



**INSTITUTO FEDERAL SUL RIO-GRANDENSE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA**

**ROSIMERI GONZAGA GUARENTI**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E**  
**TECNOLÓGICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES, UM ESTUDO DE CASO,**  
**SUPERANDO DESAFIOS DE APRENDIZAGEM**

**PELOTAS, 2015**

**ROSIMERI GONZAGA GUARENTI**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E  
TECNOLÓGICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES, UM ESTUDO DE CASO,  
SUPERANDO DESAFIOS DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio-Grandense, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Educação e Tecnologia, na linha Linguagens Verbo-visuais e Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro

**PELOTAS, 2015**

### Ficha Catalográfica

G914r Guarenti, Rosi Gonzaga.

Robótica educacional na educação profissional e tecnológica: desafios e possibilidades, um estudo de caso, superando desafios de aprendizagem / por Rosi Gonzaga Guarenti. – 2015.

110 f.: il.; 30cm.

“Orientação: Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro”.

Dissertação (mestrado) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia, Pelotas, RS, 2015.

1. Tecnologia – Educação. 2. Robótica educacional. 3. Experimentação. 4. Educação profissional. I. Ribeiro, Luis Otoni Meireles. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSul. III. Título.

CDD 371.33

Catálogo na Publicação:  
Bibliotecária Camila R. Quaresma Martins - CRB 10/1790

**ROSIMERI GONZAGA GUARENTI**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E  
TECNOLÓGICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES, UM ESTUDO DE CASO,  
SUPERANDO DESAFIOS DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio-Grandense, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Educação e Tecnologia, na linha Linguagens Verbo-visuais e Tecnologias.

Dissertação defendida e aprovada em: 27 de Fevereiro de 2015.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro (Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Silveira (IFSul / UFPel)

---

Prof. Dr. José Antonio Colvara de Oliveira (UNIRITTER)

---

Prof. Dr. Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho (IFSul)

## **AGRADECIMENTOS**

Meu pai, Luiz Gonzaga, era um homem simples nascido no meio rural, que trabalhou no campo desde menino. Embora não tendo frequentado a escola me ensinou desde cedo a valorizar o "estudo", como ele dizia. Segundo ele, este era a única herança que tinha para me deixar.

Obrigada Pai, por este tesouro e todos os outros ensinamentos que o senhor deixou.

Mãe, muito obrigada pelos seus conselhos, eles foram muito importantes para que eu chegasse até aqui.

Ao meu marido Carlos Alberto, agradeço pela parceria, pelo amor e respeito com o qual sempre apoiou as minhas decisões.

Agradeço às minhas filhas e genros pelo incentivo, em especial à Marcele, minha companheira amorosa de todas as horas.

Às grandes amigas Ivonete e Cleinara, quero agradecer as palavras de ânimo, acolhida e torcida pelo meu sucesso.

Companheiras e amigas, Ana Paula, Verônica e Jaqueline, agradeço a vocês a oportunidade de convívio, os momentos de estudo, os risos e a força para perseverar.

Ao meu professor orientador Luis Otoni digo que, se Deus coloca as pessoas certas no nosso caminho nos momentos que mais precisamos. Sem dúvidas o senhor é uma destas pessoas, profissional e amigo muito especial. Obrigada por compartilhar o seu conhecimento com profissionalismo, paciência, amizade e sensibilidade em todos os momentos em que eu precisei do seu auxílio.

Agradeço a Deus, pela proteção e pelo amparo durante esta caminhada. Obrigada pelo reestabelecimento da minha força física e espiritual diante das adversidades.

## **RESUMO**

A Robótica Educacional apresenta-se como uma possibilidade de tornar o processo de aprendizagem mais eficaz no ensino de ciência e tecnologia. Sua inserção prática na sala de aula potencializa a chance do aluno compreender conceitos mais abstratos. Este recurso foi utilizado como enriquecimento pedagógico, para auxiliar alunos do primeiro ano do Ensino Médio com dificuldade de entendimento/aprendizagem de conceitos na disciplina de Física, referentes ao conteúdo de Dinâmica. As estratégias de incorporação pedagógica descritas no trabalho, ocorreram através da intervenção direta, utilizando-se de oficinas pedagógicas que propiciaram a montagem e manipulação concreta de um dispositivo robótico autônomo, denominado meu primeiro robô – Buggy, o qual foi, também, programado pelos alunos para simular deslocamentos utilizando variáveis tais como: tempo, velocidade, distância, potência, entre outras, utilizadas no traçado de gráficos. Com base nos resultados obtidos, acredita-se que o uso destes artefatos tecnológicos contribuíram para a consolidação de estruturas cognitivas mais complexas durante o processo aprendizagem dos alunos em estudo.

Palavras-chave: Robótica Educacional; Tecnologia; Aprendizagem; Experimentação.

