, que inicialmente trabalhava aspectos ligados à geometria com o seu robô-tartaruga foi fundamentado na teoria do Construcionismo.

Inicialmente, dentro do domínio da robótica pedagógica, houve uma mudança gradual da teoria do construtivismo trabalhado por Piaget (1971) para o método educacional moderno de Papert (MUBIN et al, 2013). A teoria do construtivismo afirma que o conhecimento desenvolvido pelos estudantes é moldado pelas coisas que eles conhecem e experimentam. Seymour Papert acrescenta ao construtivismo a noção construcionista, quando afirma que o aprendizado ocorre quando um aluno constrói um artefato físico e reage na sua experiência de resolução de problemas com base na motivação para a construção deste artefato (PAPERT, 1994).

Nos currículos escolares, a robótica pedagógica se baseia em práticas voltadas ao desenvolvimento do pensamento e criatividade dos alunos, através de propostas relacionadas à resolução de problemas (KABATOVA & PEVAROVA, 2010; YOUSUF, 2008).

Os robôs também servem como uma ponte para que os alunos compreendam os seres humanos e fenômenos da natureza. Ao trabalhar a captação de imagens ou de espectros de cores, através dos sensores utilizados para a percepção de luz e cores, os alunos podem compreender os processos envolvidos na percepção e geração de imagens pelo olho humano, assim como os fenômenos físicos relacionados aos assuntos de ondulatória, etc. Este é o aspecto do Construcionismo, onde o aprendizado é uma função do que os alunos conhecem no mundo real e o que eles inferem no mundo virtual.

A RP tem se mostrado um campo onde diversas teorias, métodos e metodologias podem ser trabalhados. A exemplo, podemos observar os princípios da aprendizagem ativa (HARMIN & TOTH, 2006) e o aprendizado por design (GOLDMAN; EGUCHI & SKLAR, 2004) que defendem o uso da experimentação em uma abordagem prática para promover a motivação dos estudantes; O conceito de mente estendida (CLARK & CHALMERS, 1998), que defende o aprendizado através da interação com ferramentas e artefatos; E uma das grandes teorias que também se relaciona com a RP, proposta por Vygotsky (1978), é o Construtivismo Social. Nessa teoria Vygotsky, de forma análoga a Piaget, entende que a aprendizagem significativa

ocorre através da interação entre o sujeito, os objetos de aprendizagem e outros sujeitos (professores ou outros alunos). Sua teoria se difere do Construcionismo (PAPERT, 1994) e do Construtivismo (PIAGET, 1971), quando ele põe em segundo plano as questões relacionadas à experimentação e destaca a importância do papel da linguagem e aos contextos culturais no processo de construção de conhecimento e desenvolvimento cognitivo (MARQUES, 2007).

Dando continuidade à abordagem sobre as teorias pedagógicas que apoiam a RP, discutiremos sobre os trabalhos de Piaget (1971) e Papert (1980) sobre as Teorias Construtivista e Construcionista.

3.3.2 Jean Piaget e a teoria construtivista

O epistemólogo suíço Jean Piaget (1978), no livro *A Epistemologia Genética/ Sabedoria e Ilusões da Filosofia/ Problemas de Psicologia Genética*, traz indagações sobre a origem do conhecimento (se ele é proveniente dos objetos e passa aos sujeitos, como suposto pelo empirismo tradicional, ou se o processo é inverso-- o sujeito já está dotado de estruturas endógenas que aguardam pela sua maturação, como descrito no apriorismo). O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma diferenciação completa e não de intercâmbio entre formas distintas.

“A Epistemologia Piagetiana, por outro lado, tinha o duplo objetivo de criar um método que pudesse oferecer os controles do processo cognitivo e, sobretudo, o retornar às origens desta produção cognitiva” (OBANA, 2015, p. 16).

Piaget (1978) critica o empirismo ao dizer que o nosso conhecimento não é modelado diretamente pelas coisas que observamos. Nós sempre interpretamos de acordo com as nossas próprias estruturas. O autor defende que o conhecimento não pode ser transferido ou dado a outra pessoa: o conhecimento é sempre uma assimilação ou interpretação.

O conhecimento não está pré-fabricado e resultaria das interações entre o homem e o meio, intermediadas por fatores biológicos (PIAGET, 1978). Sob essa ótica, cada um de nós estaria continuamente produzindo conhecimento, estruturando e reestruturando o que se sabe num processo de assimilação ou interpretação.

Piaget (1978) traz o conceito de Estruturas Operativas, que são uma forma internalizada de ações coordenadas em um sistema lógico fechado e podem ser coordenadas entre si mesmas. Ele define operações como formações que podem ser reversíveis. Nesse contexto, o desenvolvimento da inteligência se daria como uma série de construções prolongadas do desenvolvimento biológico. As construções sequenciais consistem de sucessivos passos divididos nos seguintes períodos:

1. **Sensório-motor:** manifesta-se antes do desenvolvimento da linguagem, quando as noções de espaço e tempo são construídas pela ação e o contato com o meio é direto e imediato, sem representação ou pensamento. Este estágio se manifesta dos 0 a 2 anos de idade.
2. **Pré-operatório:** é o estágio onde acontecem as primeiras representações através da linguagem. Este estágio também é conhecido como Inteligência Simbólica. A criança pode agir por simulação, possui percepção global sem priorizar detalhes e ainda não consegue desenvolver, abstratamente, noções de empatia; este estágio vai dos 2 a 7 anos de idade;
3. **Operatório:** Neste estágio a criança desenvolve noções de ordem, espaço, tempo e consegue realizar abstrações sobre diversos dados da realidade, “aparecimento da noção de invariância, sucessivamente, aparecem as noções de conservação de substância, de peso e de volume” (OLIVEIRA, 2005, p.107), assim como obtém foco na manipulação de objetos; este estágio vai dos 7 aos 11 anos de idade;
4. **Operatório-Formal:** As crianças podem discutir sobre hipóteses assim como os objetos devido a capacidade de realizar abstrações totais; este estágio vai dos 12 anos de idade em diante.

Fundamentado na teoria do aprendizado desenvolvida por Piaget, Seymour Papert desenvolveu a concepção sobre a computação educacional e o Construcionismo, na qual o estudante não era visto como um indivíduo que apenas respondia aos estímulos externos, porém era visto como um ser capaz de analisar e interpretar suas vivências para construir o seu conhecimento.

3.3.3 Seymour Papert e o Construcionismo: aprender fazendo

Seymour Papert foi um matemático e um dos pioneiros da inteligência artificial. Além disso, ele é internacionalmente reconhecido como um dos pensadores pioneiros nas questões que envolvem o uso de computadores na educação. Matemático por formação, sua colaboração com Jean Piaget na Universidade de Genebra, o levou a considerar o uso da matemática a serviço da compreensão de como as crianças podem aprender e pensar (SCHOFIELD, 2016).

Papert nasceu e cresceu na África do Sul, onde foi ativista no movimento anti-apartheid. No início dos anos 1960, Papert introduziu a ideia sobre o uso dos computadores como instrumentos para a aprendizagem e promoção da criatividade, inovação e concretização do pensamento computacional. Em adição, conduziu pesquisas sobre o uso de um computador pessoal, onde cada criança teria acesso ao seu próprio equipamento, como instrumento facilitador do desenvolvimento do conhecimento e aprendizagem.

Ainda nos anos 1960, Papert foi para o MIT onde, junto a Marvin Minsky, fundou o Laboratório de Inteligência Artificial e foi coautor da obra *Perceptions*, lançada em 1970. Foi nos seus laboratórios que as crianças tiveram a chance de usar o computador para criar gráficos para representar os conceitos geométricos e matemáticos. A linguagem de programação Logo foi concebida pelos trabalhos de pesquisa de Papert e sua equipe, assim como os primeiros brinquedos que contavam com elementos computacionais embarcados da linha Lego-Logo (ELLISON, 2017).

Autor das obras¹⁸: *Mindstorms: Children Computers and Powerful Ideas*, publicado em 1980; *A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática* (originalmente lançado em 1993); *Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap* (lançado em 1996), entre diversos artigos e outros trabalhos sobre educação, aprendizagem e pensamento.

Baseado nas ideias do construtivismo, Papert apresenta a sua teoria, o Construcionismo, como sendo a sua “reconstrução pessoal do Construtivismo” e complementa que

Apresenta como principal característica o fato de que examina mais de perto do que os outros *-ismos* educacionais a ideia da construção

¹⁸ Works by Seymour Papert, Ph.D. Disponível em <<http://www.papert.org/works.html>>.

mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção (...) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados (PAPERT, 1994, p. 127-128).

Mesmo quando você parece estar transmitindo com sucesso informações contando-as, se você pudesse ver os processos cerebrais em funcionamento, observaria que você pensa estar “transferindo”. O *Construcionismo* também possui a conotação de “conjunto de construção”, iniciando com conjuntos no sentido literal, como o Lego, e ampliando-se para incluir linguagens de programação consideradas como “conjuntos” com os quais não apenas tortas, mas receitas e formas de Matemática-em-uso são construídas. (PAPERT, 1994, p. 127).

E complementa (idem, 1994, p. 125) “a atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista – a meta é ensinar a produzir a maior aprendizagem a partir do número mínimo de ensino”.

O autor mostra a importância necessária à externalização do processo de elaboração mental, uma vez que a sua teoria construcionista une o trabalho intelectual aliado à sua externalização, através de variados recursos disponíveis. Desta forma, o uso da tecnologia computacional na educação pode proporcionar uma grande flexibilidade na expressão da elaboração mental através de meios tangíveis ou não. O Construcionismo, dentro de uma visão mais simplificada, se caracteriza como um modo de aprendizado que requer a construção de algo para que se possa compreender o seu funcionamento. Através das bases do Construcionismo, foi desenvolvida a linguagem de programação LOGO que, futuramente, em parceria com a fabricante Lego, deu origem aos kits de Robótica Educacional Lego.

3.3.3.1 As origens do projeto logo

As origens do projeto LOGO surgiram na Bolt, Beranek e Newman, Inc. (BBN Inc.), no seu Departamento de Tecnologia Educacional, fundado por Wally Feurzeig, em 1965. Wally foi um dos primeiros a sugerir que as crianças poderiam programar os computadores e não apenas receber lições deles. Ele teve a ideia de criar uma

linguagem na qual a "linguagem" fosse o dado. A Logo herdou muitas ideias do Lisp¹⁹ (família de linguagens de programação desenvolvida por John McCarthy em 1958), mas teve a sua lista de tipos de dados especializada em palavras e sentenças, de modo que uma sentença é construída por palavras ao invés de caracteres como na maioria das linguagens de programação atuais. Para Wally (1965), a Logo foi desenvolvida no intuito de ser uma linguagem bastante expressiva, porém acessível à construção, exploração e investigação de ideias e processos em matemática, ciências, linguagem e música, dando às crianças um ambiente de aprendizagem rico e interessante (WATTERS, 2015).

Criada no final da década de 1960, a linguagem Logo foi concebida sob a proposta de fazer a criança utilizar o computador diferente da maneira proposta pelos programas tutoriais e de instrução programada. Pelo fato de não existir uma resposta única (ou correta) a ser dada para que se alcance o objetivo proposto em alguma atividade. A criança é a responsável por ensinar o computador a concluir a ação através dos comandos, podendo agir de forma livre e assim construir o seu conhecimento através da prática da reflexão sobre os comandos dados.

Mais tarde, a invenção gráfica da tartaruga de Seymour Papert, tornou-se a versão mais popular da Logo, ao ponto de muitas pessoas não conhecerem outras funcionalidades da linguagem (LOGO FOUNDATION, 2015).

Em 1984, Kjeld Kirk Kristiansen, o então diretor executivo da Lego passou a acompanhar o trabalho de Papert e a notar as semelhanças que a sua linguagem de programação Logo, desenvolvida para controlar os "robôs-tartaruga", e o Construcionismo possuíam com a metodologia de construção usando os blocos de montagem Lego e o kit que, à época, a empresa havia lançado e consistia de bloco de montagens, pneumáticos e motores. Kristiansen passou a se interessar pela possibilidade de expandir a experiência de aprendizagem lúdica do Lego para a possibilidade de criação e controle (programação) das suas criações. Deste interesse surgiu a parceria Lego-MIT Media Lab e criação dos blocos programáveis (WATTERS, 2015).

19

Atualmente consiste em uma família de linguagens, todas inspiradas no Lisp original desenvolvido por John McCarthy em 1958. Disponível em < <http://www.itexto.net/devkico/?p=163>>.

De acordo com Audrey Watters (2015), embora uma das primeiras aplicações do Logo envolvesse o robô-tartaruga, o advento dos computadores pessoais transferiu a linguagem de programação do chão para a tela do computador. Lego-Logo, um projeto desenvolvido por Mitch Resnick e Steve Ocko, trouxe a programação para fora do computador novamente, levando-a para o mundo físico, mas desta vez com algumas particularidades – as crianças passaram a criar as suas próprias máquinas (robôs) e não utilizavam as tartarugas já pré-fabricadas.

O Media Lab e a Lego desenvolveram o TC Logo (vendido apenas para escolas) e mais tarde o Control Lab (Laboratório de Controle), que traziam um pouco mais de comandos que o tradicional Logo – além da programação dos movimentos para frente, para trás, girar e repetir – com o Control Lab era possível controlar sensores, ligar e desligar motores.

Parecido com os primeiros robôs-tartaruga, os blocos programáveis Lego ainda necessitavam ser conectados aos computadores por meio de fios. Devido a esta dificuldade, Papert sugeriu o desenvolvimento de um bloco Lego totalmente programável que pudesse servir como computador. Porém o desafio se encontrava em conseguir construir um bloco com a superfície na mesma aparência das dos blocos Lego, leve, pequeno, barato e que pudesse se conectar a qualquer modelo Lego.

No ano de 1998, a Lego lançou a linha Mindstorms (figura 3) que passou por três gerações (AZEVEDO et al, 1999):

1. Geração: Robotics Invention System. O seu bloco programável se chamava RCX (Robotic Command eXplorers) e utilizava a o código de programação RCX ou o código ROBOLAB – lançada em 1998;
2. Geração: Mindstorms NXT. Continha três servos motores, um sensor de luz, um de som e um de distância. O software para programação da linha voltada ao varejo era o NXT-G e o voltado para a linha educacional utilizava o software ROBOLAB – lançada em 2006 e ainda muito utilizada nos dias de hoje;
3. Geração: Mindstorms EV3. Geração que apresenta o modelo mais avançado. O bloco programável opera com Linux, possui conexões WiFi e Bluetooth, além de dois motores grandes, um motor médio, dois sensores de toque, um sensor de cor, um giroscópio e um sensor

ultrassônico. A linha voltada ao varejo possui mais blocos de montagem para a construção do robô desejado do que os que vêm na versão voltada à educação. – Lançada em 2013;

Figura 3 - Evolução da linha Lego Mindstorms. LEGO MINDSTORMS (RCX), LEGO MINDSTORMS NXT e LEGO MINDSTORMS EV3.



Fonte: Laures Valk, 2013 <http://robotsquare.com/2013/07/16/ev3-nxt-compatibility/>

O lançamento do Lego Mindstorms em 1998 coincidiu com a fundação da FIRST Lego League – parceria entre a Lego e a FIRST, organização criada inicialmente pelo inventor Dean Kamen e que tinha como objetivo impulsionar os interesses dos estudantes às áreas de engenharia e tecnologia.

Quando o Lego Mindstorms NXT foi lançado em 2006, os debates sobre Ciência, tecnologia, engenharia e matemática, passaram a se tornar mais presentes nos debates sobre educação. Nesta mesma época, a robótica passou a ser vista como uma forma mais atrativa para envolver os alunos em questões ligadas à engenharia.

O trabalho realizado com a robótica educacional atraiu os olhares de diversos pesquisadores e instituições. A partir desse interesse, a robótica pedagógica tomou filosofia e modo de produção e implementação diferenciados, surgindo assim a robótica proprietária ou comercial e a robótica pedagógica livre.

3.4 ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE OU PROPRIETÁRIA?

Iniciemos a nossa discussão com a definição trabalhada por CÉSAR (2013) para a Robótica Pedagógica:

Conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento (CÉSAR, 2013, p. 55).

Mas o que o termo “Livre” traz à definição da Robótica Pedagógica? A Robótica Pedagógica Livre (RPL) apresenta uma proposta baseada nos fundamentos do Software Livre e Hardware Livre, com soluções alternativas aos produtos comerciais. Tais produtos comerciais fazem parte da Robótica Proprietária. Grande parte das instituições de ensino utilizam kits de robótica padronizados e com custo bastante elevado.

Ao propor a utilização de softwares livres para a programação dos robôs (como soluções baseadas em Linux) e o uso de sucatas de equipamentos eletrônicos e outros materiais que podem ser reciclados na construção de artefatos cognitivos, os projetos baseados na proposta da RPL proporcionam a construção de kits de robótica educacional que se adequam à realidade social de cada ambiente escolar.

Na análise comparativa realizada por Costa e Guedes (2015), os pesquisadores apresentam, com detalhes, informações acerca de três kits de RP utilizados em algumas escolas brasileiras. Nessa pesquisa, ganharam destaque os kits de Robótica Pedagógica Proprietária Lego Mindstorm, Modelix e os baseados na plataforma Arduino—voltados à RPL.

Os kits de RP têm uma composição básica de três elementos: hardware, software e documentação. O hardware pode ser dividido em três subgrupos (COSTA & GUEDES, 2015):

1. Unidade programável: Parte composta por microcontroladores que receberão os algoritmos (programas escritos) pelos alunos e alunas. Em alguns kits, como o Lego, recebem o nome de “bloco programável”;
2. Componentes estruturais: Fazem parte dos componentes estruturais os elementos utilizados na composição física do robô e com os quais o seu “corpo” é montado. Como exemplo, temos as rodas, esteiras, blocos de montagem, parafusos, eixos, polias, etc;
3. Componentes eletrônicos: Estes componentes estão ligados aos recursos de movimento, como motores; e também na interação do robô com o ambiente, como os sensores.

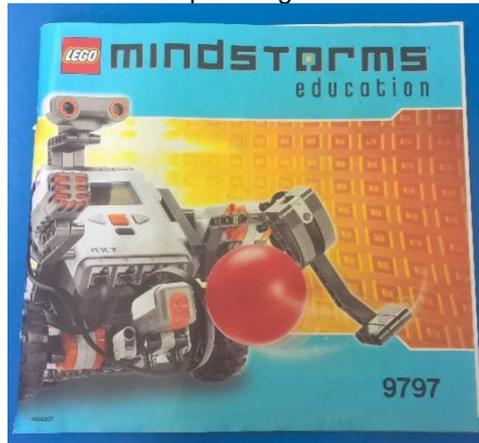
O software que compõe os kits de RP está voltado às suas linguagens de programação e podem ser classificadas como (COSTA & GUEDES, 2015):

- Linguagem de programação textual: Esta linguagem de programação pode ser desenvolvida especificamente para o próprio kit e possuir uma biblioteca de comandos específica, ou ser baseada em linguagens de programação já conhecidas como Java, C/C++, Python, etc;
- Linguagem de programação gráfica: Este tipo de linguagem é dotado, como o seu próprio nome diz, de elementos gráficos que irão auxiliar o aluno ou a aluna a compor o seu código de programação (ou o programa propriamente dito). Tais elementos gráficos são compostos por ícones, imagens que descreve ações diversas e, normalmente, possuem uma interface mais atrativa para as crianças.