## **ABSTRACT**

The Educational Robotics is presented as an opportunity to make the process more effective learning in the teaching of science and technology. His practice inclusion in the classroom maximizes student the chance to understand more abstract concepts. This resource was used as a pedagogical enrichment, to assist students in the first year of high school with limited understanding / learning concepts in the discipline of Physics, concerning the content of Dynamics. The strategies described in incorporating pedagogical work occurred through direct intervention, using pedagogical workshops that enabled the installation and concrete manipulation of an autonomous robotic device called my first robot - Buggy. It was programmed by students to simulate displacements using variables such as time, speed, distance, power, among others, used in plotting graphs. Based on results obtained, it is believed that the use of technological artifacts contribute to the consolidation of more complex structures during the cognitive learning process of the students in the study.

**Keywords:** Educational Robotics; Technology; Learning; Experimentation.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Produções acadêmicas sobre a robótica educacional a nível de Mestrado.....	16
Tabela 02: Robótica e ensino escolar .....	31
Tabela 03: Dez motivos para seu filho fazer Robótica Educacional.....	63
Tabela 04: Taxonomia de Bloom & Robótica Educativa (verbos de ação) .....	75
Tabela 05: Relação entre dificuldade inicial, intervenção prática com RE, habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos e resultados obtidos .....	81

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: História dos Robôs .....	23
Figura 02: Manipuladores em forma de braços criados no século XX .....	24
Figura 03: Linha do tempo LEGO®.....	33
Figura 04: Os Sete Saberes de Edgard Morin .....	45
Figura 05: Os Quatro Pilares da educação de Jacques Delors.....	46
Figura 06: Taxonomia de Bloom em três domínios .....	49
Figura 07: Taxonomia de Bloom original .....	50
Figura 08: Taxonomia de Bloom revisada por Anderson .....	51
Figura 09: Taxonomia de Bloom revisada, tendo como destaque o ato de criar.....	53
Figura 10: Resumo dos quatro momentos que envolvem a metodologia aplicada nas aulas de Robótica educacional .....	69
Figura 11: Atividade de programação, simulação e prototipagem.....	73
Figura 12: Atividades de registro, traçado de gráfico e cálculo .....	74
Figura 13: Montagens mais elaboradas feitas pelos alunos.....	74
Figura 14: Três domínios da Taxonomia Bloom (1956) e a consonância nas ações na RE.....	78
Figura 15: Relação entre as condições para a aprendizagem de uma habilidade intelectual e os níveis das habilidades de pensamento de Bloom (1956).....	83

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AI</b>	Inteligência Artificial
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior
<b>CNEB</b>	Currículo Nacional de Ensino Básico
<b>EAM</b>	Experiência de Aprendizagem Mediada
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>FLL</b>	First LEGO League
<b>HOTS</b>	Higher Order Thinking Skills (Habilidades de Pensamento de Ordem Superior)
<b>ICM</b>	Interface Cérebro Máquina
<b>IES</b>	Instituições de Ensino Superiores
<b>IFSul</b>	Instituto Federal Sul-rio-grandense
<b>LOTS</b>	Lower Order Thinking Skills (Habilidades de Pensamento de Ordem Inferior)
<b>MCE</b>	Modificabilidade Cognitiva Estrutural
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>PCNs</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>RE</b>	Robótica Educacional
<b>RP</b>	Robótica Pedagógica
<b>RUR</b>	Robôs Universais de Rossum (Título da peça de teatro)
<b>SAIL</b>	Laboratório de Inteligência Artificial de Stanford
<b>TICs</b>	Tecnologias da Informação e Comunicação
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e à Cultura
<b>NXT</b>	Bloco lógico programável LEGO Mindstorm (cérebro do robô)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 Problema da pesquisa .....	15
1.2 Justificativa da pesquisa .....	15
1.3 Objetivos do trabalho .....	19
1.4 Metodologia da pesquisa .....	20
<b>2 DOS ROBÔS À ROBÓTICA EDUCACIONAL .....</b>	<b>22</b>
2.1 História dos Robôs .....	22
2.2 Robótica Educacional .....	28
2.3 História da Robótica Educacional .....	29
2.4 LEGO® .....	32
<b>3 EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E TECNOLOGIA EDUCACIONAL .....</b>	<b>35</b>
3.1 Educação Tecnológica .....	35
3.1.1 PCNs sobre Educação Tecnológica .....	36
3.2 Educação do Futuro: Saberes e Pilares .....	38
3.3 Competências e Domínios Cognitivos .....	47
3.4 Tecnologia Educacional .....	54
<b>4 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO .....</b>	<b>59</b>
4.1 Construtivismo e construcionismo .....	59
4.1.1 Jean Piaget - Construtivismo, desenvolvimento da inteligência .....	59
4.1.2 Reuven Feuerstein - Experiência de Aprendizagem Mediada .....	59
4.1.3 Seymour Papert - Aprender Fazendo .....	61
4.2 Benefícios da Robótica Educacional .....	62
4.3 Metodologia LEGO® .....	65
<b>5 INTERVENÇÃO TÉCNICO-PEDAGÓGICA .....</b>	<b>70</b>
5.1 O uso da robótica no IFSul .....	70
5.2 Experimentos e oficinas de Robótica Educacional .....	71
5.3 A Taxonomia de Bloom na era digital e a robótica educativa .....	75
5.4 Os três domínios da Taxonomia de Bloom e a Metodologia ZOOM como	

proposta metodológica para as aulas de RE .....	77
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>7 ORIENTAÇÕES PARA FUTUROS ESTUDOS .....</b>	<b>90</b>
<b>8 BIBLIOGRAFIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>97</b>

## **RESUMO DOS CAPÍTULOS**

### **Capítulo 1 Dos Robôs à Robótica Educacional**

Fala da história da criação de robôs ao longo do tempo, bem como da sua influência na vida do homem referente à descoberta de novas tecnologias e do uso da inteligência artificial. Apresenta estudos a respeito das produções acadêmicas na área da robótica educacional, no Brasil.

A linha do tempo da empresa LEGO® é mostrada com o intuito de visualização da progressão entre a criação dos brinquedos na forma de blocos de encaixe até o seu uso na educação aliado às novas tecnologias.

### **Capítulo 2 Educação Tecnológica e Tecnologia Educacional**

Traz apontamentos sobre a educação tecnológica e a tecnologia, do seu uso no cotidiano escolar como uma nova forma de ensinar e aprender. Além disso, faz uma explanação sobre informações contidas no Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB) relativa à Educação Tecnológica neste nível, como forma de promoção da cidadania e valorização dos múltiplos papéis do cidadão utilizador, através do desenvolvimento de competências. Ainda, traz os três eixos fundamentais da estruturação da aprendizagem tecnológica, desejável para o processo de aprendizagem do aluno do ensino básico.

Apresenta uma relação entre os Sete saberes necessários à educação do futuro propostos por Edgar Morin e os Quatro Pilares da educação do século XXI criados por Jacques Delors, os quais servem como base da proposta metodológica utilizada pela ZOOM<sup>1</sup> na elaboração das aulas de robótica educacional. Foi traçado um paralelo entre a Taxonomia de Bloom original, a revisada por Anderson, a visão aplicada para era digital e as ações realizadas pelos alunos nas oficinas de robótica educacional. A adaptação às novas tecnologias é mostrada como sendo o grande desafio enfrentado pela escola frente ao novo contexto tecnológico em que estão inseridos os alunos.

---

<sup>1</sup> ZOOM - Parceira da divisão educacional do Grupo LEGO®, desenvolve e implementa metodologias de aprendizagem que utilizam o aprender fazendo como instrumento pedagógico para desenvolver habilidades e competências, atitudes e valores em todas as etapas de vida do ser humano (FEITOSA, 2013, p.6)

### **Capítulo 3 Desenvolvimento Cognitivo**

Neste capítulo, o desenvolvimento cognitivo é visto a partir da Epistemologia Genética Piagetiana, o Construtivismo referente à interação entre o aluno e o objeto de estudo, possibilitando a construção de estruturas cognitivas mais complexas na elaboração do conhecimento no seu processo de aprendizagem. Do mesmo modo, é apresentado o Construcionismo de Seymour Papert e o seu trabalho no MIT, aliando a linguagem computacional aos brinquedos LEGO®, na criação de programas que buscam propor uma melhor forma de aprender.

A experiência de aprendizagem mediada de Reven Feuerstein é descrita e relacionada com as atividades das aulas de robótica educacional. A autora do trabalho descreve suas percepções em experiências relativas às aulas de robótica educacional com os alunos de uma escola privada. Por fim, apresenta-se o embasamento pedagógico que norteia a metodologia LEGO® utilizada nas aulas de robótica educacional.

### **Capítulo 4 Intervenção Técnico-pedagógica**

Neste capítulo, aborda-se a intervenção técnico-pedagógica utilizada para a justificativa do trabalho, bem como a pesquisa sobre o uso da Robótica Educacional no IFSul, através de links de notícias sobre o assunto. O uso da pesquisa-ação como metodologia de trabalho, foi baseado na busca de subsídios que pudessem colaborar para a busca da resposta ao problema da pesquisa. São descritas as etapas das atividades realizadas no Teste Piloto e apresentados os registros fotográficos das ações de intervenção prática com os alunos. Os cronogramas relativos à elaboração da pesquisa estão contidos neste capítulo.