No tocante da documentação, os kits são compostos por:

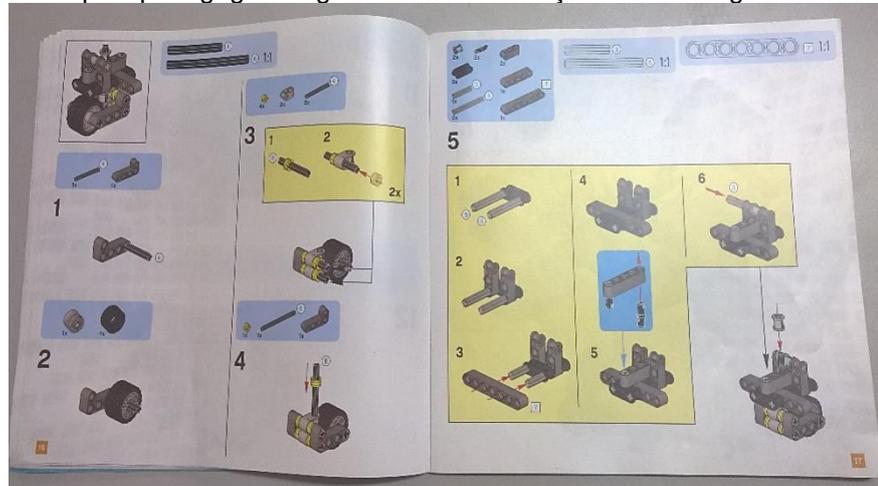
1. manual do usuário: O manual do usuário tende a apresentar uma relação dos materiais que estão disponíveis nos kits, assim como instruções para montagem do robô e manipulação do software responsável pela programação do equipamento;
2. documentação técnica: Apresenta dados mais detalhados a respeito dos componentes do kit, como informações específicas de hardware e software que irão orientar o usuário em questões referentes à extensibilidade dos artefatos que podem ser construídos utilizando o kit escolhido;
3. material de apoio pedagógico: Este material, geralmente, é fornecido no formato de revistas e podem acompanhar os kits ou serem adquiridos de forma individual. O material pedagógico é desenvolvido com instruções para os estudantes utilizarem os kits, assim como possuem propostas de atividades para serem realizadas pelos professores, como podem ser vistos nos fascículos da Lego Zoom ilustrados nas figuras 4 e 5.

Figura 4 - Material de apoio LegoZoom



Fonte: SILVA, Heitor F.

Figura 5 - Material de apoio pedagógico Lego Zoom com instruções de montagem do robô



Fonte: SILVA, Heitor F.

No ano de 2012, Pernambuco se tornou um estado pioneiro na adoção da Robótica Pedagógica para o Ensino Médio na sua rede estadual de ensino. Para dar suporte à adesão dessa nova metodologia nas escolas, foi realizado um contrato com a Lego Zoom para a compra de kits de robótica Lego e formação de professores da rede.

3.5 A ADOÇÃO DA ROBÓTICA PEDAGÓGICA NA REDE PÚBLICA DE ENSINO DE PERNAMBUCO

Pernambuco foi o primeiro estado do Brasil a adotar a Robótica Pedagógica em larga escala nas escolas de Ensino Médio (PERNAMBUCO, 2012). A RP foi adotada como um recurso capaz de mudar a realidade do ensino das ciências exatas, como Física e Matemática.

A implantação da Robótica no cotidiano escolar dos alunos da Rede Pública de Ensino de Pernambuco começou no ano de 2012, através da aquisição de kits de Robótica Pedagógica Proprietária da Lego Zoom²⁰. Este investimento custou dezoito milhões de reais²¹ à população de Pernambuco. À época do investimento, foi anunciado que um total de 3500 kits²² seriam distribuídos para um total de 324 escolas da rede, chegando ao alcance de cerca de 130 mil alunos²³.

De acordo com o portal Todos Pela Educação (2011)²⁴, após os investimentos em projetos que envolviam a utilização de tablets, internet sem fio, lousa digital e projetor multimídia na sala de aula, o governo do estado decidiu investir na RP devido ao seu caráter transdisciplinar e principalmente voltado às Ciências Exatas. O investimento também se justificava como um meio para se atingir melhores resultados no Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE), no qual os alunos e alunas da rede estadual de ensino obtiveram baixos resultados no exame de avaliação realizado no ano de 2010²⁵.

Para os pesquisadores Basílio e Pereira (2015, p. 2),

O Ensino Médio nas escolas públicas brasileiras possui muitas lacunas a serem preenchidas. Observamos em nosso cotidiano escolar, que o déficit de aprendizagem dos nossos discentes é enorme e mais dificuldades surgem a cada dia.

As aulas de robótica são priorizadas nas Escolas de Referência do Ensino Médio (EREM) e nas Escolas Técnicas Estaduais (ETE). Em entrevista à Folha de Pernambuco, em matéria publicada em 10 de outubro de 2016²⁶, a gerente de

²⁰ Pernambuco na onda da robótica. <<https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/dez-anos-de-educacao-em-pernambuco/2016/10/10/NWS,1832,70,512,NOTICIAS,2190-PERNAMBUCO-ONDA-ROBOTICA.aspx>>

²¹ Robótica na rede estadual. Disponível em: <<https://www.sintepe.org.br/site/v1/index.php/saiunamidia/2010-robotica-na-rede-estadual>>.

²² <http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=37&art=365>

²³ Folha de Pernambuco. Pernambuco na onda da Robótica. 10 de outubro de 2016. Disponível em < <http://www.folhape.com.br/noticias/noticias/dez-anos-de-educacao-em-pernambuco/2016/10/10/NWS,1832,70,512,NOTICIAS,2190-PERNAMBUCO-ONDA-ROBOTICA.aspx>>.

²⁴ <http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-na-midia/indice/20700/robotica-na-rede-estadual>

²⁵ Diário de Pernambuco. Robótica na Rede Estadual. Vida Urbana. 11 de dezembro de 2011.

²⁶ Pernambuco na onda da Robótica: Utilização dos kits de robótica nas salas de aula aumenta interesse e ajuda na evolução da rede estadual. Disponível em <<https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/dez-anos-de-educacao-em-pernambuco/2016/10/10/NWS,1832,70,512,NOTICIAS,2190-PERNAMBUCO-ONDA-ROBOTICA.aspx>>.

Políticas Educacionais do ensino Médio, Raquel Queiroz, declara que a robótica “é um tema transversal nas aulas de Matemática ou de Física, dependendo do conteúdo a ser aplicado em sala de aula. Não entrou na matriz curricular, mas é obrigatoriedade de a escola oferecer para o estudante.”

Ao voltar os olhares para os investimentos realizados em RP pelo Governo do Estado de Pernambuco na rede de ensino pública, surgem alguns questionamentos, que não serão respondidos nesta dissertação, como: Os alunos realmente estão usufruindo deste de ensino? Os professores, especialmente os das áreas de Ciências Exatas, Ciências da Natureza e Linguagens estão preparados para utilizar esta ferramenta pedagógica em suas aulas? Os investimentos em RP possuem impacto positivo no Letramento Científico dos alunos da cidade do Recife que fazem parte da Rede Estadual de Ensino de Pernambuco? Os professores, especialmente os das áreas de Ciências Exatas, Ciências da Natureza e Linguagens estão preparados para utilizar esta ferramenta pedagógica em suas aulas? Os investimentos em RP possuem impacto positivo no Letramento Científico dos alunos da cidade do Recife que fazem parte da Rede Estadual de Ensino de Pernambuco?

Na tentativa de responder as perguntas apresentadas no parágrafo anterior, buscou-se realizar uma pesquisa, via mapeamento sistemático da literatura, sobre o uso da RP no letramento científico para a democratização do conhecimento científico. Detalhes acerca desse mapeamento serão apresentados no capítulo 4 desta dissertação.

4. MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Um mapeamento sistemático da literatura é uma metodologia de pesquisa que objetiva identificar, avaliar e interpretar pesquisas relevantes à uma questão de pesquisa proposta (KITCHENHAM, 2009). Esta forma de estudo identifica lacunas onde novos estudos primários são necessários e agrupamentos de evidências que podem levar a novas revisões sistemáticas (NAKAGAWA, Elisa Y. 2013).

Por se basear em um protocolo de pesquisa, este mapeamento pode ser reproduzido por outros pesquisadores. Os itens que constituem este protocolo são: objetivos de busca, palavras-chave, filtros, mecanismos de busca acadêmica (MBA), critérios de exclusão/inclusão, e dados a serem levantados (OLIVEIRA, HOUNSELL e KEMCZINSKI. 2014).

Ao iniciar este trabalho, optou-se por realizar um mapeamento sistemático para que pudessem ser verificadas as pesquisas e outros levantamentos acerca do uso da RP no letramento científico para a democratização do conhecimento científico.

Na definição do protocolo do mapeamento, optamos por escolher trabalhos na língua portuguesa, publicados entre os anos de 2010 e 2017. A string de busca foi definida como ("Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos")AND(alfabetização)OR(Letramento)OR("Democratização do Conhecimento"), considerando o título dos trabalhos. Como base de dados, inicialmente foram escolhidos o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Ao executar as buscas nas bases, nenhum trabalho foi encontrado utilizando a string criada. Sendo assim, optamos por realizar ajustes para fazer buscas mais amplas e com termos de grafias semelhantes. As *strings* e os seus resultados, para ambas bases pesquisadas, foram os seguintes:

- ao utilizar uma busca utilizando lógica difusa, para considerar termos de grafias semelhantes, a string ficou ("Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos")AND(robótica)OR(alfabetização)OR(Letramento)OR("Democratização do Conhecimento")~. Como resultado, nenhum registro foi encontrado em ambas bases;

- ao remover as aspas para possibilitar uma busca mais ampla, a string criada foi (Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos)AND(robotica)OR (alfabetização)OR(Letramento)OR(Democratização do Conhecimento). Como resultado, nenhum registro foi encontrado em ambas bases;
- quando utilizado um caractere coringa (*) para recuperar variações das palavras buscadas, a string de busca ficou da seguinte forma: ("Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos")AND(robotica)OR (alfabetização)OR(Letramento)OR("Democratização do Conhecimento"*). Como resultado, nenhum registro foi encontrado em ambas bases.

Uma vez que os resultados das buscas não estavam sendo satisfatórios, decidimos realizar uma última busca em uma outra base de dados, seguindo os mesmos critérios do protocolo definido. A base escolhida foi a Google Acadêmico²⁷. Utilizando a string (Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos)AND(robotica)OR (alfabetização)OR(Letramento)OR("Democratização do Conhecimento"*), encontramos 4 resultados que foram catalogados e analisados com o auxílio do software EndNote X7²⁸, de acordo com o protocolo a seguir.

4.1 PROTOCOLO DO MAPEAMENTO

4.1.1 Objetivo

Identificar como os assuntos de C&T são trabalhados no ambiente escolar através do uso da robótica pedagógica.

4.1.2 Formulação da questão da pesquisa

- Os trabalhos selecionados visam propostas de trabalho relacionadas à alfabetização científica ou letramento científico através da RP?

²⁷ Scholar.google.com

²⁸ O EndNote Web é um gestor de referências bibliográficas online gratuito, que realiza pesquisas bibliográficas em diversas Bases de Dados de Informação Científico-Tecnológica (BDICT), tais como Web of Science e PubMed/Medline. Fonte: <http://www.seabd.bco.ufscar.br/bases-de-dados/bases-capes/o-que-e-o-endnote-web>

- Quais as propostas e/ou métodos adotados para trabalhar assuntos de ciência e tecnologia na sala de aula?

4.1.3 Estratégias de busca e seleção dos estudos preliminares

Fontes de busca

- BDTD IBICT;
- Catálogo de Teses e Dissertações CAPES;
- Google Scholar.

4.1.4 Idioma

- Português.

4.1.5 Período

- De 2010 a 2017.

4.1.6 Identificação (ID)

Os trabalhos foram renomeados seguindo a ID “BDTD_Nº” para os trabalhos coletados da base da IBICT, “CAPES_Nº” para todos aqueles coletados do Banco de Teses e Dissertações Capes e “Scholar_Nº” para os coletados no Google Acadêmico.

4.1.7 String de busca

("Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos")AND(alfabetização)OR(Letramento)OR("Democratização do Conhecimento")*.

4.1.8 Critérios de inclusão

- (CI1) Possuir algum dos termos pesquisados no seu título;
- (CI2) Ser estudo realizado sobre trabalhos desenvolvidos com robótica educacional;
- (CI3) Faça parte do eixo Ciência e Tecnologia;
- (CI4) Apresente descrições de experiências que relatam trabalhos envolvendo alfabetização ou letramento científico através do uso da RE nas atividades escolares.

4.1.9 Critérios de exclusão

- (CE1) Trabalhos que não contém nenhum termo da string de busca no seu título;
- (CE2) Trabalhos que descrevem a utilização da robótica pedagógica no ambiente escolar, mas que não abordam o conhecimento de questões de C&T, a produção de artefatos cognitivos e a democratização da informação;
- (CE3) Trabalhos cujo foco não correspondam à questão da pesquisa.

4.1.10 Elemento de avaliação

- Resumos dos trabalhos coletados.

4.2 SELEÇÃO DOS RESULTADOS

4.2.1 Seleção preliminar

Através da string construída para realizar a busca pelos nos bancos de dados listados no item 4.1.3, os trabalhos foram listados e exportados para a ferramenta EndNote X7, seguindo nomenclaturas distintas para os trabalhos oriundos de casa base de pesquisa. Posteriormente foram armazenados e, então, tiveram os seus resumos lidos para que assim pudesse ser verificada a sua relevância e, em momento futuro, fizesse parte do grupo dos textos que seriam lidos por completo para integrar o processo de avaliação final.

4.2.2 Seleção final

A seleção final é composta da leitura integral dos trabalhos selecionados na etapa 4.2.1, onde é realizada uma síntese geral contendo os resultados observados, assim como algumas outras considerações.

4.3 SUMARIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Por meio dos critérios definidos nos itens 4.1.8 e 4.1.9, todos os artigos encontrados na busca²⁹ foram organizados em um grupo no software EndNote X7³⁰.

²⁹ O total de quatro trabalhos foram encontrados.

³⁰ EndNote é um software gerenciador de bibliografias para publicação de artigos científicos. Importa referências bibliográficas da Web, organiza-as em grupos de assuntos e insere as referências no corpo do texto, quando editado por processador Microsoft Office ou OpenOffice. A lista de referência é formatada no padrão

Mais três grupos foram criados, sendo um grupo para os trabalhos que passaram por uma primeira triagem, na qual foi verificado se havia alguma duplicidade; um outro grupo para os textos analisados que não passaram pelos critérios de exclusão outro grupo foi criado para os artigos selecionados para a leitura e escrita deste mapeamento sistemático.

A análise dos trabalhos pré-selecionados resultou um grupo chamado Trabalhos Aceitos contendo três obras com textos que apresentavam uma metodologia que aborda a produção de artefatos científicos e/ou tecnológicos através da RE, descrições de experiências que apresentavam trabalhos envolvendo alfabetização ou letramento científico através do uso da RE nas atividades realizadas; Foi percebido que o texto de ID Scholar_04 era igual ao Scholar_01, sendo este primeiro direcionado ao grupo Trabalhos Excluídos.

4.4 ANÁLISE DOS TRABALHOS

- Scholar_01: CÉSAR, Danilo Rodrigues. Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento. Tese de doutorado. Universidade Federal da Bahia. – 2013. O trabalho analisado se caracteriza como uma tese defendida no ano de 2013 na Universidade Federal da Bahia. A pesquisa tem como proposta a análise e discussão dos documentos criados a partir de sete oficinas sobre Robótica Pedagógica Livre ministradas na UNEB (SALVADOR/BA) e na Universidad de la República/UY. Com o resultado dessa análise e discussão, é proposta uma metodologia de difusão do conhecimento sobre e para a RPL. As oficinas ministradas para os educandos consistiam de atividades para o desenvolvimento de kits de RPL e, no momento da multiplicação, estes educandos replicaram e difundiram atividades, que eles consideraram significativas, em outros espaços de aprendizagem. A investigação tem como foco a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento através do trabalho realizado com a RPL em Espaços Multirreferenciais de Aprendizagem (EMA). No tocante da (re)significação de conceitos por parte dos educandos, César (2013) aponta que a apropriação de elementos da RPL através das ações mediadas nas oficinas ministradas, permitiram que as informações das experiências vivenciadas pelos educandos desencadearam descobertas de significações não só para si, como

da revista de publicação, estilo Vancouver e ABNT por exemplo. É uma ferramenta utilizada na produção de textos científicos para publicação internacional. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/EndNote>.

também para todo o grupo. Tal fato pode ser percebido no excerto que fala sobre a (re)criação de artefatos cognitivos pelos participantes das oficinas:

Nesse sentido, os educandos constroem artefatos, desenvolvidos nas oficinas de RPL, cognoscíveis (para si, para os outros e para o mundo) a partir de sua projeção-imaginária na esfera do desejo-vontade e da flexibilidade. Ou seja, a partir das experiências de aprendizagem nas oficinas de RPL, os atores se apropriam – utilizando os sentidos – de informações as atividades ministradas, e, de acordo com a linguagem, com as emoções e com a ética, eles (re)constroem os artefatos cognitivos. (CÉSAR, 2013, p.71).

Ao buscar informações sobre a emancipação sociodigital numa abordagem que se relaciona ao letramento científico, foi possível constatar que o trabalho de investigação que resultou na tese em análise, destaca a importância do conhecimento gerado através do compartilhamento de informações e dos desafios propostos dentro do EMA da RPL, levando à possibilidade de geração de emprego e renda. Quanto ao papel dos educadores neste processo emancipatório, o autor declara que:

Os educadores, através da educação, ciência e tecnologia, cultura, informações e conhecimento, propõem e discutem com os educandos alternativas de projetos/atividades que possam ser desenvolvidos no EMA da RPL e cujos desafios são a transformação social, a necessidade de uma sociedade de atores sociais livres, emancipados, desalienados e sustentadores de sua autonomia nas demais esferas da vida (CÉSAR, 2013, p. 72).

Através dos elementos apresentados, o trabalho analisado atende a todos os critérios de inclusão definidos no protocolo deste mapeamento sistemático.

- Scholar_02: CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Potencialidades e Limites da Robótica Pedagógica Livre no Processo de (Re)construção de Conceitos Científico-Tecnológicos a partir do Desenvolvimento de Artefatos Robóticos.**

135 f. il. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

O trabalho analisado faz parte de uma dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, no ano de 2009. Trata-se de uma pesquisa que objetiva analisar as potencialidades e limites da Robótica Pedagógica Livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos na formação de professores a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos, na perspectiva da filosofia de softwares e hardwares livres (CÉSAR, 2009).

Ao realizar a leitura desta dissertação, chamou a atenção o fato da constante retomada às questões de inclusão digital, enfatizando a liberdade de produção e difusão do conhecimento científico e a emancipação do sujeito através de todo esse processo de produção seguindo as perspectivas do Software Livre dentro do contexto da RPL. Tal afirmativa pode ser conferida no excerto

A capacidade de acesso à tecnologia pode ser pré-condição para inclusão social e digital; ou seja, a capacidade de acesso de cada indivíduo às tecnologias contemporâneas (como os códigos-fonte dos softwares livres) depende das relações socioeconômico-culturais e cognitivas (CÉSAR, 2009, p.29).