### **Capítulo Final Resultados obtidos nas atividades de intervenções com a RE.**

Este capítulo trata da apresentação dos resultados finais obtidos a partir das atividades de intervenções práticas realizadas durante as oficinas de RE, utilizando-se experimentos robóticos montados e programados pelo grupo de alunos com dificuldades de aprendizagem na disciplina de Física. Com o intuito de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, foram feitas simulações de situações reais que envolvessem mais especificamente os conceitos de Dinâmica.

## 1 INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional faz uso do ensino de conceitos tecnológicos por meio da construção e experimentação de dispositivos robóticos autônomos, os quais executam tarefas orientadas através de programação via computador e até mesmo via celular. Potencialmente, a Robótica Educacional apresenta-se como uma ferramenta de apoio auxiliar para tornar o processo de aprendizagem mais eficaz no ensino de ciência e tecnologia, pois, durante as aulas, além do aprendizado destes conceitos tecnológicos, o aluno terá a possibilidade de aprender conceitos específicos relacionados às disciplinas de física e matemática, de forma experimental.

Além disso, há um desenvolvimento de habilidades relativas à pesquisa, ao trabalho em equipe e à resolução de desafios propostos durante a montagem e programação dos dispositivos robóticos, habilidades e competências demandadas pelo mundo do trabalho, ou seja, são estratégias de projeto para desenvolver habilidades e competências para o ensino técnico e tecnológico. Com finalidade educacional, a robótica tem por objetivo conciliar teoria e prática, contextualizadas com o cotidiano do aluno, na expectativa de que, assim, a aprendizagem torne-se mais significativa para o mesmo.

Segundo consta nos PCNs (2000), para fazer a ponte entre teoria e prática, é preciso que a escola seja uma experiência permanente de estabelecimento de relações entre o aprendido e o observado, seja espontaneamente, no cotidiano em geral, seja sistematicamente, no contexto específico de um trabalho e suas tarefas laborais. Além disso, os PCNs (2000) nos apresentam uma proposta de formação básica a ser buscada no Ensino Médio, a qual deverá realizar-se mais pela constituição de competências, habilidades e disposições de condutas do que pela quantidade de informação. Sendo assim, o aluno deverá ser estimulado a aprender e a pensar, a relacionar o conhecimento com dados da experiência cotidiana, a dar significado ao aprendido e a captar o significado do mundo, a fazer a ponte entre teoria e prática, a fundamentar a crítica, a argumentar com base em fatos e, por fim, a saber lidar com o sentimento que a aprendizagem desperta.

Partindo-se da relação feita entre estas considerações trazidas pelos PCNs e a proposta pedagógica utilizada nas aulas de RE – fundamentada nos estudos de Seymour Papert (Aprendizagem significativa, Aprender fazendo; Construcionismo), Philippe Perrenoud (Desenvolvimento de competências), Jean Piaget (Construtivismo, desenvolvimento da inteligência), Jacques Delors (Os quatro pilares da educação) e

Reuven Feuerstein (Experiência de aprendizagem mediada) – o uso da RE foi visto como uma ferramenta com possibilidade de eficácia para auxiliar os alunos do Ensino Médio Integrado, que apresentavam dificuldades na compreensão de conceitos mais complexos na disciplina de Física. Esta possibilidade teve início a partir da experiência da autora em sete anos enquanto professora monitora responsável pelos Laboratórios de Física, Química, Biologia e Educação Tecnológica (Robótica) em uma escola particular, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental às séries finais do Ensino Médio. Esta experiência foi tema de pesquisa que versou sobre o uso da RE para o desenvolvimento de habilidades e competências com alunos do nono ano do Ensino Fundamental II, em uma especialização em Educação, Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pampa (Unipampa). Tendo por base as observações feitas e os resultados obtidos pela pesquisadora, surgiu a ideia de que o uso desta ferramenta, neste caso a RE, pudesse ser estendido aos alunos do Ensino Médio, conforme foi sugerido nas considerações finais do seu Trabalho de Conclusão da Especialização.

A utilização de atividades de experimentação prática com a RE, como complemento das aulas teóricas dadas pelos professores, foi o ponto de partida para um estudo sistemático de observação e intervenção direta como Pedagoga e Psicopedagoga com experiência no trabalho de apoio pedagógico a alunos com dificuldades de aprendizagem. Pode-se vislumbrar, nesta ferramenta tecnológica, uma possibilidade de eficácia na busca de potencializar de forma significativa a aprendizagem de conceitos abstratos mais complexos exigidos no ensino médio, os quais demandam uma capacidade de abstração reflexionante que, na maior parte das vezes, os alunos ainda não conseguiram desenvolver.

Na oportunidade, foi possível observar que a utilização da RE como ferramenta de apoio oportuniza aos alunos o estudo de conceitos de forma contextualizada com as situações vivenciadas na vida real deles. Percebeu-se que esta forma de mostrar aos alunos concretamente (isto é, na prática) a aplicabilidade de um conceito aprendido teoricamente vai ao encontro do questionamento constante dos alunos: “*para que ou quando* eu vou usar isto que estou aprendendo?”. Dessa forma, a RE vem trazer a possibilidade de preenchimento desta lacuna entre a teoria e a prática, fazendo uma ponte entre ambas, conforme dito anteriormente com base nos PCNs.

Sabe-se que, quando o professor consegue estabelecer uma relação entre um novo conceito ensinado abstratamente em sala de aula e a sua aplicabilidade concreta no

cotidiano do aluno, a construção do conhecimento científico torna-se menos formal e mais prazerosa para o estudante. Porém, ressalta-se que o papel do professor é fundamental enquanto articulador desta nova forma de construção do conhecimento, colaborando para o desenvolvimento das habilidades e competências de seus alunos que, certamente, afloram neste ambiente de aprendizagem construtiva, através da experimentação e reflexão, contempladas na forma de aprendizagem por descoberta, que vai além dos limites da sala de aula tradicional. Dessa forma, o professor estará contribuindo para a formação de um aluno pró-ativo, de acordo com o novo perfil do estudante do século XXI, que vem romper com os paradigmas da escola tradicional.

Com o intuito de buscar dados relevantes para a composição deste trabalho, foi criado para os alunos um ambiente rico em possibilidades para a construção de estruturas cognitivas mais robustas acerca dos conceitos de Dinâmica. Para este fim, foram planejadas atividades de experimentação prática utilizando oficinas de RE, as quais foram elaboradas visando o estudo de conceitos ainda não construídos pelos alunos do grupo pesquisado.

Nesta pesquisa, foi proposta a utilização de uma metodologia que contemplasse a pesquisa-ação, através de observação e intervenção, utilizando-se de oficinas pedagógicas que propiciaram a manipulação concreta dos artefatos tecnológicos. Ditos artefatos são projetados, montados e testados durante as Oficinas de Robótica Educacional (RE), com o intuito de que venham a contribuir para a consolidação de estruturas cognitivas mais complexas durante o processo de aprendizagem.

Este recurso foi utilizado como enriquecimento pedagógico para auxiliar alunos do primeiro ano do Ensino Médio com dificuldade de entendimento/aprendizagem de conceitos na disciplina de Física, referentes ao conteúdo de Dinâmica. As estratégias de incorporação pedagógica descritas no trabalho ocorreram através da intervenção direta, realizadas em oficinas pedagógicas com RE, que propiciaram a montagem e manipulação concreta de um dispositivo robótico autônomo, denominado meu primeiro robô – Buggy, o qual foi programado pelos alunos para simular deslocamentos lineares utilizando variáveis, tais como: tempo, velocidade, distância, potência, estudados nos conteúdos teóricos da disciplina de Física, relativos ao estudo de Dinâmica.

## 1.1 Problema de Pesquisa

- Os alunos da educação profissional com dificuldade de aprendizagem de conteúdos/conceitos de caráter abstrato ou teóricos/formais, podem se beneficiar de experimentos com robótica educacional que envolvam esses mesmos conteúdos abstratos?

## 1.2 Justificativa da Pesquisa

Ao pesquisar sobre o uso da Robótica no IFSul, observou-se que esse uso é direcionado para a participação de campeonatos entre os Campus. Sendo assim, percebeu-se que o número de alunos participantes destes campeonatos é reduzido, caracterizando a formação de pequenas equipes, as quais, na maioria das vezes não contemplam àqueles que tenham se destacado em relação à habilidade de programação. A proposta deste trabalho é de transitar pelo caminho contrário, resgatando alunos com o perfil oposto, sem enaltecer ou privilegiar àqueles que se destacam, mas sim, viabilizar a possibilidade de que alunos considerados com dificuldades de aprendizagem tenham a chance de mostrar seu potencial. Além disso, buscou-se atingir um número maior de alunos que venham a ter um contato mais próximo com a Robótica Educacional dentro do ambiente de sala, de forma contextualizada com os conteúdos das disciplinas estudadas.

Com a finalidade de buscar informações sobre a produção científica referente a projetos envolvendo a Robótica Educacional (RE), foram realizadas pesquisas em várias fontes. Entretanto, nos estudos trazidos por Júnior et al. (2010), foram encontrados registros quantificados de dados que representam os trabalhos sobre o tema em questão. Com o intuito de atualizar os dados referentes a produções acadêmicas sobre o uso da RE, foi realizada uma nova pesquisa em 2013 pela autora, no Banco de Dados da CAPES, referentes ao período de 2008 a 2013, os resultados atualizam a tabela (Tabela 01) apresentada por Júnior et al. (2010).