O trabalho também expõe a questão da (re)construção- como escrito pelo autor- de conceitos científicos-tecnológicos e formação científica. Ele destaca que os cidadãos contemporâneos convivem, em seu cotidiano, com conceitos científicos-tecnológicos que, muitas vezes, não sabem dos seus significados e aplicações na realidade na qual vivem. Devido a esta razão, Danilo César sinaliza a "importância do trabalho da (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do processo de formação científica dos educandos" (2009, p. 52).

Algumas das indagações que ele traz em sua pesquisa são:

Será que as propostas pedagógicas de formação científica preparam os educandos para conviver com as mudanças tecnológicas? Elas os auxiliam no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos durante o processo de ensino e de aprendizagem? (CÉSAR, 2009, p.53).

Através dessas indagações, o autor ressalta a importância da reflexão sobre a reprodução de antigas práticas e práxis pedagógicas tomadas por algumas escolas. Sendo assim, ele aponta a necessidade de uma

(...) formação continuada para os educandos durante o seu processo de formação científica, para auxiliar no entendimento da relação dialógica entre os processos de mudanças tecnológicas e o mundo a sua volta – transformações que podem alterar a sua forma de ver e pensar os problemas do mundo moderno. (CÉSAR, 2009, p. 53).

Ao realizar as oficinas de RPL, foi percebido que muitos participantes não tinham familiaridade com o computador e apresentavam dificuldades na identificação dos seus componentes, manuseio e trabalhos com o software computacional, porém possuíam contas de e-mail. Nesse momento foi identificada a Inclusão Digital como uma necessidade a ser trabalhada, pois ficou claro que "ter acesso aos computadores não é o bastante se não sabemos como utilizá-los adequadamente (CÉSAR, 2009, p.69)."

As oficinas trabalharam a produção de uma Interface Hardware Livre (IHL), utilizando os princípios da RPL. Entre os temas propostos foi escolhido pelos educandos aprender o funcionamento de um pisca-pisca de árvore de Natal e cria-lo.

Ao longo dos encontros, foi percebido que os educandos passaram a entender e aplicar os conceitos (re)significados sobre itens utilizados nos kits de RPL (a exemplo do que é um LED) ou termos diretamente ligados ao computador como "desktop", "file", "barra de tarefa", etc.

Uma das experiências trazidas em sua dissertação que aponta para a "(Re)construção de Conceitos Científico-tecnológicos" e responde ao CI4, trata de um educando que compreende que para acender um LED de 3,0V ele necessita de duas pilhas/baterias de potência de 1,5V. Ou seja, a partir da prática, o educando pode compreender o porquê de utilizar as pilhas com uma dada potência para fazer o circuito elétrico funcionar e acionar o LED que também possui uma potência específica.

Entre as conclusões apresentadas é evidenciado que o trabalho apresenta uma proposta com uma

(...)solução colaborativa e solidária, características próprias da comunidade de Software Livre. Foi observado que os educandos aprendem com o desafio de dominar os recursos da Robótica a construir seu próprio projeto, articulando diversos conteúdos (...), agregando conteúdos escolares com práticas reais/concretas (CÉSAR, 2009, p.115).

E das diversas vantagens do trabalho com a RPL, é visto que ela

(...) estimula a exploração de aspectos ligados à pesquisa e à ciência. Além de promover a construção de conceitos disciplinares, interdisciplinares, multidisciplinares, pluridisciplinares e transdisciplinares – ligados à Física, Matemática, Geografia, História, Arquitetura, Ciências Sociais etc. —, as experiências ligadas à Robótica Pedagógica possuem um enorme potencial de desenvolvimento do espírito científico. Indiretamente, isso pode significar a formação de futuros pesquisadores. (CÉSAR, 2009, p.117).

- Scholar_03: DE SOUZA, Rafaela Santos; CÉSAR, Danilo Rodrigues. **A educação de surdos e a robótica pedagógica livre**. Texto livre: linguagem e tecnologia, v. 7, n. 2, p. 136-147, 2014.

O trabalho analisado trata-se de um artigo publicado em periódico interdisciplinar que relaciona tecnologias digitais e linguagens. Neste artigo são defendidos os fundamentos da RPL em Espaços Multirreferenciais de Aprendizagem, com destaque à educação de Surdos.

Os autores abordam questões relacionadas à inclusão social, evidenciando o respeito e a busca pelo reconhecimento das potencialidades e limitações das pessoas que requerem uma atenção especial, e assim poder mudar o pensamento generalizado de que "o sujeito com necessidade educacional especial ainda é visto como um indivíduo incapaz, doente, e, muitas vezes, indesejado nos círculos sociais" (DE SOUZA & CÉSAR, 2014, p. 137).

Um outro ponto discutido neste artigo se refere à baixa oferta de profissionais com Certificação de Proficiência na Língua Brasileira de Sinais em relação à demanda do mercado, abrindo espaço para a ação de intérpretes não-qualificados que acabam tendo uma influência não satisfatória no processo educacional estudantes surdos, comprometendo a continuidade na vida acadêmica. Grande destaque é dado às dificuldades no processo de aprendizagem da Língua Portuguesa não apenas pelos estudantes surdos, como também pelos ouvintes.

Para De Souza e César (2014), o aprendizado de LIBRAS e da Língua Portuguesa, quando mediados pelo uso das TIC, passa por um redimensionamento e esses instrumentos tecnológicos oferecem uma infinidade de recursos que podem não apenas ampliar as capacidades humanas como também modificar a relação homem-máquina.

Por isso, acreditamos que as TIC podem potencializar o aprendizado dos educandos Surdos, pois, além de oferecer uma infinidade de informações, imagens, vídeos e sons (audíveis para alguns Surdos), favorece a produção e a disseminação dos conhecimentos produzidos pelos mesmos, estimulando a explicitação de suas ideias e sua criatividade (DE SOUZA & CÉSAR, 2014, p. 141).

O artigo destaca a importância do fazer e divulgar o conhecimento científico, desmistificando o pensamento de que a ciência está restrita aos cientistas e grandes centros de pesquisa e que, através dessa ação, o educando pode mudar a sua maneira de ler e se relacionar com o mundo.

As ações propostas objetivam "disseminar informações e estimular a (re)construção de conhecimentos através dos fundamentos da Robótica Pedagógica Livre (DE SOUZA & CÉSAR, 2014, p. 143)", através da produção de kits de Robótica Pedagógica Livre, com a utilização de materiais de baixo custo e sucatas eletrônicas, utilizando a filosofia do software e hardware livres, para a construção de artefatos cognitivos para a compreensão e difusão de conceitos científicos e tecnológicos.

4.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Algumas observações a serem feitas dizem respeito à pouca quantidade de trabalhos que abordam de forma não superficial os assuntos relacionados à C&T, na perspectiva do Letramento Científico através da metodologia da Robótica Pedagógica- seja ela Livre ou Proprietária- com enfoque na democratização do conhecimento científico-tecnológico.

A pesquisa foi inicialmente realizada com uma string que abrangia uma busca mais ampla e levava em consideração todos os termos da pesquisa. Ela foi realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, utilizando a string (Construção de Conceitos Científico-Tecnológicos)AND((alfabetização)OR(Letramento)OR(Robótica)OR(Democratização do Conhecimento)) e sem delimitar o recorte temporal. Foram retornados 120 textos que não passaram pelos critérios definidos no protocolo do mapeamento, principalmente por nenhum texto envolver trabalhos relacionados à RP.

As obras analisadas apresentam trabalhos realizados com Robótica Pedagógica Livre em Espaços Multirreferenciais de Aprendizagem como uma proposta emancipatória sociodigital, cultural e inclusiva; através da qual a democratização do conhecimento, a (re)construção e (re)significação dos conceitos científicos-tecnológicos podem ser trabalhados na construção de artefatos cognitivos seguindo as diretrizes do software livre e hardware livre na estimulação à exploração de aspectos ligados à democratização do conhecimento científico.

Este mapeamento sistemático foi de grande utilidade para o desenvolvimento da pesquisa abordada nesta dissertação, pois serviu como panorama para identificar as produções desenvolvidas sobre como os assuntos de C&T são trabalhados no ambiente escolar através do uso da robótica pedagógica e se estas produções visam propostas de trabalho relacionadas à alfabetização científica ou letramento científico através da RP, assim como identificar as propostas e/ou métodos adotados para trabalhar assuntos de ciência e tecnologia.

5. PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa proposta apresenta uma abordagem quantitativa e traços de característica qualitativa, uma vez que, epistemologicamente falando, a grandeza dos dados quantitativos precisa ser interpretada qualitativamente pois, em si, o seu significado é restrito. “Dialeticamente, qualidade e quantidade formam uma relação dialógica em que uma gera a outra e se influenciam mutuamente” (GATTI & CHAGAS, 2012, p.3).

Este trabalho surgiu de questões amplas que foram definidas ao longo da pesquisa realizada, "não havendo hipóteses estabelecidas a priori, separação sujeito-objeto, neutralidade científica, generalização, manipulação de variáveis" (NEVES, 2006, p. 2), caracterizando-se pelo alcance de dados numéricos descritivos e busca entender com clareza os fenômenos estudados. Também deve-se destacar a importância deste tipo de pesquisa buscar os seus dados no seu ambiente natural, podendo ser coletados através de entrevistas, fotografias, vídeos, e fragmentos de diversos documentos.

A pesquisa qualitativa proporciona uma melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplica alguma forma da análise estatística (MALHOTRA, 2001, p.155)

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências. (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p.31)

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa se insere no campo da pesquisa descritiva, onde objetiva proporcionar maior familiaridade com o problema, com o intuito de torna-lo mais exposto ou a construir hipóteses. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009, p.35)

A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Acerca dos procedimentos adotados, a pesquisa se identifica com a Pesquisa de Observação Participante. Este tipo de pesquisa foi reconhecido como técnica de pesquisa no âmbito acadêmico-científico nos primeiros anos do século XX, a partir do trabalho de campo desenvolvido entre 1914 e 1918 por Malinowski (FERNANDES, 2015).

Além de se caracterizar pela observação ocorrida onde a ação acontece, a Pesquisa ou Observação Participativa implica em o pesquisador também ser partícipe da mesma, ocorrendo "a promoção de direta interatividade no lidar com a alteridade, ou seja, com o outro, esse espelho de nós mesmos" (FERNANDES, p. 264, 2011).

Esta técnica requer do pesquisador a sensibilidade para perceber as manifestações ocorridas através da interação e interatividade com os envolvidos na pesquisa e, como em qualquer tipo de pesquisa, se faz necessário não abrir mão dos seguintes elementos (FERNANDES, 2011):

- curiosidade e criatividade;
- rigor teórico-metodológico: que irá atestar a cientificidade das ações tomadas pelo pesquisador;
- observância da Ética: este elemento se relaciona às questões comportamentais entre pesquisador e sujeitos observados, onde o pesquisador deve respeitar os códigos de conduta dele próprio e dos sujeitos envolvidos;
- diário de campo: ferramenta na qual o pesquisador registra suas observações para posterior análise. Para complementar o diário de campo, o uso de ferramentas tecnológicas como gravadores, tablets, câmeras, smartphones e softwares como o aplicativo Microsoft® One Note- utilizado nesta pesquisa-, ou qualquer outro recurso eletrônico analógico ou digital pode ser utilizado contanto que estejam de acordo com o item anterior (observância da ética).

O mapeamento de campo ocorre por via teórica, refletindo e analisando trabalhos de outros pesquisadores em situações similares. E também ocorre por via prática, assim como ao obter junto aos sujeitos envolvidos e às autoridades responsáveis pelo lugar onde a técnica será aplicada, a autorização para aplicá-la.

Uma das etapas que ocorre no emprego da Observação Participante está na elaboração e uso de um roteiro que irá conter os "questionamentos baseados no investimento teórico prévio que se faz antes de se ir a campo, a serem desenvolvidos pelo pesquisador com a observação" (FERNANDES, s.n., 2011). Este roteiro é importante para a aplicação da técnica e requer que o pesquisador faça um "mapeamento do campo" que consiste numa prévia tomada de contato com a realidade dos sujeitos da pesquisa.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em uma Escola de Referência do Ensino Médio (EREM), localizada no Bairro de Tejipió, na cidade do Recife, Pernambuco. Esta escola possui 734 alunos matriculados no ano de 2017 e suas turmas são compostas por 45 alunos cada, exceto as do 2º ano do ensino médio que têm 43 alunos cada uma.

Nos últimos anos, a escola passou a se destacar em algumas competições como a Mostra Nacional de Foguetes, Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, Olimpíada Brasileira de Robótica, Mostra Nacional de Robótica, entre outros eventos, sendo os trabalhos desenvolvidos com a Robótica Educacional os que mais vêm despertando interesse entre os alunos. Devido a este envolvimento da escola com eventos que objetivam a divulgação e fomento do conhecimento científico, surgiu o interesse do pesquisador sobre realizar a pesquisa em questão para tentar responder as perguntas que norteiam este trabalho:

- Como se classifica o Letramento Científico dos alunos de Ensino Médio de uma escola rede pública de ensino de Pernambuco, dentro das dimensões do Letramento Científico trabalhadas por Ogunkola, após a inserção da Robótica Pedagógica como recurso pedagógico?
- Qual a contribuição da utilização da Robótica Pedagógica no processo de Letramento Científico de alunos do ensino médio?

Através das questões levantadas e apresentadas anteriormente, chegamos ao seguinte objetivo geral:

Analisar a influência da Robótica Pedagógica no processo de letramento científico, em alunos do ensino médio, de uma escola da rede estadual de ensino situada na cidade do Recife.

E trazemos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar iniciativas que utilizam a robótica educacional para o aprendizado científico;
- Verificar se essas iniciativas resultam na produção de trabalhos compartilhados com a comunidade escolar;
- Analisar se os alunos que participam dessas ações se classificam na dimensão do Letramento Científico Funcional, de acordo com as definições de Ogunkola (2013);

Em visita a escola, foi verificado que um dos professores de Física é o único responsável pelo desenvolvimento de projetos que faz o uso de kits de robótica educacional Lego, assim como desenvolve outras atividades com materiais reciclados que objetivam o ensino de conceitos de Física e Matemática.

As ações para a coleta de dados foram realizadas na disciplina eletiva “A Evolução da Tecnologia” e tiveram seus encontros realizados uma vez por semana com duração de uma hora e quarenta minutos. A turma era composta por 45 alunos. Desta disciplina participavam alunos das turmas do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio. De acordo com a coordenação da escola, quando se tratava de uma disciplina eletiva, qualquer aluno interessado poderia participar, contanto que ele conseguisse se matricular em uma das vagas ofertadas pela escola.

Durante o primeiro semestre de 2017, o professor de Física trabalhou conceitos a exemplo dos da força elástica, centro de massa, hidrodinâmica, as Três Leis de Newton, entre outros. Paralelamente, ele desenvolveu com os alunos algumas atividades práticas utilizando materiais recicláveis e kits de Robótica Pedagógica para trabalhar em uma abordagem prática tais assuntos teóricos.

Em entrevista com o professor responsável, ele explicou que além de objetivar trabalhar de uma maneira mais simplificada os conteúdos abordados em sala de aula, ele tem como planos a construção de:

1. carrinhos com materiais recicláveis;

2. base de lançamento e foguete de garrafa pet;
3. robôs para resgate com o uso do Kit Lego NXT.

Quando perguntado sobre a utilização da robótica nas suas aulas, sobre a ausência dos robôs Lego NXT desde a primeira fase do seu plano de aulas para 2017, foi respondido que

A robótica não está apenas nos equipamentos eletrônicos. Podemos ensinar princípios básicos através de experimentos com materiais recicláveis e depois evoluirmos para a experimentação envolvendo a programação dos robôs eletrônicos (Professor 1).

A atividade realizada com a construção dos carrinhos nos serviu de observação para realizar a caracterização do campo de estudo e preparar os critérios para as coletas dos dados que foram observados e analisados posteriormente para compor os resultados da pesquisa que resultou nesta dissertação.

5.2 COLETA DE DADOS

Após a caracterização do campo de estudo e o contato prévio com os sujeitos participantes da pesquisa, a coleta dos dados para a análise se deu da seguinte maneira:

- Entrevista prévia, individual, utilizando questionário semiestruturado, contemplando assuntos referentes:
 - às relações afetivas com a disciplina de física;
 - aos conhecimentos sobre os conceitos físicos relativos aos assuntos que serão trabalhados no projeto pelo professor da disciplina;
 - às suas perspectivas sobre o projeto de robótica do qual irão participar;
 - às noções acerca do método científico;
 - ao interesse sobre a participação em eventos científicos e competições.
- Registro das aulas em Diário de Observação:
 - organização de um caderno no Microsoft OneNote³¹ com as anotações sobre as aulas acompanhadas e a captura de imagens e áudios;

³¹ Microsoft OneNote é um aplicativo gratuito de anotações, desenvolvido pela Microsoft. Funciona como um bloco de notas mais avançado para seu PC, smartphone ou tablet. Suas principais características são: sincronização de dados entre dispositivos, e interface com organização em abas. Está disponível para múltiplos

- durante a disciplina eletiva A Evolução da Ciência, houve o acompanhamento de 8 aulas e uma visita para a aplicação da atividade final. A atividade será explicada posteriormente. Ela foi baseada em algumas pesquisas de medição do índice de LC e as suas questões foram construídas de forma a analisar as quatro dimensões de LC definidas por Ogunkola.

Por se tratar de uma observação participante, o pesquisador não interferiu nas atividades e aulas realizadas pelo professor responsável pela disciplina eletiva A Evolução da Tecnologia. Sua participação se deu de forma presencial, realizando entrevistas, observando os discursos dos alunos, seus questionamentos e desempenho ao longo do período de observação.

Participaram desta pesquisa 21 estudantes. Embora estivessem matriculados 45 alunos na disciplina eletiva, apenas o total de 21 alunos participaram de forma efetiva de todas as atividades propostas, assim como responderam os questionários de avaliação. Deste grupo, 16 alunos são do sexo masculino e 5 do sexo feminino³²; Das entrevistas realizadas participaram 8 alunos (divididos em 4 meninas e 4 meninos). Na divisão por séries, 5 alunos fazem parte do 1º ano do Ensino Médio, 8 alunos fazem parte do 2º ano do Ensino Médio, e 8 alunos fazem parte do 3º ano do Ensino Médio.

5.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para a realização da análise dos dados foram construídas categorias de classificação de acordo com as características definidas por Ogunkola (2013). Uma vez que o trabalho objetiva classificar o letramento científico dos alunos observados, vamos revisitar as características analisadas para a categorização dentro da primeira (Letramento Científico Nominal) e segunda (Letramento Científico Funcional) dimensões do LC. Cada uma destas características recebeu um código identificador e uma pontuação que foram utilizados nas análises dos materiais coletados – conforme o Quadro 2:

sistemas operacionais para desktop e móveis, como: Windows, Mac, Android e iOS. Fonte: TechTudo <<http://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/onenote.html>>.

³² Questões de gênero não serão discutidas neste trabalho

Quadro 2 - Características das Dimensões 1 e 2 do Letramento Científico segundo Ogunkola (2013).

<p>Dimensão 1: Letramento Científico Nominal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica termos e questões científicas, mas demonstra tópicos, problemas, informações, conhecimentos ou compreensões incorretas (DN1, 1 ponto); • Apresenta equívocos de conceitos e de processos científicos (DN2, 2 pontos); • Fornece explicações insuficientes e inadequadas de fenômenos científicos (DN3, 3 pontos); • Expressa princípios científicos de uma forma ingênua (DN4, 4 pontos).
<p>Dimensão 2: Letramento Científico Funcional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza vocabulário científico (DF1, 5 pontos); • Define termos científicos corretamente (DF2, 6 pontos); • Memoriza palavras técnicas (DF3, 7 pontos).