Consta em Júnior et al. (2010) informações de que alguns autores, tais como Beer et al. (1999), Murphy (2000), Horswiill (2000) e Rosenblatt and Choset (2000), mostram experiências relativas a projetos envolvendo a RE com utilização de kits educacionais. Percebeu-se que nos trabalhos citados o modelo pedagógico proposto com a RE foram baseados no uso de kits LEGO de peças dinamarquesas e o bloco lógico de programação

Mindstorms NXT. Vimos, neste ponto, uma semelhança entre estes estudos e a proposta apresentada neste trabalho de pesquisa. Considera-se importante ressaltar que os Kits LEGO® utilizados nas aulas de RE não são os Kits LEGO brinquedo, que têm por objetivo o brincar por diversão. Utiliza-se na RE *Kits LEGO Education*, que são compostos por maletas contendo as peças de encaixe padrão LEGO, pneus, rodas, eixos, sensores, conectores, cabos, motores e um bloco Lógico programável denominado NXT, além de fascículos e manuais de montagem e de orientação pedagógica para professores e alunos. Estes materiais são baseados na metodologia ZOOM Education, cuja finalidade é propor atividades de pesquisa, projeto e experimentação (montagens de dispositivos robóticos e suas programações), de forma contextualizada com os conteúdos de sala de aula e, também, com o cotidiano dos alunos. As produções acadêmicas (Tabela 01) sobre RE em nível de Mestrado e Doutorado são assim demonstradas:

Tabela 01 – Produções Acadêmicas a nível de Mestrado/Doutorado  
 FONTE: Júnior et al. (2010) – atualizada pela autora

<b>ANO</b>	<b>QUANTIDADE</b>
1996	01
2002	01
2003	01
2004	02
2005	01
2006	03
2007	01
2008	01
2009	02
2010	00
2011	01
2012	00
2013	01

Partindo-se da análise dos resultados desta pesquisa, pode-se observar que os estudos referentes à Robótica Educacional, em nível de dissertações, apresentam-se quantitativamente pequenos, sendo que em 2006 houve um pequeno aumento que veio a

decair em 2007, mantido em 2008. O estado da arte entre 2008 e 2013 foi atualizado pela autora, tendo como fonte de referência o Banco de dados da CAPES. Os trabalhos encontrados referem-se a teses. Pode-se observar que não houve uma mudança ou um aumento significativos no número de trabalhos acadêmicos referentes ao uso da RE neste período de tempo. Isto confirma o que havia sido apurado anteriormente, ou seja, o fato de que no Brasil as referências sobre o assunto caminham timidamente em relação a alguns países. Nas experiências escolares da autora, pode-se perceber que o estado de São Paulo tem avançado no uso da RE em sala de aula. Este dado pode estar relacionado com o fato da cidade funcionar como sede dos campeonatos nacionais de robótica, contribuindo assim para atrair a atenção e o interesse por este assunto. Ao participar de encontros de formação para professores líderes LEGO que trabalham com RE em suas Instituições de Ensino e que costumam participar de campeonatos de robótica a nível regional, nacional e internacional – como por exemplo o First LEGO league<sup>2</sup> (FLL) – observou-se, por meio de seus relatos, um crescente interesse pela robótica, tanto do profissional quanto dos estudantes, de modo que, em virtude deste contato com a nova tecnologia, alguns estudantes acabam decidindo-se em trilhar o caminho em busca de cursos das engenharias, da mecatrônica, da informática, bem como, áreas afins ligadas direta ou indiretamente à robótica. Alguns colegas, professores líderes LEGO, encontram-se realizando especializações em novas tecnologias na educação, com o direcionamento das suas pesquisas para a área em questão.

Outro fator que pode vir a ser responsável pelo desencadeamento do interesse relativo à Robótica Educacional está ligado às notícias apresentadas pela mídia, no que se refere à criação e ao uso de dispositivos robóticos com a finalidade de executar atividades cada vez mais diversificadas e minuciosas, na maior parte dos setores. Em reportagens apresentadas pelo Programa Fantástico<sup>3</sup>, Globo Repórter e nos telejornais a Robótica tem sido um tema abordado com frequência cada vez maior, mostrando-nos que a criação de robôs é bem-vinda, pois traz a oportunidade do ser humano, em um pequeno espaço de

---

<sup>2</sup> A FLL foi criada pela Fundação FIRST (*For Inspiration and Recognition of Science and Technology*) com a ajuda do LEGO Group com a finalidade divulgar o conceito da FIRST, de inspirar e celebrar a ciência e a tecnologia entre os jovens, utilizando contextos do mundo real. A cada ano o programa baseia-se num tema diferente, relacionado com as ciências e a comunidade internacional. Assim, cada desafio dentro da competição é ligado a esse tema. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/First\\_Lego\\_League](http://pt.wikipedia.org/wiki/First_Lego_League) Acesso em 10 dez. 2014.