A análise levou em consideração os discursos dos estudantes nas entrevistas e ao longo das aulas, assim como as respostas dadas ao questionário para a avaliação de LC, construído com base no questionário aplicado pelo Instituto Abramundo no ILC 2014, sob a ótica das características definidas por Ogunkola (2013).

O questionário desenvolvido é composto por 10 questões, sendo uma delas dividida em duas proposições (a e b) e admitem respostas que podem ser classificadas em qualquer uma das categorias de classificação que compõe as dimensões 1 e 2 do LC, sob as definições de Ogunkola (2013).

As categorias de classificação das dimensões do LC são complementares e se relacionam com suas antecessoras. Sendo assim, admite-se que aquele estudante que atingiu uma classificação DF1 em uma questão, por definição, contempla as classificações antecessoras (DN1, DN2, DN3 e DN4). Através do balanceamento das pontuações que o estudante pode atingir, de acordo com as classificações que podem ser alcançadas em cada resposta, foi definido um *score* cuja pontuação atingida seja

de 0 a 44 pontos, o estudante será classificado na Dimensão 1 (Letramento Científico Nominal), caso esse *score* seja igual ou maior a 45, o estudante será classificado na Dimensão 2 (Letramento Científico Funcional).

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

6.1 OBSERVAÇÃO PILOTO

Esta observação ocorreu durante a atividade intitulada “Corrida de Carrinhos”. A atividade foi proposta pelo professor responsável e pretendeu estudar a 3ª Lei de Newton, o princípio da Ação e Reação e sua aplicação. Após a confecção dos carrinhos (Figura 6.), foi realizada uma competição (Figura 7.) entre dez grupos de alunos da mesma turma (apenas alunos do 2º ano A) a qual foi dividida em três momentos:

1º momento: Explicação das regras pelo professor;

2º momento: Bateria de provas:

- 10 corridas para marcar no placar a ordem de chegada de cada carrinho;
- O tempo não era critério de eliminação. O que estava sendo avaliado era a distância máxima que cada um percorria;
- Um estudante foi escolhido, de forma aleatória, para coletar os dados, junto ao professor, referentes às posições alcançadas por cada carro em cada rodada;
- Outro estudante foi escolhido para filmar todas as rodadas e, posteriormente, compartilhar o vídeo com toda a sala através do grupo de Whatsapp que eles possuem, para que depois cada grupo analisasse o comportamento do seu carro em cada corrida e assim levantar hipóteses sobre o que tornou melhor ou pior o seu desempenho;

3º momento:

- Contagem de pontos: a pontuação ia de 1 a 10 pontos sendo a primeira equipe a ficar mais próxima da linha de chegada a receber 10 pontos, a segunda 9 pontos, e assim sucessivamente até a equipe mais distante da linha de chegada a receber 1 ponto;
- Explicação sobre o que deve conter no relatório (ficou acordado de um modelo ser apresentado pelo professor na próxima aula), porém adiantou que deverá constar de gráfico de posições de corrida versus número da corrida e aceleração média atingida pelos carrinhos;

- Após a entrega dos relatórios, será discutido detalhadamente os conceitos aplicados na atividade realizada, observando as hipóteses levantadas e observações feitas pelos alunos. De acordo com o professor, se faz necessário pedir para que cada atividade possua um relatório para que assim os alunos comecem a entender melhor a importância do método científico, a saber fazer observações, anotações, pensar sobre os acontecimentos, validar e refutar hipóteses.

Em conversa com alguns alunos foi perguntado quais conceitos trabalhados em sala de aula eles conseguiam identificar durante a execução da corrida e o que achavam de o professor de física trabalhar com aulas práticas, o aluno identificado como Aluno 1 deu a seguinte resposta:

Ele (o professor) falou que colocando mais um par de rodinhas o impacto com o chão seria menor, que eu observasse o que leva o carro a fazer curvas.

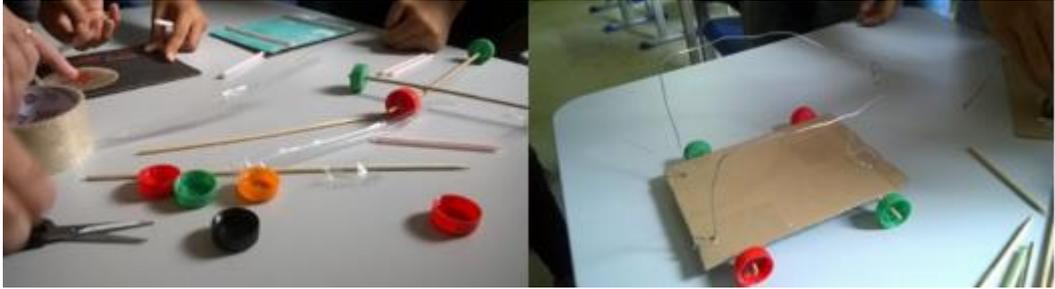
Eu achei melhor a prática porque fica mais fácil de você entender e decorar o que tá acontecendo ali. Porque na teoria você só fica imaginando. Assim fica mais fácil de entender. Muitas coisas que eu tinha aprendido no ano passado eu ainda 'tava meio assim' porque eu ainda não tinha feito aula prática. E agora eu consigo entender o que é que a gente *tá* estudando (Aluno 1).

Quando perguntado sobre quais conceitos de física o aluno consegue identificar na montagem do carrinho e também nos fatores ligados ao seu movimento, foi respondido pelo Aluno 2: “-Por causa da pressão, a posição que o vento tá soprando. O professor explicou isso na sala, mas não me lembro. Mas aqui a gente entende melhor (Aluno 2)”.

E quando questionado sobre como utilizar o que foi aprendido com essa experiência no mundo real, foi respondido pelo Aluno 2:

-Eu acho que assim a gente entende como a gente pode melhorar um carro ou outro tipo de transporte, usando o vento, observando melhor as coisas que fazem o carro andar mais rápido... Fazer algo novo (Aluno 2).

Figura 6 - Separação do material e montagem os carrinhos



Fonte: SILVA, Heitor

Após as baterias de atividades, os alunos coletaram os dados necessários para confeccionar os seus relatórios e assim realizar a discussão proposta pelo professor no encontro seguinte da turma.

Figura 7 - Competição de carrinhos



Fonte: SILVA, Heitor.

No encontro seguinte, realizado uma semana após a competição dos carrinhos, antes que a aula começasse, um estudante, aqui identificado como Aluno 3, fez a seguinte pergunta ao professor da turma:

“-Professor, quando é que o senhor vai dar assunto? O senhor não tem escrito nada nas últimas aulas!” (Aluno 3).

Quando este estudante foi questionado sobre o motivo de o professor “não dar aulas”, a mesma forneceu a seguinte resposta:

“-Não é que ele não dê aula. É que, pra mim, se eu não copiar no meu caderno, é estranho e eu não aprendo direito. Não estou acostumada com aula assim... Com esses carrinhos!” (Aluno 3).

Nesta aula onde houve a discussão sobre os conceitos de Física tratados na atividade prática da corrida dos carrinhos, apenas três grupos apresentaram relatórios, porém, sem conter todos os dados e fora da formatação exigida pelo professor. Ao término da aula, o professor se voltou a mim e confessou:

-O ruim mesmo é o que eles trazem lá do fundamental: A conta. Uma das coisas que eles têm mais dificuldade é a tabuada. Isso é uma coisa

básica. No ensino médio ter um aluno com dificuldade em tabuada é complicado. A falta de interesse também contribui muito para o rendimento deles no Ensino Médio, mas creio que isso tem a ver com as dificuldades que eles já trazem do Ensino Fundamental, além de outras questões pessoais (Professor 1).

Devido ao pouco comprometimento por parte da turma do 2º ano A nas atividades práticas, o professor decidiu por realizar as atividades envolvendo a RP apenas com os alunos da disciplina eletiva A Evolução da Tecnologia. O mesmo utilizou como justificativa para a sua decisão, o fato de os alunos que estavam matriculados nesta disciplina terem feito esta escolha por vontade própria, e isso já servia como uma demonstração da vontade de participar das atividades que seriam desenvolvidas na disciplina ao longo do semestre.

Desta maneira, o grupo observado foi uma turma mista, composta por 45 alunos que se dividiam entre as séries dos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, matriculados na disciplina eletiva A Evolução da Tecnologia com um encontro semanal às quartas-feiras no horário das 10:20 às 12:00. As aulas abordavam questões sobre a evolução da ciência e tecnologia, e aspectos da disciplina de Física através do uso da RP com os kits Lego NXT.

No início de cada aula, o professor realizava um breve debate sobre temas diversos que tivessem alguma relação com ciência e tecnologia. Estes debates nem sempre abordavam temas que se relacionavam diretamente com o assunto a ser trabalhado naquela aula. De acordo com o professor, esses momentos serviam para despertar o interesse nos alunos sobre algo novo e fazê-los conhecer termos que, provavelmente, nunca tinham ouvido antes e, desta maneira, começar a se familiarizar com o vocabulário científico.

A primeira aula da turma foi marcada pelo debate sobre o que é tecnologia. Foi percebido que, dos oito alunos que pediram para se pronunciar, seis relacionavam tecnologia apenas aos produtos eletrônicos e digitais. Os outros dois alunos também concordaram que a tecnologia era a evolução dos produtos eletrônicos, mas também tinha relação aos avanços na área da medicina. Um destes alunos deu a seguinte declaração:

-Tecnologia é aquilo que a gente usa *pra* facilitar as coisas. A televisão, o celular, o notebook... tudo isso é tecnologia. Mas eu vi também que a vacina é tecnologia. Sem os remédios a gente ia morrer (Aluno 4).

Como suporte ao debate, o professor utilizou o filme *Os Croods*³³ e pediu para que os alunos se dividissem em cinco grupos e fizessem relatórios sobre o filme, destacando as tecnologias que os personagens descobriram e utilizaram para facilitar as suas vidas; com o intuito de trabalhar a evolução da tecnologia. Também foi solicitado que, ao apresentar o relatório, os alunos fizessem associações entre as tecnologias percebidas no filme com as que estão presentes no dia a dia de cada um.

Dos cinco relatórios entregues, apenas um apresentou o uso de palavras técnicas e relacionou a tecnologia utilizada pelos personagens do filme com as que são utilizadas no seu dia a dia. Todos os textos e apresentações orais tratavam das ideias debatidas anteriormente sob um olhar ingênuo e superficial, fornecendo explicações insuficientes para fenômenos científicos. Antes da aula ser encerrada, os estudantes tiveram uma palestra sobre astronomia com um ex-aluno da escola e que, atualmente, desenvolve atividades como monitor de astronomia no observatório da Torre Malakoff, Bairro do Recife, Recife, Pernambuco.

O encontro seguinte, que resultou na primeira atividade prática da turma, iniciou com uma abordagem sobre os fenômenos dos transportes e se era necessário a criação de um novo meio de transporte ou melhorar aqueles que hoje já são utilizados. Das diversas opiniões expressas (dez no total), quatro estudantes apontaram as deficiências que existem para aqueles que desejam fazer o uso da bicicleta como meio de transporte; dois estudantes falaram sobre questões de eficiência energética e combustíveis menos poluentes; a opinião dos quatro estudantes restantes se mesclavam com o desenvolvimento de novos tipos de transporte, incluindo o desenvolvimento de alguma tecnologia possível de realizar teletransporte.

As opiniões expressas não apresentavam bases sobre fontes científicas, assim como não utilizavam de palavras técnicas e um vocabulário científico.

Nessa aula, a proposta trabalhada consistia na construção de um robô que percorresse três quadrantes e realizasse três percursos distintos:

1. Ir da linha de partida até a linha de chegada;
2. Ir da linha de chegada até a linha de partida;

33 País: EUA; Classificação: livre; Estreia: 22 de Março de 2013; Duração: 99 min; Direção: Chris Sanders, Kirk De Micco; Roteiro: John Cleese, Kirk De Micco. Produção: DreamWorks Animation; Distribuição 20th Century Fox. Fonte: <https://omelete.com.br/filmes/os-croods/>

3. Retornar da linha de partida até a metade do percurso e parar.

De acordo com o professor, o objetivo da aula era trabalhar o raciocínio lógico e os fundamentos de Física mecânica. No início da aula, o professor apresentou a atividade e os kits de robótica (Figura 8). Em seguida pediu para que os grupos, já predefinidos na aula anterior (cinco grupos de nove integrantes), se organizassem e se dividissem. Após esse momento, foi explicado que as equipes delegassem tarefas aos seus membros (ficando dois membros responsáveis pela procura das peças necessárias para a montagem do robô, quatro pela montagem e três para a programação); O professor apresentou a revista Lego Mindstorms Education 9797 (uso das páginas 8 à 22) para que os alunos se guiassem na montagem do robô. Através do projetor de imagens foi apresentado aos estudantes o programa Lego Mindstorms NXT (software necessário para a programação dos robôs) e como os alunos iriam conectar os robôs ao laptop disponibilizado na sala de aula e configurar os parâmetros de direção, potência, rotação e tempo de funcionamento dos motores do robô.

Após essa explicação, o professor passou a questionar os estudantes sobre as maneiras como eles poderiam programar o robô para que ele alcançasse as metas propostas no desafio. O professor fez analogias com sistemas de transporte, situações onde seriam necessárias a frenagem do veículo e chegou a citar alguns conceitos de Física, porém sem detalhá-los, pois, os estudantes já haviam tido contato com estes conceitos nas aulas de Física.

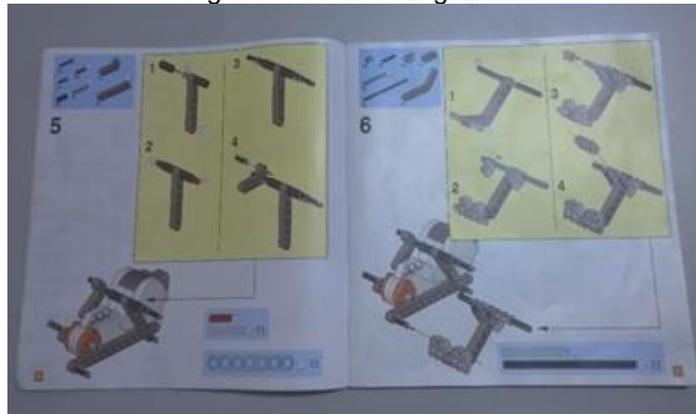
O professor faz algumas críticas à metodologia utilizada pela Lego, pois diz que os manuais (Figura 9) trazem as montagens muito detalhadas, chegando a dizer que é mais detalhado que "uma receita de bolo" e questiona se a montagem de um robô, sempre seguindo as orientações deste manual, realmente é fazer robótica. Ele complementa que o ideal é mesclar a criatividade do estudante à do professor e tentar reformular as atividades propostas pela Lego para poder extrair o máximo da tecnologia disponível.

Figura 8 - Kits Lego NXT



Fonte: SILVA, Heitor

Figura 9 - Revista LegoZoom



Fonte: SILVA, Heitor.

Nesta atividade, apenas uma equipe conseguiu realizar a montagem do robô, a sua programação e a conclusão de uma das etapas do desafio proposto. O detalhe para esta equipe está em quatro dos seus integrantes já terem trabalhado com robótica em outros momentos (como escolas de Ensino Fundamental ou outros projetos desenvolvidos pelo professor da disciplina). As demais equipes, auxiliadas pelos integrantes da equipe que conseguiu montar o seu robô, concluíram a montagem dos seus robôs na aula seguinte juntamente com a suas programações.

Uma vez que os alunos tiveram contato com o Kit Lego Mindstorms NXT, na aula seguinte foram debatidos conceitos e aplicações sobre óptica e ondulatória. Para exemplificar os conceitos trabalhados pelo professor, foi proposta uma atividade para a montagem de robôs que fizessem uso de sensores ultrassônicos para a detecção de obstáculos.

Nesta atividade, o aluno teria que programar o robô de forma que ele partisse da marcação inicial do circuito e encontrasse o obstáculo (foi determinado que a parede onde fica a lousa seria o obstáculo), desse ré até se afastar 10cm; o robô seria colocado novamente no marco da partida e seguiria em frente e, ao encontrar o obstáculo, daria ré até se afastar 30cm desse obstáculo; e esse processo seria repetido mais uma vez até ele se afastar 50cm do obstáculo.

Em nenhuma das atividades propostas, o professor sugeriu modelos de algoritmos para os estudantes seguir e alcançar o objetivo do desafio proposto. Uma das suas constantes falas era que o aluno tem diversos meios de atingir um objetivo e, quando se trata da robótica educacional, os alunos e alunas têm a liberdade de usar a sua criatividade e testar todas as possibilidades que acham necessárias para atingir um objetivo e, durante este processo, ir validando ou não as suas hipóteses.

As aulas seguintes foram tomadas sobre discussões envolvendo ciências aeroespaciais e as competições que acontecem no Brasil sobre este tema. Dos eventos existentes, o professor destacou a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) e a Space Camp Brasil. Durante as conversas com os alunos, o professor explicou que o fato de ele trabalhar robótica, conceitos de física e já ter falado sobre astronomia era com o intuito de despertar o interesse na turma para que os estudantes pudessem participar desses eventos científicos.

Prosseguindo com as discussões, foi exibido um modelo real de um foguete feito com garrafas PET para ser utilizado em lançamentos com o uso de uma solução de ácido acético (vinagre) e bicarbonato de sódio. Foi proposto pelo professor que os alunos pensassem em modelos para que fossem confeccionados durante as aulas, lançados e então os melhores fossem aprimorados. Nesse momento surgiu um questionamento interessante de um aluno:

-Professor, a gente vai parar com a robótica? Vai ter alguma coisa de robô no foguete? (Aluno 5).

-A gente não trabalhar montando um robô nessa atividade não quer dizer que a gente não tá usando o que aprendeu até então com a robótica. Na verdade, assim como a atividade dos carrinhos, que alguns aqui participaram, a gente tá trabalhando com a robótica, sim. E, futuramente, podemos implementar a robótica na base de lançamento dos foguetes. Concordam? (Professor 1)

Esse diálogo serviu para ilustrar a definição dada por DOS SANTOS, POZZEBON, FRIGO (2013) e TORCATO (2012) para a Robótica Pedagógica como sendo a utilização ou reutilização de alguns conceitos de robótica industrial, em um ambiente de aprendizagem que tem como principal objetivo promover o estudo de conceitos multidisciplinares, como Física, Matemática, Geografia, Português, Informática, entre outros. O professor utiliza de fundamentos metodológicos da RP em uma atividade que não trabalha diretamente com a utilização de softwares e componentes eletrônicos a priori.

Paralelamente às aulas da disciplina eletiva, um grupo de alunos desenvolveu um projeto para utilizar a RPL na construção de um protótipo de um simulador de corridas, que consistia em um painel de carro Gol GTI controlado por Arduino e que se comunicava com o simulador de corridas American Truck Simulator. Antes do encerramento da aula, foi compartilhado com a turma o anúncio do convite feito pelo SENAI para participar do Momento SENAI e exibir esse projeto na unidade do SENAI localizada no Bairro de Areias, Recife, Pernambuco. O mesmo projeto havia sido aceito para apresentação na Mostra Nacional de Robótica de 2017, porém, por falta de recursos, nenhum representante pode participar deste evento científico.