<sup>3</sup> Programa do Fantástico do dia 01 fev. 2015, com o título “Robôs vão atuar como assistentes de enfermagem para combater Ebola”. Anuncia que pesquisadores adaptam robôs para auxiliarem médicos na luta contra epidemia. Disponível em: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/02/robos-vao-atuar-como-assistentes-de-enfermagem-para-combater-ebolar.html> Acesso em 14 fev. 2015.

tempo, programá-los para executar tarefas que antes demandavam mais tempo, que costumavam ser de alta periculosidade e exigiam, por vezes, uma maior precisão. Partindo destas considerações, o ser humano teria um tempo maior para o lazer, além de maior segurança e precisão na execução de suas tarefas. Deste modo, o robô não teria a função de substituir o ser humano, mas sim, de proporcionar-lhe a oportunidade de ter mais qualidade de vida.

Atualmente, os estudos realizados nos EUA pelo neurocientista brasileiro, Miguel Nicolelis, relativos à Interface Cérebro Máquina (ICM), trouxeram a possibilidade da criação do exoesqueleto robótico. Embora estes estudos estejam sendo feitos fora do país, o fato de tratar-se de um brasileiro, pode servir como incentivo para que outros pesquisadores do Brasil venham a desenvolver outros estudos na área da Robótica.

O próprio cientista, Miguel Nicolelis, percebe que está havendo um aumento no investimento em ciência e na infraestrutura brasileira, entretanto, chama a atenção para uma extrema deficiência nas normas e procedimentos que regem a prática da ciência no Brasil. Para ele, estas são do século XIX, e isso complica a operação do cientista brasileiro, que considera como não competitivo. Deste modo, o estudioso alerta para que seja feita uma mudança rápida nesta realidade, pois para ele é de fato um “parto de ostra” fazer ciência de alto nível no Brasil. Infelizmente, na abertura da Copa foi perdida a oportunidade do Brasil mostrar o incentivo à pesquisa científica, ao apresentar ao mundo a criação do Exoesqueleto Robótico, para fins de ajuda na melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência motora, fruto do trabalho de um neurocientista brasileiro. Porém, este momento histórico foi ofuscado por interesses direcionados a outros segmentos de menor importância, quiçá, mais rentáveis. Parece-nos que este fato ilustra bem as considerações feitas anteriormente pelo neurocientista supracitado.

No que se refere à área da educação, a robótica e a mecatrônica ganham cada vez mais espaço no cotidiano dos alunos, tanto na forma de disciplinas ou atividade extraclasse, em algumas escolas do Ensino Básico, quanto cursos oferecidos em Instituições de Ensino Superior (IES).

Dados relativos ao uso da RE em IES foram encontrados em Miguel Júnior et al. (2010). Trata-se do mapeamento, a partir das instituições de ensino superior (IES), das áreas de conhecimento envolvidas e das temáticas abordadas, as quais revelaram que a produção nacional concentra-se nas regiões sudeste, representada por cinco estados, e na região Sul. Ainda nesse sentido, a área das Ciências Exatas e da Terra englobou o estudo

sobre Robótica Educacional seguida das Ciências Humanas e pelas Engenharias. Foi relatado neste mapeamento que os Programas de Pós-Graduação em Ciências da Computação tributaram cerca de 45% dos estudos cujo foco é a temática pesquisada (Robótica Educacional e a produção científica na base de dados da CAPES). Além disso, aproximadamente 27% das pesquisas encontram-se alocados em Programas de Pós-Graduação em Educação, sobretudo na região sudeste do Brasil.

Observou-se que os estudos voltados ao uso da RE vêm recebendo a atenção dos pesquisadores, possibilidade que merece, quem sabe, ser considerada como relevante, tendo em vista os benefícios trazidos pela sua utilização no âmbito educacional. Dele é que parte a formação de base dos estudos que irão compor o perfil do profissional requisitado para atender as demandas do mercado de trabalho deste século, um mercado que é, cada vez mais, impulsionado pelo avanço das novas tecnologias, principalmente no que se refere ao uso da robótica, nos mais diversos setores, para as mais variadas funções. Portanto, a possibilidade de contar com um profissional que possui habilidades e competências neste setor será de grande valia. Contudo, estas habilidades e competências não se restringem somente ao aspecto cognitivo. Sabe-se que a RE também proporciona a vivência de situações que favorecem o desenvolvimento das relações intra e interpessoais, que são desejáveis na composição do perfil profissional de um sujeito integral, capaz de atuar de maneira dinâmica para que, de alguma forma, venha a contribuir com sua melhoria e com a da sociedade em que está inserido.