A atividade prática seguinte aconteceu em campo com o lançamento dos foguetes confeccionados pelas equipes. Com esta atividade, o professor tinha como objetivo trabalhar reações químicas, conceitos de termodinâmica e expansão de gases, assim como trabalhar noções relacionadas ao método científico, pois foi requerido que as equipes, antes de realizar cada lançamento, criassem uma tabela comparativa com as quantidades de vinagre e bicarbonato de sódio utilizada em cada lançamento, assim como a angulação da base de lançamento. Esta atividade ocorreu duas vezes consecutivas.

Para encerrar o ciclo de atividades práticas da disciplina, uma vez que, por diversas alterações no cronograma não foi possível desenvolver a base de lançamento de foguetes controlada pelos robôs Lego NXT, foi decidido realizar um pequeno campeonato de futebol de robôs (Figura 10) na sala de aula.

A atividade teve como objetivo trabalhar a criatividade das equipes com a criação livre dos seus robôs, os conceitos de física mecânica, ótica e ondulatória, uma vez que os robôs poderiam conter os sensores que as equipes achassem necessários

e seriam controlados via *bluetooth* através de um smartphone de um dos integrantes das equipes com o aplicativo *NXT Remote Control* para fazer a comunicação entre o smartphone e o robô NXT. A arena foi montada utilizando as carteiras da sala de aula e as barras do gol foram feitas pelo professor utilizando canos de PVC.

Figura 10 - Futebol de robôs



Fonte: SILVA, Heitor

A mobilização feita pelo professor fez com que seus alunos participassem da 20ª Olimpíada Brasileira de Astronomia e 11ª Mostra Brasileira de Foguetes. O empenho de alguns alunos levou um grupo da mesma disciplina à 5ª Space Camp Brasil, realizada em Foz do Iguaçu-PR.

Quanto a participação dos alunos em eventos científicos, o professor informou que é uma tarefa árdua para se concretizar, pois para participar de alguns eventos, como a MOBFOG, por exemplo, se faz necessário realizar lançamentos de foguetes em áreas fora da escola e nem sempre ele recebe apoio da gestão e de outros professores para levar os alunos para outros locais para realizar esse tipo de atividade. Outra questão que ele destaca é sobre o incentivo financeiro dado aos alunos que desejam representar a escola nesses eventos. Muitas vezes a turma não recebe incentivo algum, ou o que recebe não é suficiente para pagar todos os custos de passagem, hospedagem, alimentação e material de apresentação para esses eventos, já que quase a totalidade dos alunos vêm de famílias pobres.

Após a realização do conjunto das aulas teóricas e práticas e suas respectivas observações, foi criado um questionário para a avaliação do letramento científico dos estudantes participantes desta pesquisa.

6.2 QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE LETRAMENTO CIENTÍFICO

A avaliação do LC caracterizou-se por uma pesquisa de caráter não exclusivamente escolar. Na sua formulação, buscou-se utilizar textos, infográficos e situações que exploram evidências, fenômenos e processos da vida e pesquisa científica de modo a construir argumentos para a tomada de decisões e soluções de questões que influenciam na visão de mundo do indivíduo e sua formação cidadã.

O questionário aplicado para a avaliação cognitiva é dividido em duas partes: a primeira parte é composta por 11 itens distribuídos em dez questões, sendo duas questões de múltipla escolha e nove questões de respostas abertas. A segunda parte é composta por uma tabela que contém sete perguntas com respostas de múltipla escolha e que tem como objetivo analisar a percepção dos participantes sobre interesse em temas científicos e a relevância da formação em ciências (Apêndice B). Esta tabela é uma adaptação do questionário “Percepção sobre interesse em temas científicos e relevância da formação em ciências”, utilizado no ILC 2014 Abramundo.

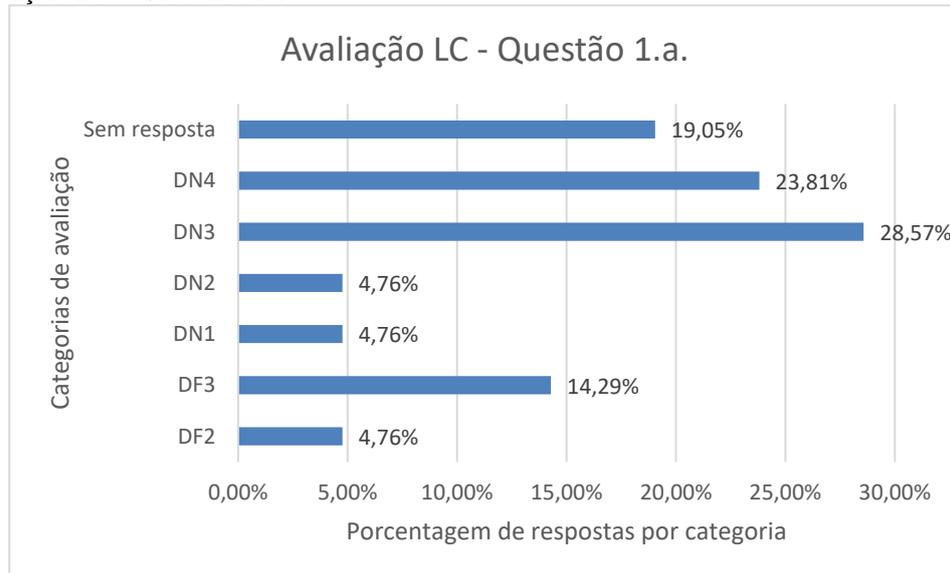
A análise das respostas se deu sob a verificação das características definidas por Ogunkola (2013) para o Letramento Científico Nominal e o Letramento Científico Funcional seguindo uma tabela de pontuação com pesos distintos, apresentada na seção 5.3. Todas as questões foram elaboradas utilizando elementos trabalhados durante as aulas.

A avaliação da confiabilidade do questionário foi realizada através do cálculo do Coeficiente Alfa de Cronbach (FREITAS & RODRIGUES, 2005). Neste cálculo o questionário obteve um coeficiente de 0,7577, sendo classificado como de alta confiabilidade.

Na aplicação da atividade, foi solicitado aos 21 participantes que explicassem, através de cálculos e/ou texto, como alcançaram as suas respostas. Para aqueles que possuíam dificuldades de se expressar de forma escrita, era permitido que o participante demonstrasse a sua resolução de forma oral ao avaliador.

A primeira questão aplicada (Gráfico 1), no seu subitem a, pede para que os alunos expliquem o funcionamento de um sensor ultrassônico. Dessa questão obtiveram-se os seguintes resultados:

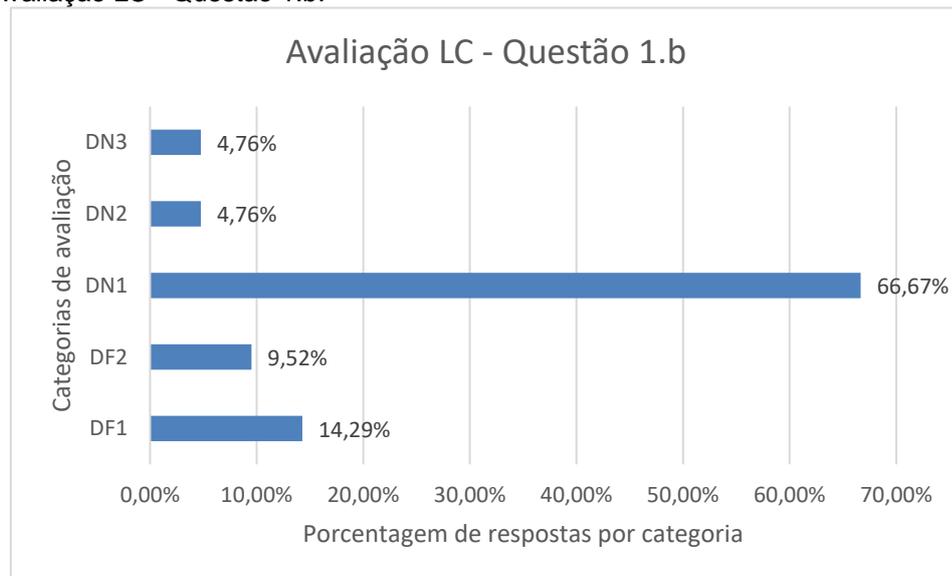
Gráfico 1 - Avaliação LC - Questão 1.a.



Na avaliação deste item, foi verificado que 28,57% dos participantes apresentaram explicações insuficientes e inadequadas sobre fenômenos científicos; seguidos de 23,81% de participantes que apresentaram respostas que expressam princípios científicos de uma forma ingênua. Embora uma pequena parcela dos participantes (4,76%) tenha apresentado um bom desempenho ao se utilizar de explicações que fazem o uso de termos científicos corretamente e apresentar o uso de palavras técnicas utilizadas durante as aulas (14,29%).

Para responder o subitem b (Gráfico 2) da mesma questão, foi solicitado que os participantes fizessem uso de noções de variação de espaço. Esta questão foi desenvolvida com base na atividade que utilizou de sensores ultrassônicos para que o robô localizasse obstáculos e percorresse trajetos predeterminados. Na avaliação deste item, foram obtidos os seguintes resultados:

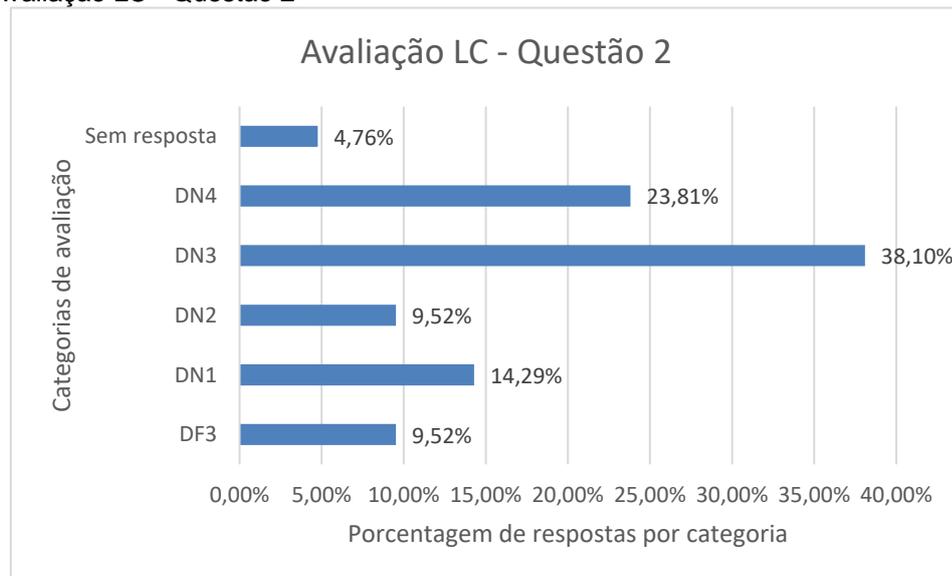
Gráfico 2 - Avaliação LC - Questão 1.b.



Na análise das respostas para este subitem foi verificado que 87,5% das respostas estavam incorretas. Porém, a análise feita sobre a atividade traz uma abordagem qualitativa que leva em consideração não apenas erros e acertos, mas os elementos utilizados pelo respondente para atingir a chave de resolução (Apêndice C). Sendo assim, pode-se constatar que 66,7% dos participantes que apresentaram respostas corretas, mostraram conhecimentos ou compreensões incorretas acerca do que era solicitado na questão; seguidos de 14,29% dos respondentes que apresentaram respostas satisfatórias ao item com a utilização de um vocabulário científico; 9,52% dos participantes apresentaram respostas satisfatórias ao item com explicações que definem termos científicos corretamente, seguidos de 9,52% dos respondentes que apresentaram explicações equivocadas, insuficientes e/ou inadequadas à resposta do item.

A questão de número dois do questionário (Gráfico 3) faz uso de uma tirinha de quadrinhos na qual mostra um acontecimento relacionado à uma das grandes leis da Física (Lei da Gravitação Universal ou Lei da Gravidade de Newton). Neste item foi solicitado que os participantes fizessem a interpretação da imagem para relacioná-la aos seus conhecimentos sobre a disciplina de Física, identificar e explicar sobre essa Lei. Das respostas apresentadas, foi criado o seguinte gráfico:

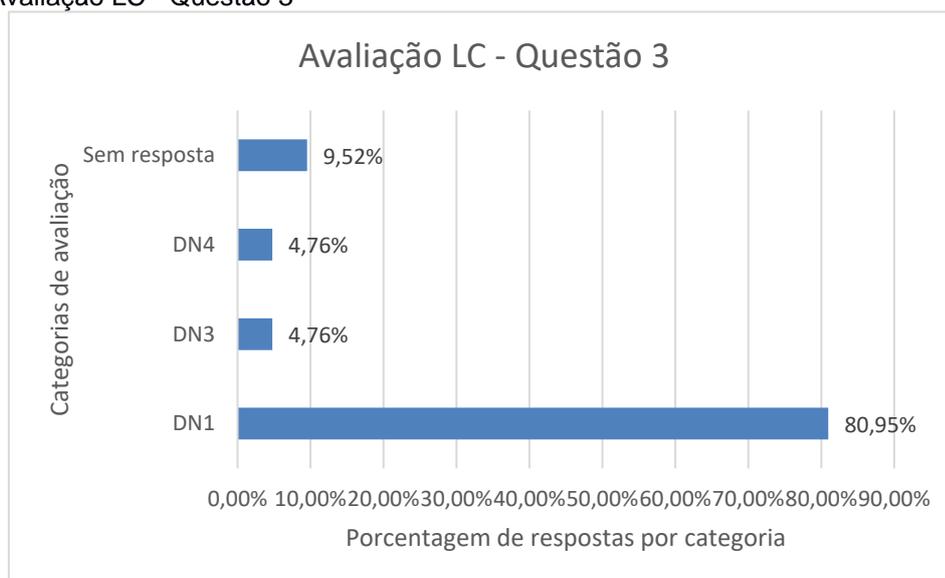
Gráfico 3 - Avaliação LC - Questão 2



O correspondente a 38,1% dos participantes apresentou respostas com explicações inadequadas e/ou insuficientes sobre o que foi pedido na questão; 14,29% apresentaram respostas com informações, conhecimentos e/ou compreensões incorretas e apenas 9,52% apresentaram respostas com explicações adequadas e que também faziam o uso de um vocabulário científico.

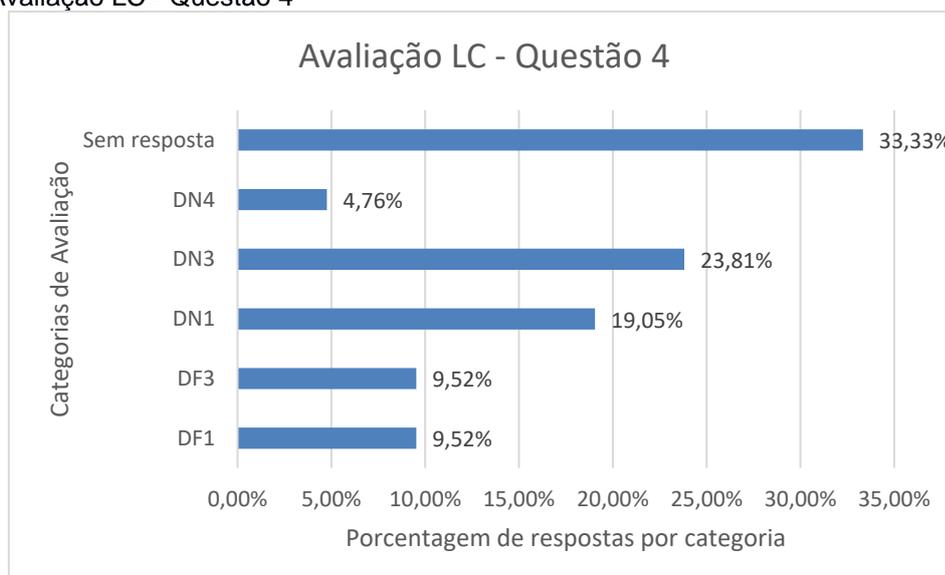
A questão de número três (Gráfico 4) apresenta um grau um pouco maior de complexidade. Embora ela não requeira a explicação de fenômenos científicos, o participante deverá recorrer às suas habilidades de interpretação de infográficos e conhecimentos matemáticos para encontrar a melhor alternativa para alcançar resolução deste item. Das respostas obtidas, 80,95% apresentam compreensões incorretas para a obter a resolução da questão. Esse grupo não conseguiu apresentar cálculos que resultassem na resposta; 9,52% das respostas apresentaram cálculos, entretanto não suficientes para responder à questão e 9,52% dos participantes não responderam a questão. Das respostas obtidas pode-se gerar o seguinte gráfico:

Gráfico 4 - Avaliação LC - Questão 3



A questão de número quatro (Gráfico 5) foi elaborada utilizando os elementos trabalhados nas aulas que abordaram os princípios de óptica e ondulatória. Neste item foi utilizada uma tirinha que retrata um fenômeno da física (reflexão) e vem acompanhada de um texto de apoio para ajudar na interpretação do respondente. O item solicita ao participante a identificação e a explicação sobre tal fenômeno. Das respostas recebidas foi criado o seguinte gráfico:

Gráfico 5 - Avaliação LC - Questão 4

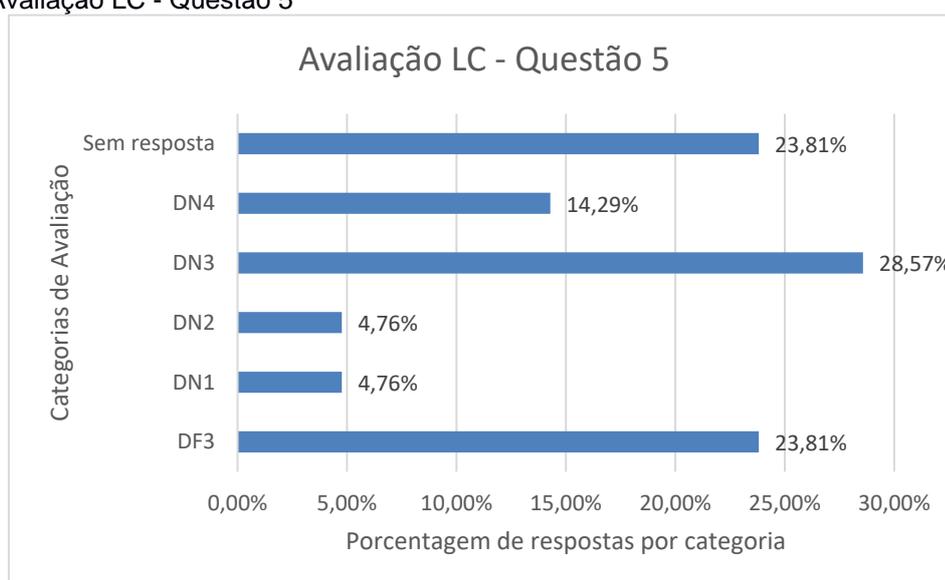


Este item apresentou um grande número de participantes (33,33%) que não apresentou respostas. 23,81% dos participantes forneceu explicações insuficientes e inadequadas ao fenômeno a ser identificado; 19,05% dos respondentes apresentaram

compreensões incorretas sobre o fenômeno (com a identificação incorreta do fenômeno e/ou explicações equivocadas sobre o mesmo); 9,52% dos participantes apresentaram respostas corretas com a utilização de um vocabulário científico; e outros 9,52% dos participantes forneceram explicações corretas, com uso de vocabulário científico e palavras técnicas.

A questão de número 5 (Gráfico 6) apresenta um grau de complexidade um pouco maior em relação às questões anteriores. Esta questão foi desenvolvida tomando como base os elementos trabalhados nas aulas que envolveram lançamentos de foguetes. Nela é solicitado que o participante utilize dos seus conhecimentos sobre química e física para apresentar a sua resposta ao item. Das respostas apresentadas, obteve-se o seguinte gráfico:

Gráfico 6 - Avaliação LC - Questão 5



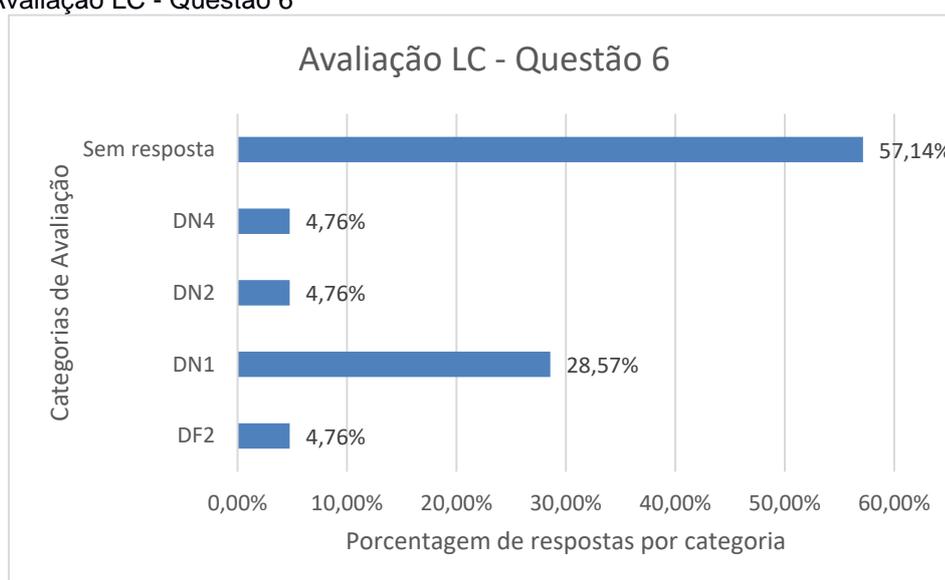
Deste item, 28,57% dos respondentes apresentaram explicações insuficientes e inadequadas ao fenômeno apresentado na questão; esta foi mais uma questão que apresentou um alto índice de falta de respostas por parte dos participantes, correspondendo a 23,81% dos envolvidos na resolução do questionário; 23,81% dos participantes apresentaram explicações satisfatórias à resposta do item, seguidos de 14,29% dos respondentes que apresentaram explicações consideradas ingênuas³⁴ ao fenômeno abordado na questão; 4,76% apresentaram equívocos de conceitos

34 Explicações consideradas ingênuas: compreendidas aqui como uma compreensão superficial que não relaciona os conceitos e processos científicos, assim como aceita a explicação sobre processos e fenômenos sem questionamento.

científicos, seguidos de outros 4,76% dos participantes que forneceram explicações incorretas e não satisfatórias à resposta do item.

Entre as diversas questões abordadas sobre o Letramento Científico encontra-se a importância de o cidadão compreender e fazer a leitura do mundo em sua volta. Como abordado em outros momentos desta pesquisa, o Letramento Científico tem como objetivo o entendimento da ciência e a sua utilização em situações do cotidiano. Para tanto, a questão de número seis foi elaborada para analisar a habilidade do respondente sobre o consumo de energia elétrica e o valor a ser pago por tal consumo. Esta atividade tem como base as explicações sobre consumo elétrico de componentes eletrônicos que foram trabalhados nas aulas que envolveram introdução à RPL. Através das respostas fornecidas foi criado o seguinte gráfico (Gráfico 7):

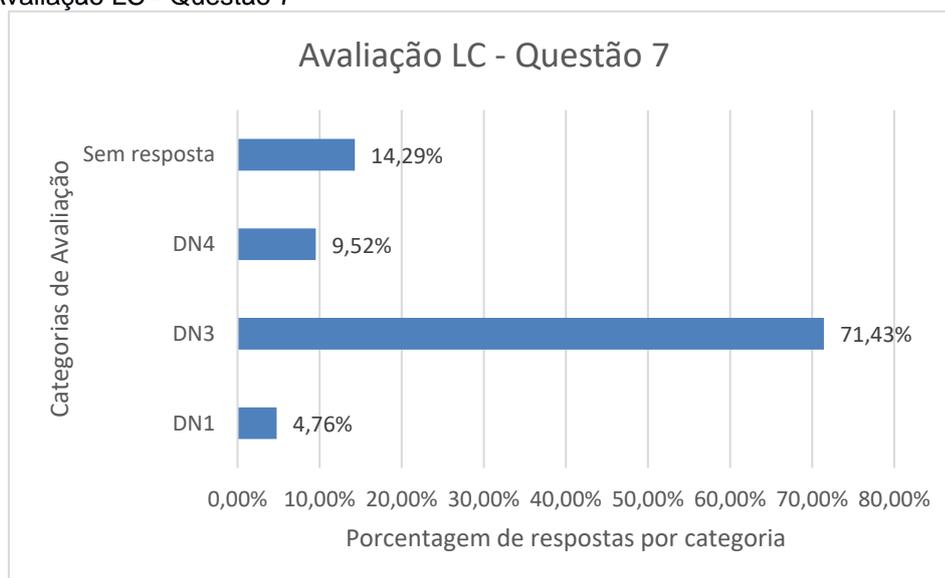
Gráfico 7 - Avaliação LC - Questão 6



De todas as questões que compõe o questionário de avaliação, a questão de número seis foi a que exibiu o maior índice de participantes que não apresentou respostas. Das respostas apresentadas, 28,57% apresentaram compreensões incorretas e explicações insuficientes (sem a presença de cálculos escritos) para responder à questão; 4,76% dos participantes apresentaram explicações equivocadas para responder o item em questão; 4,76% dos respondentes apresentaram a resposta que satisfazia a questão, porém não apresentaram o cálculo- ou alguma explicação oral- que leva à resposta. Por fim, 4,76% dos participantes apresentaram resposta satisfatória ao item e, em sua explicação oral, utilizou de vocabulário científico com definição correta de alguns termos.

A questão de número sete (Gráfico 8) propõe avaliar a construção de argumentos do respondente para justificar a proposta apresentada através do estabelecimento de relações intertextuais e entre variáveis. Observemos o gráfico a seguir:

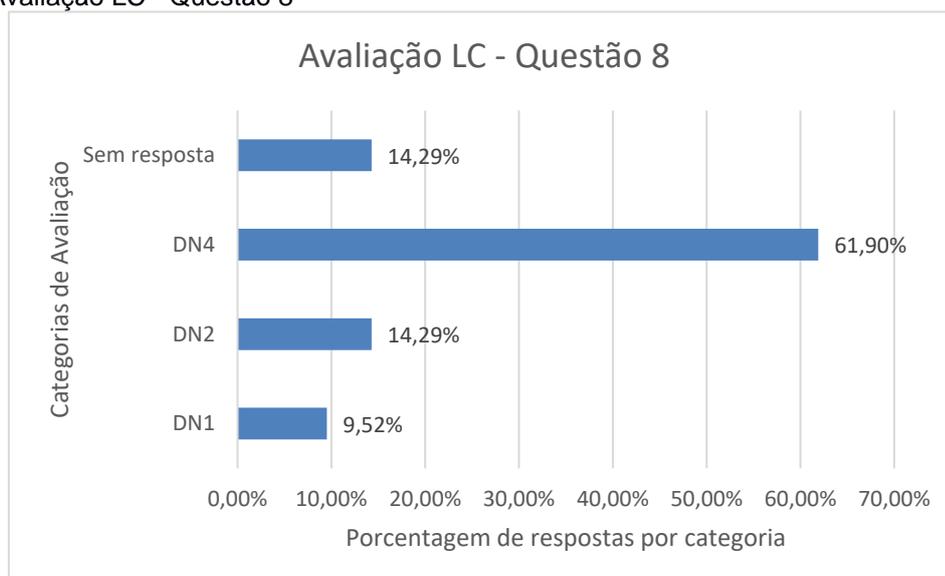
Gráfico 8 - Avaliação LC - Questão 7



Das respostas obtidas, 71,43% dos respondentes apresentaram explicações insuficientes e/ou inadequadas à resolução do item-- embora as respostas fornecidas estivessem corretas; 14,29% dos participantes optaram por não responder a questão, enquanto 9,54% das respostas fornecidas satisfazem o item e expressam explicações satisfatórias, embora ingênuas; 4,76% dos respondentes forneceram explicações incorretas e não satisfatórias à resposta da questão.

A questão de número oito (Gráfico 9) não exige do respondente o conhecimento e/ou domínio sobre os conhecimentos científicos. Esta questão envolve informações explícitas presentes em situações do cotidiano como manuais de instrução, bulas de remédio, contas e extratos de consumo. Das respostas fornecidas pelos participantes foi criado o gráfico a seguir:

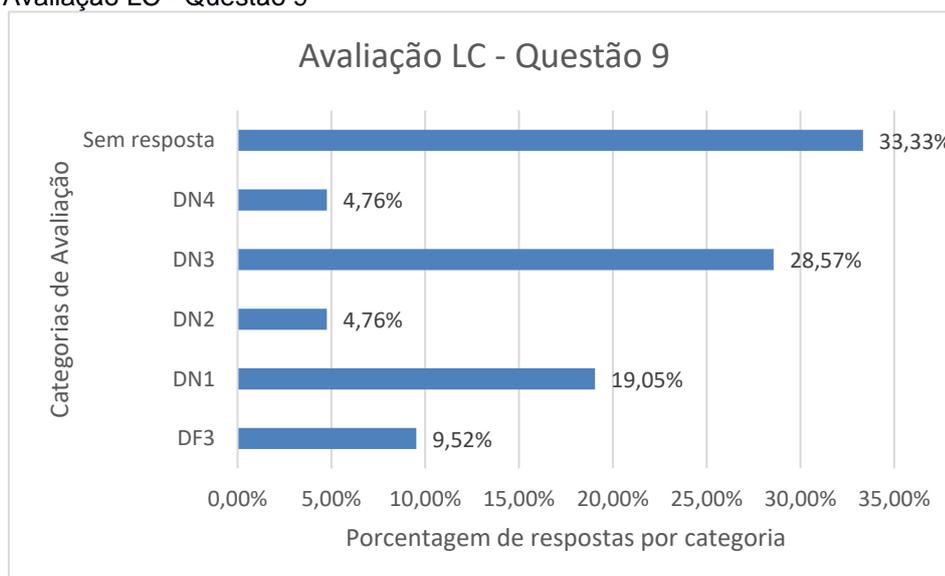
Gráfico 9 - Avaliação LC - Questão 8



Neste item, 61,9% dos participantes apresentaram respostas que satisfizeram o item e se utilizaram de justificativas ingênuas; 14,29% dos respondentes apresentaram respostas corretas, porém com explicações equivocadas; 14,29% dos participantes optaram por não responder esta questão; e 9,52% dos respondentes apresentaram explicações com compreensões incorretas e não satisfatórias à resposta da questão.

A questão de número nove (Gráfico 10) objetiva a resolução de problemas que envolvam a interpretação e comparação de informações e conhecimentos científicos básicos, apresentados através de textos diversos, e que envolvam temáticas presentes no cotidiano. Deste modo, utilizaram-se dos elementos trabalhados nas aulas que envolveram a seleção de peças para montagens de robôs e a escolha do melhor pneu ou esteira a ser utilizada para a locomoção do artefato e assim foi desenvolvida esta questão. A análise das respostas obtidas resultou no seguinte gráfico:

Gráfico 10 - Avaliação LC - Questão 9

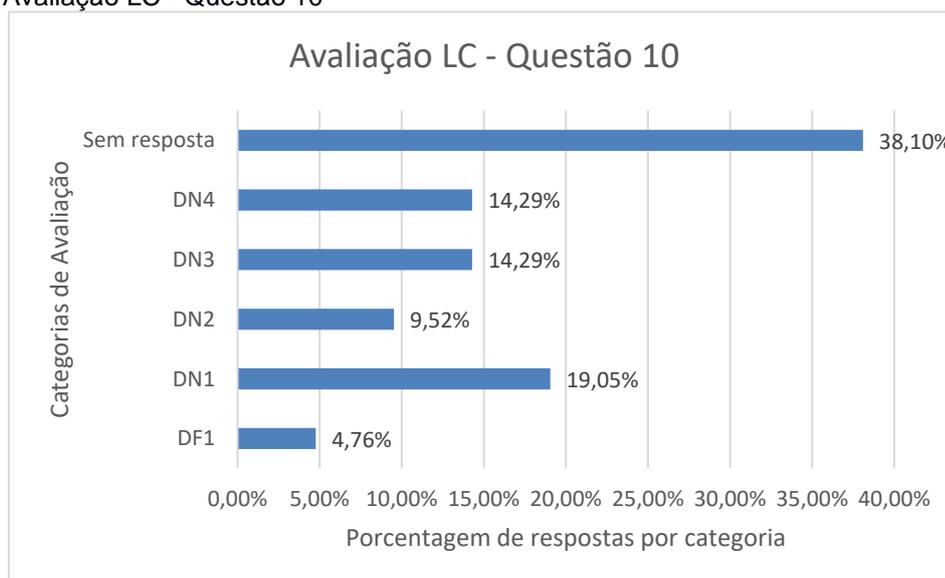


Assim como a questão de número 4, este item apresentou um total de 33,33% de participantes que optaram por não apresentar respostas; das respostas fornecidas, 28,57% se caracterizaram como insuficientes e inadequadas para a explicação do fenômeno científico; 19,05% das respostas apresentam compreensões incorretas e não trazem elementos que satisfazem a questão; 4,76% dos respondentes apresentaram explicações que expressam princípios científicos de forma ingênua; 4,76% das respostas apresentam equívocos de conceitos científicos; e 9,52% dos participantes apresentaram explicações corretas com a utilização de termos científicos.

A décima e última questão (Gráfico 11) deste questionário foi desenvolvida para avaliar propostas e afirmações que exigem o domínio de conhecimentos científicos em situações que envolvem contextos diversos. Ela objetiva analisar as propostas e argumentos utilizados pelos respondentes e a sua relação com temas relacionados ao meio ambiente, sociedade, ciência e tecnologia.

Na composição da questão de número dez, foi feito o uso de uma matéria que aborda questões sobre o meio ambiente, produção energética e viabilidade econômica sobre a produção de novos combustíveis. Após a apresentação do texto de apoio, foi solicitado ao participante apresentasse a sua proposta para solucionar o problema da emissão de poluentes na atmosfera pelos veículos movidos à queima de combustíveis fósseis. Das respostas apresentadas, foi criado o seguinte gráfico:

Gráfico 11 - Avaliação LC - Questão 10



Do total de respondentes, 38,1% optou por não apresentar respostas à questão. Das respostas apresentadas, 19,05% demonstram tópicos, problemas, informações, conhecimentos ou compreensões incorretas; enquanto 14,29% fornecem explicações insuficientes e inadequadas às suas propostas; 14,29% apresentam propostas com princípios científicos e justificativas ingênuas; 9,52% mostraram soluções com propostas que trazem equívocos sobre conceitos e processos científicos; Entretanto, 4,76% dos respondentes apresentaram propostas sem equívocos relacionados às explicações de conhecimentos científicos, assim como fez uso de um vocabulário científico.

Como explicado no início desta seção, o questionário aplicado está dividido em duas partes. Neste momento serão apresentados os resultados referentes às respostas fornecidas pelos participantes sobre a tabela que compõe a segunda parte do questionário e que tem como objetivo analisar às suas percepções acerca de temas científicos e a relevância da formação em ciências.

As perguntas que compõe esta segunda parte do questionário se dividem em:

1. A ciência me ajuda a compreender o mundo em que vivo?
2. Quem tem formação na área científica tem garantidas boas oportunidades de trabalho?
3. Procuro estar sempre informado sobre novidades no campo da ciência e da tecnologia?
4. Gosto de ler textos sobre temas científicos?

5. Sempre gostei de estudar ciências?
6. Gostaria de ter uma profissão da área científica
7. Quem gosta de Português, História e Filosofia costuma ser fraco em Ciências?

Para responder estas perguntas, os participantes poderiam escolher apenas uma resposta por item que se dividiam em:

- Concordo totalmente;
- Concordo em parte;
- Não concordo nem discordo;
- Discordo em parte;
- Discordo totalmente;
- Não sabe/NR.

Desta segunda parte do questionário, 19 alunos apresentaram respostas que foram representadas em percentagem no quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Percepções sobre C&T

Você concorda totalmente, concorda em parte, não concorda nem discorda, discorda em parte ou discorda totalmente que:	Concordo totalmente	Concordo em parte	Não concordo nem discordo	Discordo em parte	Discordo totalmente	Não Sabe/NR
A ciência me ajuda a compreender o mundo em que vivo	79%	21%	0%	0%	0%	0%
Quem tem formação na área científica tem garantidas boas oportunidades de trabalho	63%	32%	5%	0%	0%	0%
Procuro estar sempre informado sobre novidades no campo da ciência e da tecnologia	37%	42%	21%	0%	0%	0%
Gosto de ler textos sobre temas científicos	26%	37%	32%	0%	0%	5%
Sempre gostei de estudar ciências	37%	37%	21%	0%	0%	5%
Gostaria de ter uma profissão da área científica	42%	32%	5%	11%	0%	5%
Quem gosta de Português, História e Filosofia costuma ser fraco em Ciências	11%	21%	21%	11%	21%	16%

Através da apresentação da tabela acima, pode-se perceber que há avaliação positiva por parte dos respondentes em relação à Ciência:

- O maior índice de respostas positivas se concentra na questão que avalia a importância da ciência no auxílio à visão de mundo do participante. Neste item, 79% dos respondentes (15 estudantes) concordam plenamente e 21% (quatro estudantes) concordam em parte. Esta impressão dos participantes se vincula à resposta do item seguinte, onde 63% (12 estudantes) concordam plenamente e 32% (seis estudantes) concordam em parte que a formação na área científica garante boas oportunidades de trabalho e 5% (um estudante) apresentaram uma postura indiferente à esta afirmação;
- Quando a análise toma foco nos itens relacionados à informação sobre temas científicos, 37% dos participantes (sete estudantes) declararam que sempre buscam estar informados sobre novidades nos campos das ciências, enquanto 42% (oito estudantes) concordam em parte e 21% (4 estudantes) não concordam e nem discordam. Em conversas com o grupo participante, os respondentes declararam que se interessam por temas científicos, principalmente os relacionados às TIC, e suas fontes de informação se concentram em telejornais e canais de vídeo no Youtube. Entretanto, quando a fonte de informação sobre assuntos ligados à C&T é escrita, é percebida uma variação nas respostas: 26% (cinco estudantes) concordam plenamente (declaram que leem textos científicos em jornais eletrônicos e impressos), 37% (sete estudantes) concordam em parte, 32% (seis estudantes) apresentaram uma postura indiferente e 5% (um estudante) não souberam responder;
- No tocante do interesse sobre o estudo de Ciências, a análise se mostrou positiva. 37% dos participantes (sete estudantes) declararam que concordam totalmente, seguidos de outros 37% de participantes (sete estudantes) que responderam que concordam em parte. 21% (quatro estudantes) informaram que não concorda e nem discorda, enquanto 5% (um estudante) não souberam responder;
- A respeito do interesse em ter uma profissão na área científica, 42% (oito estudantes) concordaram totalmente, seguidos de 32% (seis estudantes) que concordam em parte. 5% dos participantes (um estudante) apresentaram uma postura indiferente, enquanto 11% (dois estudantes) discordam em parte e 5% (um estudante) não souberam responder.

- Quando questionados se uma pessoa que apresenta bom desempenho em outras áreas do saber teria necessariamente um mau desempenho em Ciências, os participantes apresentaram respostas bem diversas: 11% dos respondentes (dois estudantes) concordaram totalmente, 21% (quatro estudantes) concordaram em parte, seguidos de 21% (quatro estudantes) que não discordaram e nem concordaram, 11% (dois estudantes) discordaram em parte, 21% (quatro estudantes) discordaram totalmente e 16% (três estudantes) não souberam responder.

Através da análise de cada item é possível perceber que os participantes adotam uma postura positiva acerca das Ciências e dos assuntos relacionados a elas; assim como creem que as pessoas com maior interesse pelas Ciências e formação científica possuem melhores chances de obter as melhores oportunidades de trabalho. Em contrapartida, os respondentes não demonstraram consenso ao opinar sobre a afirmação de que quem tem bons desempenhos em outras áreas do saber não terá bom desempenho em Ciências.

Ao analisar os resultados anteriormente expostos, foram resgatadas as entrevistas realizadas com o professor responsável pela disciplina onde ocorreu a coleta dos dados e pode-se destacar as seguintes informações:

1. O grande foco das aulas se encontra na experimentação motivadora. O professor acredita que trabalhar com propostas que envolvam a experimentação irá trazer para o ambiente escolar (seja nas atividades ocorridas dentro ou fora da sala de aula) a cooperação, concentração, engajamento e vivência do método científico (observação de fenômenos e coleta de dados) para todos os envolvidos nas atividades. Por esta razão, a RP foi escolhida como o recurso primário a ser utilizado nas aulas;
2. Quanto ao planejamento das aulas, não era seguido um roteiro detalhado com objetivos e conteúdos articulados e bem relacionados entre si que trouxessem a RP como recurso principal para o alcance das metas propostas
3. Embora tenha sido falado sobre a importância do método científico, ao longo das observações realizadas em campo, pode-se constatar que as noções acerca do método científico foram apresentadas apenas uma vez durante as aulas. Este fato se apresenta como fator influenciador no baixo desempenho dos alunos na formulação de relatórios e explanações acerca de fenômenos científicos;

4. Em alguns momentos de desenvolvimento das atividades por parte dos alunos, o professor fazia algumas observações ao pesquisador, que se relacionam com os dados obtidos nas respostas dos relatórios. De acordo com ele, e como pode ser observado em todos os encontros com a turma, há uma grande dificuldade dos estudantes sobre a interpretação e criação de textos. Nas palavras do professor: “Se a gente não souber ler, interpretar e falar, é difícil aprender qualquer matéria!” Outra deficiência se encontra no domínio de conhecimentos matemáticos básicos trabalhados no Ensino Fundamental.

Como resultado, é verificado que o grupo analisado nesta pesquisa apresenta dificuldades sobre a identificação, interpretação de fenômenos e conceitos científicos e fornece explicações insuficientes e inadequadas. De acordo com a análise, os estudantes não se classificam na Dimensão 2 do Letramento Científico: Letramento Científico Funcional.

Os indicadores de respostas não fornecidas, ou então fornecidas de forma incorretas ou insuficientes para as questões que apresentam uma maior complexidade para a sua resolução, mas que fazem parte do contexto trabalhado em sala de aula; assim como os maiores índices de acertos e explicações que expressam princípios científicos de forma ingênua, para as questões de baixa complexidade, denotam que os sujeitos analisados se classificam na Dimensão 1 do Letramento Científico: Letramento Científico Nominal.

Um traço negativo do trabalho desenvolvido durante a disciplina observada, é que ele não resultou na criação e compartilhamento de ações para a divulgação do conhecimento, adquirido pelos alunos, com a comunidade escolar. A escola, da qual o grupo pesquisado faz parte, não promove feiras científicas ou outros momentos de troca de saberes entre os alunos que participaram desta disciplina eletiva com as demais ofertadas pela instituição.

Um traço importante que pode ser observado nas respostas do questionário aplicado- levando em consideração as observações feitas pelo professor da disciplina, que os alunos apresentam um déficit sobre o domínio de assuntos trabalhados no Ensino Fundamental, a formação do professor e o pouco incentivo dado por parte dos gestores da escola à realização de atividades de campo e participação em eventos científicos- é que entre 5% a 10% dos alunos apresentaram respostas satisfatórias aos itens perguntados e assim foram classificados no Nível 1 do Letramento Científico:

Letramento Científico Nominal. Este resultado não se caracteriza como negativo, embora não seja o ideal.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido aos discursos acerca da vantagem da adoção da Robótica Pedagógica na educação pública do Estado de Pernambuco, com o preparo dos estudantes para as competências exigidas para o século XXI, foi procurado investigar e analisar as contribuições da robótica como recurso educacional fomentador de ciência e tecnologia para o letramento científico de estudantes em uma Escola de Referência em Ensino Médio na cidade do Recife.

Pode-se constatar que a experimentação presente na RP leva aos estudantes o ver, o presenciar na prática e o abstrair de elementos teóricos apresentados em sala de aula, através da incorporação de novas tecnologias à realidade educacional. Esse tipo de prática trabalha a reelaboração dos conhecimentos, trazidos de forma teórica pelos alunos e alunas, facilitando a obtenção de um senso crítico mais concreto e embasado na compreensão científica e tecnológica da realidade social e política na qual estão inseridos.

Essa análise resultou na verificação de que estes alunos possuem um nível baixo de letramento científico, e se classificam, de acordo com Ogunkola (2013) no Letramento Científico Nominal. A ausência de letramento científico básico reforça as desigualdades socioeconômicas, comprometendo o exercício da cidadania e a inserção produtiva de grande parte de nossa população (GOMES, 2016).

Acreditamos que as propostas que visam a educação científica dos estudantes do Ensino Médio devam fomentar práticas que permitam a investigação de situações diversas; que possam estar relacionadas de maneira direta às ciências e que poderão ser usadas em outros contextos de suas vidas.

No Capítulo 2 foi mostrado que a ciência possui uma linguagem própria e que, quando essa noção de “linguagem da ciência” é trazida para a Física, é visto que a Matemática traz elementos que estruturam esta linguagem. Sendo assim, pensar na linguagem da Física não é apenas pensar na sua forma escrita ou oral, mas na sua linguagem matemática. Essa linguagem matemática está fortemente presente na robótica. Entretanto, na pesquisa aqui apresentada, pode-se verificar os altos índices de erros relacionados às atividades que envolviam raciocínio matemático e a compreensão de sua linguagem.

Como apresentado no Capítulo 3, foi visto que a RP trabalha algumas das competências exigidas para o século XXI, como o trabalho em equipe, liderança e empreendedorismo. Outra característica importante que se percebe ao utilizar a robótica pedagógica é que o conteúdo conceitual trabalhado em sala de aula não perde a sua importância, porém toma diferentes significados quando abordados através da experimentação presente na metodologia da RP.

Os PCN orientam a criação de um currículo com conteúdos conceituais, conteúdos procedimentais e conteúdos atitudinais. Através dessa proposta, pode-se vislumbrar a RP como um recurso educacional que atende tais requisitos pois, em uma educação científica, se faz necessário que os aprendentes investiguem, interajam entre si, relacionem os assuntos teóricos nas abstrações realizadas nas práticas. E assim, através dessas características investigativas e interdisciplinares, atinjam os objetivos propostos prescritos nos PCN.

A linguagem científica possui caráter argumentativo (CHASSOT, 2000). Ela requer um posicionamento do estudante, ou seja, o seu ponto de vista sob justificativas tomadas utilizando o seu conhecimento científico. Este poder de argumentação pouco foi visto entre os participantes analisados neste estudo. Suas identificações acerca de temas e problemas de cunho científico, suas criações de hipóteses, propostas para resoluções de problemas e justificativas apresentaram muitas inconsistências.

No Capítulo 5, onde é caracterizado o campo de estudo, é apresentado o fato de apenas um professor de toda a escola, o qual leciona as disciplinas de Física e a disciplina eletiva de A evolução da tecnologia, ser o único a desenvolver propostas de ensino que utilizam a RP. Este fato levou à reflexão acerca da formação dos professores para a educação científica. Por muitas vezes os professores vêm de uma formação na qual eles, quando em sala de aula, não conseguem vislumbrar elementos da cultura científica. Então como pode um professor identificar e abordar elementos que fazem parte da cultura científica se eles não a conhecem ou não sabem sobre o que se trata a cultura científica e a importância do Letramento Científico?

Conclui-se que a Robótica Pedagógica se apresenta como um recurso educacional fomentador de ciência e tecnologia para o letramento científico de alunos do Ensino Médio, entretanto se faz necessário que haja uma real interação

interdisciplinar nos planejamentos de aula do qual farão uso deste recurso educacional. Observa-se também que se faz necessária a formação inicial e continuada dos professores sobre a educação científica e sobre o trabalho utilizando novas tecnologias educacionais, além dos incentivos dados aos estudantes para a participação em eventos científicos

Pode-se constatar que o trabalho realizado com a Robótica Pedagógica se mostrou positivo em diversos momentos, como:

- A partir do momento em que as inscrições para participar da disciplina eletiva A Evolução da Tecnologia foram abertas e os futuros alunos souberam que nela seria trabalhada a Robótica Pedagógica, as inscrições foram esgotadas e os alunos que não puderam se inscrever solicitaram à secretaria que fossem permitidas permutas entre alunos que desejassem cursar uma outra disciplina eletiva com aqueles que desejavam ter contato com a robótica;
- Alunos relataram que os trabalhos feitos com robótica os ajudaram a abstrair melhor os conceitos de Física e Matemática trabalhados por outros professores;
- Através da inserção da Robótica Pedagógica, foi possível explorar um vocabulário científico mais rico e introduzir aos alunos e alunas noções sobre o pensamento científico;

Um fato que chamou a atenção, citado anteriormente neste capítulo, faz referência à formação do professor responsável pelas disciplinas de Física e a disciplina eletiva de A Evolução da Tecnologia. O professor possui licenciatura em Biologia e não possui outras habilitações nas áreas das Ciências Exatas e/ou Ciências da Natureza. Esta observação nos levou as seguintes questões (que não serão respondidas nesta pesquisa): O professor de Física, em questão, foi formado para ensinar os conteúdos estanques ou para desenvolver o letramento científico? A sua formação/treinamento para utilizar a metodologia trabalhada pelos kits Lego se mostra suficiente para trabalhar a cultura científica e contribuir para o letramento científico dos seus alunos?

As iniciativas tomadas pelo professor para utilizar a RP como ferramenta fomentadora para o aprendizado científico (como as atividades desenvolvidas em sala de aula com os Robôs Lego NXT e os lançamentos de foguetes), colocou os alunos

em contato com grandes eventos que buscam estimular a criação e divulgação de conhecimento científico, como a OBA, MOBFOG, Space Camp Brasil e OBR. Este mesmo interesse levou um grupo de cinco alunos a desenvolver um projeto para a criação de um simulador de corridas, controlado por Arduino, utilizando a Robótica Pedagógica Livre. Este projeto foi apresentado ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e serviu para mostrar aos alunos que pequenos projetos trabalhados na escola podem ter uma grande expressividade em outras instituições

Ao final deste estudo, é chamada a atenção para que sejam realizadas demais pesquisas que investiguem as relações entre educação científica e o letramento científico à adoção da Robótica Pedagógica; que investimentos na qualidade da educação científica e formação cidadã não cessem, assim como o investimento e acompanhamento na/para a formação docente na educação científica e uso de novas tecnologias educacionais, pois, como visto em outros projetos educacionais, muitas vezes o problema não está na tecnologia adotada, mas na forma como ela é utilizada.

REFERÊNCIAS

ABRAMUNDO. Gomes, Anderson S. L. (org.) **Letramento Científico: um indicador para o Brasil**. São Paulo: Instituto Abramundo. – 2015.

ATHENA. **Al-Jazari – “pai da robótica”**. Automação. Disponível em < <http://athena-automacao.com.br/automa-o-de-m-quinas.html>>. Acesso em 04 de janeiro de 2018.

AZEVEDO, Samuel; et al. **Introdução a Robótica Educacional**. In: II SEEMAT, 2010, Vitória da Conquista. Disponível em <http://www.uesb.br/mat/semat/seemat2/index_arquivos/mc5.pdf>. Acesso em 24 de outubro de 2017.

BAKAR, E. BAL, S. AKCAY, H. **Preserve science teachers beliefs about science – Technology and their implication in society**. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, vol. 2, n. 3, dez. 2006. Disponível em < <http://www.iserjournals.com/journals/eurasia/download/10.12973/eurasia.2006.00021a>>. Acesso em 15 de julho de 2017.

BARBOSA, Fernando da Costa; DE SOUSA JUNIOR, Arlindo José. **ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL PÚBLICO: UMA ARTE DE FAZER**. XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba – PR, jul. 2013.

BASILIO, J. A. **Utilização da Robótica Educacional como alternativa instigadora para o ensino de Física no ensino médio inovador**. 2015. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Exatas)–Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2015.

BERNHEIM, Carlos Tünnerman; CHAUI, Marilena. **Desafios da universidade na sociedade do conhecimento**. Brasília: UNESCO, 2008. p. 7-27.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Programa Nacional de informática educativa/MEC/SEMTEC**.-Brasília: PRONINFE, 1994, 39p. Disponível em <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002415.pdf>>. Acesso em 15 de dezembro de 2016.

CASTELLS, Manuel. Fluxos, redes e identidades: uma teoria crítica da sociedade informacional. In: _____ (org.). **Novas perspectivas críticas em educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. Tese de doutorado. Universidade Federal da Bahia. – 2013.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Potencialidades e Limites da Robótica Pedagógica Livre no Processo de (Re)construção de Conceitos Científico-Tecnológicos a**

partir do Desenvolvimento de Artefatos Robóticos. 135 f. il. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

CHASSOT, Áttico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, 22: 89-100, 2003.

CHAVES, Alaor Silvério. Educação para a ciência e tecnologia. In: **Educação científica e desenvolvimento: o que pensam os cientistas.** Brasília: UNESCO Brasil, 2005. p.47-60.

CRUZ, George. **Robótica: A história da Robótica até os dias de hoje.** Ciência e Tecnologia. 07 de agosto de 2013. Disponível em <<https://cienciaetecnologias.com/robotica-historia/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2017.

CULKIN, Jody. **Introduction to Arduino.** Introduction to Arduino. 5 set. 2011. Disponível em <<http://www.jodyculkin.com/comics-2/introduction-to-arduino>>. Acesso em 03 de março de 2017.

CUNHA, Rodrigo Bastos. **Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy.** Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, v. 22, n. 68, p. 169-186, Mar. 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141324782017000100169&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 de março de 2017.

DE LUCA, Alessandro. **Industrial Robotics 1: Industrial Robotics.** Dipartimento di Ingegneria Informatica Automatica e Gestionale Antonio Ruberti. SAPIENZA. Università di Roma.

DIAS, D. L. **O que é Física.** Fonte: Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/>>. Acesso em 27 de julho de 2017.

DO CARMO, Maria. **Alguns conceitos sobre robótica.** Robô Livre. 11 de outubro de 2017. Disponível em <<http://www.roboliv.re/conteudo/alguns-conceitos-sobre-a-robotica>>. Acesso em 02 de outubro de 2017.

DOS SANTOS, T. N.; POZZEBON, E.; FRIGO, L. B. (2013). **A utilização de Robótica nas disciplinas da Educação Básica.** Araranguá-SC: II Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, SICT-Sul. Disponível em <<https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1165/840>>. Acesso em 21/7/2015.

EINSTEIN, Albert. Como vejo o mundo / Albert Einstein; tradução de H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981. Tradução de: Mein Weltbild.

FERRAZ, A. P. C. M. et al. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais.** Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERNANDES, F. M. B. **Considerações Metodológicas sobre a Técnica da Observação Participante**. In MATTOS, R. A.; BAPTISTA, T. W. F. Caminhos para análise das políticas de saúde, 2011. p. 262-274

FREIRE, Paulo. **Papel da educação na humanização**. Obra de Paulo Freire; Série Artigos, 1969. Tradução Carlos Souza. Cap. 6, p. 123-132. Ed. Paz e Terra. São Paulo. Disponível em: <http://www.acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/1127/1/FPF_OPF_01_0003.pdf>. Acesso em 19 de junho de 2017.

FREIRE, P.; MACEDO, D. **Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra**. São Paulo: Paz e Terra. 1990.

FREITAS, André L. P. RODRIGUES, Sidilene G. **A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach**. XII SIMPEP. Bauru, SP. 7 a 9 de novembro de 2005.

GATTI, Bernadete A. Abordagens quantitativas e a pesquisa educacional. Fundação Carlos Chagas - USP. 2012. Disponível em <<https://www.ime.usp.br/~marcos/Bernadete25052012.pdf>>, acesso em 05 de abril de 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIANI, Kellen. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília.

GOMES, Anderson. **A importância do Letramento Científico é tema de palestra do Instituto Abramundo durante o Congresso Bett Brasil Educar 2016**. Nova Escola Clube, 2016. Disponível em <<http://rede.novaescolaclube.org.br/evento/importancia-do-letramento-cientifico-e-tema-de-palestra-do-instituto-abramundo-durante-o>>. Acesso em 05 de janeiro de 2018.

GOMES, Patrícia. **Conheça as competências para o século 21**. Porvir. 14 de agosto de 2012. Disponível em <<http://porvir.org/conheca-competencias-para-seculo-21/>>. Acesso em 14 de Janeiro de 2018.

GOMES, Patrícia Mathilde Riette. **A vulgarização de um vocabulário científico**. TRADTERM 2, 1995, p. 85-91.

GOYA, Alcides; BZUNECK, José Aloyseo; GUIMARAES, Sueli Édi Rufini. **Crenças de eficácia de professores e motivação de adolescentes para aprender física**. Psicol. Esc. Educ. (Impr.), Campinas, v. 12, n. 1, p. 51-67, Junho 2008.

HOLLOWAY, April. More than fifty ancient Greek inventions brought to life through incredible reconstructions. Ancient Origins: Reconstructing the story of humanity's past. Disponível em <<http://www.ancient-origins.net/news-general/more-fifty-ancient-greek>>

inventions-brought-life-through-incredible-reconstructions>. Acesso em 24 de abril de 2018.

INEP. OECD. **PISA 2015 – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. Matriz de avaliação de ciências.** Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2015/matriz_de_ciencias_PISA_2015.pdf>. Acesso em 12 de março de 2017.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação.** 8ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

KRASILCHIK, M; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e cidadania.** São Paulo: Moderna, 2004.

LEMOS, André. **Ciberespaço e Tecnologias Móveis.** Processos de Territorialização e Desterritorialização na Cibercultura. 2007. Disponível em: <http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/andrelemos/territorio.pdf>.

OLIVEIRA, Lívia. **A construção do espaço segundo Jean Piaget.** Sociedade & Natureza, Uberlândia. IU (33):105-117, dez.2005.

MAGALHÃES, Gildo. **Introdução à metodologia da pesquisa: caminhos da ciência e tecnologia.** São Paulo: Ática, 2005, ed. 1, p. 88.

MALHOTRA, N. Pesquisa de marketing. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MAIESKI,S..OLIVEIRA, K. L. e BZUNECK, J. A. **Motivação para aprender:** o autorrelato de professores brasileiros e chilenos. Psico-USF, Bragança Paulista, v.18, n.1, p.53-64, jan./abril, 2013.

MARTINS, Agenor. **O que é Robótica.** São Paulo, Editora Brasiliense, 2006.

MARTINS, Elaine. **Isaac Asimov: o pai dos robôs.** Robótica. TECMUNDO. Disponível em <<https://www.tecmundo.com.br/robotica/21551-isaac-asimov-o-pai-dos-robos.htm>>. Acessado em 09 de março de 2017.

MATARIC, M. J. (2014). **Introdução à Robótica.** Tradução: Humberto Ferasoli Filho; José Reinaldo da Silva; Silas Franco dos Reis Alves. São Paulo, Editora Unesp, 2014.

MATOS, N. **LDB E PCN: UMA VISÃO LEGAL SOBRE A EDUCAÇÃO BRASILEIRA.** Fonte: Pedagogia ao pé da letra Disponível em: <<https://pedagogiaaopedaletra.com/ldb-e-pcn-uma-visao-legal-sobre-a-educacao-brasileira/>>. Acesso em 26 de julho de 2017.

MBARGA, Gervais; FLEURY, Jean-Marc. **O que é ciência?** In: WORLD FEDERATION OF SCIENCE JOURNALISTS. Curso on-line de jornalismo científico. Trad. Adap. Catarina Chagas. Rio de Janeiro: Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz/ Fiocruz, 2009. p. 89-112.

MELANI, Nelma De Toni Donadelli Zonta. **PROGRAMA UM COMPUTADOR POR ALUNO: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES.** Congresso da ABED, 2010. Disponível

em: <<http://www.abed.org.br/congresso2011/cd/93.pdf>>. Acessado em 16 de janeiro de 2017.

MIRANDA, Juliano Rodrigues; SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Robótica Pedagógica: prática pedagógica inovadora**. In: IX Congresso Nacional de Educação-EDUCERE, II Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, PUCPR, Curitiba, PR, Brasil. 2009.

MORAES, Maria Candida. **INFORMÁTICA EDUCATIVA NO BRASIL: UMA HISTÓRIA VIVIDA, ALGUMAS LIÇÕES APRENDIDAS**. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 19-44, dez. 2012. ISSN 2317-6121. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2320/2082>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

NASCIMENTO, João Kerginaldo Firmino do. **Informática aplicada à educação**. – Brasília : Universidade de Brasília, 2007.

NEVES, Vanessa Ferraz Almeida. **Pesquisa-ação e etnografia: caminhos cruzados**. *Pesquisas e Práticas Psicossociais*, v. 1, n. 1, p. 1-17, 2006.

OGUNKOLA, Babalola J. **Scientific literacy: Conceptual overview, importance and strategies for improvement**. *Journal of Educational and Social Research*, v. 3, n. 1, p. 265-274, 2013.

OLIVEIRA, Maria Rita Neto Sales. **Do mito da tecnologia ao paradigma tecnológico: a mediação tecnológica nas práticas didático-pedagógicas**. *Rev. Bras. Educ.* [online]. 2001, n.18, pp.101-107. ISSN 1413-2478. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n18/n18a09.pdf> >. Acesso em 16 de março de 2017.

OLIVEIRA, Helder Cognaco de; DA SILVA HOUNSELL, Marcelo; KEMCZINSKI, Avanilde. **Mapeamento sistemático de metodologias de desenvolvimento centrado no usuário para jogos sérios**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2014. p. 727.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 210 p. ISBN 8573070072 (broch.).

PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C. **Educação em ciências, letramento e cidadania**. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 3-9, 2007.

PEREIRA, Juliana Carvalho; TEIXEIRA, Maria do Rocio Fontoura. **Alfabetização científica, letramento científico e o impacto das políticas públicas no ensino de ciências nos anos iniciais: uma abordagem a partir do PNAIC**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de novembro de 2015. Disponível em <<http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R1313-1.PDF>>. Acesso em 08 de março de 2017.

PERNAMBUCO. **Balanço das Ações 2012**. Secretaria de Educação. Recife, 2012.
PIAGET, J. **A Epistemologia Genética; Sabedoria e Ilusões da Filosofia; Problemas de Psicologia Genética**. In: Piaget. Tradução de Nathanael C. Caixeiro,

Zilda A. Daeir, Celia E.A. Di Pietro. São Paulo: Abril Cultural, 1978. 426p. (Os Pensadores).

RECIFE. Secretaria de Educação. **Política de ensino: tecnologias na educação / organização:** Jacira Maria L'Amour Barreto de Barros, Élia de Fátima Lopes Maçaira, Katia Marcelina de Souza. – Recife: Secretaria de Educação, 2015. 84 p.: il. (Política de Ensino da Rede Municipal do Recife, v. 5).

ROBÔLIVRE. **História da Robótica.** Robô Livre. 05 de maio de 2012. Disponível em <<http://www.roboliv.re/conteudo/historia-da-robotica>>. Acesso em 02 de outubro de 2017.

ROITMAN, Isaac. **Educação Científica: quanto mais cedo melhor.** Rede de Informação Tecnológica Latino-Americana. 2007. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/rl000001.pdf>>. Acesso em 07 de março de 2017.

RUI. Helena Maria Grippa. **CIÊNCIA, TÉCNICA E TECNOLOGIA E SUAS IMPLICAÇÕES NA SOCIEDADE MODERNA.** Revista FACEVV. ISSN 1984-9133. Vila Velha. Número 8, jan-jun. 2012.

SABBATINI, Marcelo. **Museos y Centros de Ciência Virtuales. Complementación y Potenciación del Aprendizaje de ciências a través de Experimentos Virtuales.** 2004. Tese de Doutorado. Universidad de Salamanca.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** 4. ed. São Paulo: USP, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios.** Revista Brasileira de Educação, vol. 12, 2007.

SCHOFIELD, Jack. **Seymour Papert obituary: Pioneer of educational computing and inspiration for Lego Mindstorms.** The Guardian. Education. 3 de Agosto de 2016. Disponível em <<https://www.theguardian.com/education/2016/aug/03/seymour-papert-obituary>>. Acesso em 05 de janeiro de 2018.

SHAMOS, M. **The Myth of Scientific Literacy.** New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SHEN, B.S. P. **Scientific literacy and the public understanding of science.** In S. B. Day. Te communication of scientific information. Basel: Karger, 1975.

SILVA, Heitor Felipe; CARVALHO, Ana Beatriz. **Investimentos em educação, pesquisa e desenvolvimento como estratégia para o desenvolvimento das nações.** In: 21º Seminário Educação, Tecnologia e Sociedade. 24 a 31 de outubro de 2016, Florianópolis. Revista Educacional Interdisciplinar, v. 5, n. 1. (2016). ISSN:3541-6602.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, Walter Antonio. **Ciência e tecnologia: transformando a relação do ser humano com o mundo**. Anais do IX Simpósio Internacional Processo Civilizador: tecnologia e civilização, 2005.

SKLAR, Sergio. BOHADANA, Estrella. **Piaget e Freud: facetas psicanalíticas da cognição**. Revista Espaço Acadêmico, v. 14, n. 157, p. 90-98, 2014.

SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998. 125 p. (linguagem e educação). ISBN 85-86583-16-2: (broch.).

SOUZA, H. G., **Informática na Educação e Ensino de informática: Algumas Questões**. Em Aberto, ano II, nº17, jun. pp 1-8, 1983. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/493017>. Acesso em 14 de abril de 2017.

TEIXEIRA, Jonny Nelson. **Categorização do nível de letramento científico dos alunos de Ensino Médio**. São Paulo : Universidade de São Paulo, 2007.

TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009. 203 p. ISBN 9788532631930 (broch.).

TORCATO, P. (2012). **O Robô ajuda? Estudo do Impacto do uso de Robótica Educativa como Estratégia de Aprendizagem na disciplina de aplicações informáticas B**. Congresso Internacional de TIC e Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2012.

VALENTE. **O Computador na sociedade do conhecimento**. Disponível em <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me003150.pdf>>. Acesso em 15 de dezembro de 2016.

YOUNG, Ricardo. **A nova educação e o papel das empresas**. In: Investimentos em educação, ciência e tecnologia: o que pensam os empresários. Brasília: UNESCO Brasil, 2004. p.195-202.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL: PERSPECTIVAS E PRÁTICA**. 2004, p. 89. Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1>>. Acesso em 16 de setembro de 2015.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário para Avaliação de Letramento Científico

Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica - UFPE

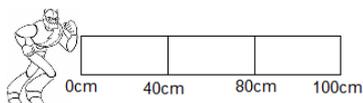
Questionário para avaliação de Letramento Científico

Organização: Heitor Felipe da Silva

(Observação: Escreva o seu nome e turma apenas na folha de resposta)

1º) Sensores de proximidade são dispositivos presentes em muitas soluções do nosso dia a dia (como em carros, portas automáticas, sistemas de segurança, etc). Entre os diversos tipos desses sensores, destacam-se os sensores infravermelho, os sensores ultrassônicos, os sensores capacitivos e os sensores indutivos.

- Explique o funcionamento de um sensor ultrassônico.
- Um robô partiu do marco 40cm, indo até o marco 80cm, onde o seu sensor ultrassônico encontrou um obstáculo, levando-o a mudar o sentido do seu movimento, indo até a posição 20cm. A variação de espaço e a distância efetivamente percorrida são respectivamente:



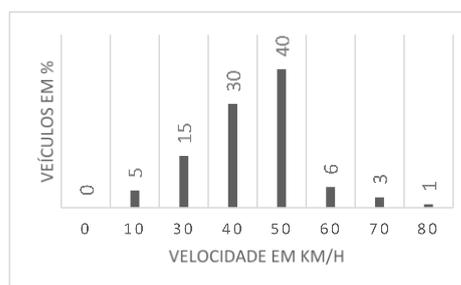
- 20cm e 20cm;
- 20cm e 60cm;
- 60cm e -20cm;
- 20cm e 1m;
- 20cm e 1m;

2º) O quadrinho a seguir fala sobre uma das grandes Leis da Física descoberta pelo cientista inglês Isaac Newton. Que Lei é esta? Explique-a.



© Globo, 14/07/2005

3º) Alunos de uma Escola de Referência do Ensino Médio, da cidade do Recife, estão desenvolvendo um sistema de radar para monitorar os veículos que passam na via em frente a sua escola que tem velocidade máxima permitida de 55 km/h. Durante os testes, foi percebido que em uma hora 300 veículos foram registrados pelo radar e o sistema gerou um gráfico. Determine a velocidade média dos veículos que trafegam nessa avenida.



4º) Observe a tirinha a seguir:



Quando ocorre a incidência da luz em uma superfície e ela retorna ao meio do qual ela estava se propagando, ocorre um fenômeno óptico. Identifique e fale sobre este fenômeno.

5º) O bicarbonato de sódio apresenta a fórmula química NaHCO_3 . O vinagre é uma combinação de água com 5% de ácido acético. Como os dois componentes apresentam substâncias químicas, quando combinados, ocorre uma reação que é utilizada em diversos experimentos, do qual podemos destacar o lançamento de foguetes feitos com garrafas PET.



Explique como ocorre a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, informando o produto resultante e como essa reação causa a propulsão dos foguetes.

6º) Os controles com as contas domésticas é um tema muito importante. Constantemente, vemos na mídia a divulgação de informações sobre o aumento nas contas de energia elétrica, água, no valor do combustível, etc.

Vamos supor que, durante todas as manhãs, em um mês de 30 dias, você utilize o chuveiro elétrico durante 15 minutos e o consumo desse chuveiro seja de 4,5 kWh. Sabendo que o valor do consumo de 100 kWh é de R\$54,41, quanto representa em R\$ o consumo mensal deste chuveiro elétrico?

7º) (PM Pará 2012). O gráfico abaixo mostra a produção diária de lixo orgânico de duas pessoas. O dia da semana que o gráfico mostra que as produções de lixo das duas pessoas foram iguais é:



- a) Segunda-feira b) Terça-feira
 b) Quarta-feira c) Quinta-feira
 d) Sexta-feira e) Sábado
 f) Domingo

8º) (IBOPE – ILC/2014) Observe a bula abaixo:

MELCO ASPIRINA 500

INDICAÇÕES:

DOR DE CABEÇA, DORES MUSCULARES, DOR REUMÁTICA, DOR DE DENTES, DOR DE OUVIDO. ALIVIA OS SINTOMAS DA GRIPE COMUM.

DOSE ORAL:

1 A 2 COMPRIMIDOS DE 6 EM 6 HORAS, DE PREFERÊNCIA APÓS AS REFEIÇÕES, DURANTE 7 DIAS NO MÁXIMO. GUARDAR EM LUGAR FRESCO E SECO.

PRECAUÇÕES:

NÃO USE PARA GASTRITE OU ÚLCERA PÉPTICA. NÃO USE SE ESTIVER TOMANDO MEDICAMENTOS ANTICOAGULANTES, OU SE TIVER SANGRAMENTO FREQUENTES.

INGREDIENTES:

CADA COMPRIMIDO CONTÉM: 500 MG DE ÁCIDO ACETILSALICÍLICO.
 EXCIPIENTE: C. B. P. 1 COMPRIMIDO



REG. Nº 88246

1 27035 24076 0

Por quantos dias, no máximo, você pode tomar este medicamento?

9º) Para montar os nossos robôs, precisamos escolher criteriosamente cada componente que estará presente no nosso modelo. Um exemplo disso está na escolha das rodas que iremos utilizar, de acordo com o terreno onde o nosso robô irá se mover. A mesma atenção devemos ter com os pneus dos veículos que utilizamos no nosso transporte. Pneus desgastados, sem estrias, na chuva, aumentam a probabilidade de perda de aderência e conseqüente controle do veículo, pois a água não escoará sobre ela.

O que faz com que o pneu com estrias aumente a segurança quando a pista está molhada?

10º) Leia o texto a seguir:

“Ecologicamente correto e economicamente inviável

Uma das grandes apostas para a diminuição de poluentes no trânsito de 2015 é a utilização de carros com células combustíveis. Apesar de grandes montadoras, como General Motors e Honda disponibilizarem a venda de veículos equipados com essa tecnologia, a popularização ainda não ocorrerá na metade desta década.

Isso porque, de acordo pesquisadores da Universidade Nacional da Yokohama, no Japão, o valor desse recurso ficará além do poder aquisitivo de muita gente. Segundo eles, o valor deve ficar abaixo dos U\$ 550 mil – o valor de um Rolls-Royce –, mas será extremamente difícil deixá-lo inferior a 22 mil dólares. Quem sabe mais para o futuro, não é mesmo?”(fonte:<https://www.tecmundo.com.br/previsoes/5085-tudo-o-que-voce-pode-esperar-da-tecnologia-ate-2030.htm>)

Vamos supor que você faça parte da equipe de pesquisadores mencionada no artigo anterior. Qual seria a sua proposta para solucionar o problema emissão de poluentes, pelos veículos, na atmosfera?

Apêndice B - Gabarito

1.
 - a) Um sensor ultrassônico é um dispositivo que utiliza alta frequência de som para medir a distância entre itens determinados. Estes sensores são também conhecidos como transceptores, e são capazes de operar semelhante ao sonar. Enquanto o sonar é principalmente utilizado debaixo da água, os transceptores de ultrassom podem ser utilizados no ambiente terrestre, tendo o ar como meio de transmissão.
 - b) Variação do espaço: $S - S_0 = 20 - 40 = -20\text{cm}$;
Distância percorrida: $(80 - 40) + (-20 + 80) = 40 + 60 = 100\text{cm}$ ou 1m .
2. Lei da Gravidade ou Lei da Gravitação Universal. Dois corpos quaisquer no Universo se atraem com uma força diretamente proporcional as suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.
Em outras palavras pode-se dizer que matéria atrai matéria na razão direta das suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que os separa.
A Lei da Gravitação Universal foi uma das grandes descobertas de Isaac Newton para a ciência.
3. Trata-se de um levantamento estatístico. Assim, não se faz necessário aplicar a definição de velocidade média escalar. Aqui, devemos utilizar uma média ponderada. Poderemos calcular o número de carros que trafegam com uma determinada velocidade, por exemplo, 30% de 300 carros trafegam uma velocidade de 40 km/h de acordo com o gráfico; ou seja, 90 carros. Mas vez de procurar o número de carros, poderemos utilizar o próprio valor do percentual como peso da nossa média ponderada.

$$\bar{v} = \frac{(5\% \cdot 20 + 15\% \cdot 30 + 30\% \cdot 40 + 40\% \cdot 50 + 6\% \cdot 60 + 3\% \cdot 70 + 1\% \cdot 80)}{100\%}$$

$$\bar{v} = \frac{100 + 450 + 1200 + 360 + 210 + 80}{100}$$

$$\bar{v} = 44 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$
4. Reflexão é o fenômeno que consiste no fato de a luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir sobre um objeto ou superfície.
5. O bicarbonato de sódio apresenta a fórmula química NaHCO_3 . O vinagre é uma combinação de água com 5% de ácido acético. Como os dois componentes apresentam substâncias químicas, quando combinados, ocorre uma reação. A mistura do vinagre com o bicarbonato de sódio gera um produto chamado ácido carbônico. Esse ácido imediatamente se decompõe em dióxido de carbono. Quando se adiciona vinagre ao bicarbonato, é o gás carbônico que gera as bolhas.
6. Calculamos a energia total por dia e multiplicamos por 30 dias.
 $E = P \times \Delta t$; $\Delta t = 15\text{min} = 0,25\text{h}$; $E = 4,5 \times 0,25 = 1,125 \text{ kWh}$ em um dia. Em 30 dias o consumo é de $30 \times 1,125 = 33,75\text{kWh}$; 100kWh custam R\$54,41, então (por regra de três simples) $100x = 54,41 \times 33,75 = 1836,3375$, $x = 1836,3375/100 = \text{R}\$18,37$.

7. Os gráficos atingem o mesmo valor no domingo, na marca de 10kg. Resposta letra f).
8. 7 dias.
9. O pneu com estrias facilita o escoamento da água, evita a perda de atrito e a perda de aderência.
10. Resposta livre.

Apêndice C – Quadro: Impressões sobre a Ciência e suas contribuições

Você concorda totalmente, concorda em parte, não concorda nem discorda, discorda em parte ou discorda totalmente que:	Concordo totalmente	Concordo em parte	Não concordo nem discordo	Discordo em parte	Discordo totalmente	Não Sabe/NR
A ciência me ajuda a compreender o mundo em que vivo						
Quem tem formação na área científica tem garantidas boas oportunidades de trabalho						
Procuro estar sempre informado sobre novidades no campo da ciência e da tecnologia						
Gosto de ler textos sobre temas científicos						
Sempre gostei de estudar ciências						
Gostaria de ter uma profissão da área científica						
Quem gosta de Português, História e Filosofia costuma ser fraco em Ciências						

Quadro 4 - Impressões sobre a Ciência e suas contribuições. Adaptado de Índice de Letramento Científico 2015 -Percepção sobre interesse em temas científicos e relevância da formação em ciências, ABRAMUNDO, 2015.