### **1.3 Objetivos do trabalho**

#### **Objetivo geral:**

Nesta pesquisa, teve-se o interesse em perceber se a manipulação concreta do dispositivo robótico levaria os estudantes a lidarem melhor com as informações abstratas, isto é, se os conceitos teóricos, ao serem manipulados como objetos de conhecimento de maneira concreta, facilitaram o desenvolvimento de abstrações. Tendo em vista o fato de que as fórmulas teóricas nem sempre conseguem, em suas variáveis, traduzir a realidade para alguns alunos, buscou-se verificar se este movimento de transposição didática para um experimento físico, desenvolvido pelos mesmos, transformou-se em pistas sobre a efetividade desta ação no aprendizado de conceitos abstratos. A amostra foi composta por alunos do primeiro ano do Ensino Integrado do IFSul, Campus Pelotas, que apresentavam

dificuldades no aprendizado dos conteúdos teóricos de Dinâmica na disciplina de Física.

### **Objetivos específicos:**

- Compreender como os alunos organizam estratégias para resolução de problemas complexos usando a RE;
- Mapear quais os verbos de ação da Taxonomia de Bloom revisada estão em maior sintonia com o uso da RE;
- Planejar estratégias de uso de RE para alunos com dificuldades de aprendizagem.

### **Hipóteses:**

- Os problemas de aprendizagem dos alunos podem ter ligação com a dificuldade dos mesmos de fazerem relações em processos de *abstração reflexionante* sobre os conteúdos.
- Os alunos podem necessitar de experimentação concreta para que consigam abstrair sobre os conteúdos teóricos.
- Pode haver a influência de fatores biológicos, psicológicos e sociais, incidindo nas dificuldades cognitivas apresentadas pelos alunos.
- A utilização da RE poderá servir como ferramenta metodológica eficaz para que o aluno vivencie de forma concreta os conteúdos abordados teoricamente em sala de aula.
- O caráter lúdico das aulas de RE poderá servir como atrativo para despertar o interesse dos alunos em aprender os conteúdos teóricos de Física.
- O ambiente de aprendizagem utilizando a RE poderá servir como espaço para explorar novas possibilidades de aproximação entre aluno/professor e aluno/aluno.

## **1.4 Metodologia da Pesquisa**

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho refere-se à pesquisa-ação (TRIPP, 2005), por tratar-se de um tipo de pesquisa na qual o pesquisador é chamado a implicar-se com os outros – neste caso, com o grupo de alunos em estudo – no que se refere à proposta de atividades realizadas em oficinas pedagógicas práticas, por meio de aulas de Robótica Educacional. Esse tipo de pesquisa dá-se a partir da intervenção, ou seja,

de ações planejadas, observadas, refletidas (analisadas) e novamente planejadas, conforme o método da espiral, com o intuito de buscar uma modificação do comportamento na forma de aquisição de conhecimentos sobre conceitos abstratos e complexos, utilizando-se da experimentação concreta no decorrer do processo de ensino-aprendizagem.

Para a aplicação desta metodologia foi feito inicialmente um Teste Piloto no ano de 2013, durante os meses de Novembro e Dezembro, participaram deste um grupo de três alunos, que segundo o professor da disciplina, apresentavam dificuldade de entendimento referente ao aprendizado do conteúdo de dinâmica, que faz parte da disciplina de Física do primeiro ano do Ensino Médio. Estes alunos faziam dependência nesta disciplina.

Buscando agregar o uso da Robótica Educacional ao estudo e à compreensão dos conteúdos de física referentes à *dinâmica*, foram propostas atividades práticas utilizando experimentos com RE, contextualizados com os conteúdos de Física. Estas atividades ocorreram durante cinco encontros, com duração de 2 horas/relógio cada um. Na oportunidade, através da observação e intervenção direta com os alunos, foram levantados dados que auxiliaram na elaboração das estratégias de estudo, as quais serviram de base para o planejamento das ações realizadas posteriormente com um grupo maior de alunos.

A partir disso, o próximo passo foi buscar informações junto aos professores da disciplina de Física sobre a existência de alunos que apresentassem dificuldade de aprendizagem em Física, relativas aos conteúdos de Dinâmica. Tendo em vista, o fato de que esta foi a queixa predominante dos alunos em relação às dificuldades de aprendizagem de conteúdos abstratos.

Sendo assim, a amostra da pesquisa foi intencional, no sentido de que foram convidados todos os alunos com dificuldade de aprendizagem em Física conforme o perfil citado anteriormente. A partir disso, os alunos que fizeram parte do grupo pesquisado, foram indicados pelo professor, partindo-se das observações e acompanhamento do desempenho destes alunos no que se refere ao aprendizado de conceitos abstratos relativos ao ensino-aprendizado de Física, mais especificamente dos conteúdos de *dinâmica*. Sendo assim, foram convidados a participarem da pesquisa os alunos pertencentes ao primeiro ano do Ensino Integrado do IFSul, dos cursos de Edificações, Eletrotécnica, Eletromecânica e Design do Campus Pelotas, que apresentavam dificuldades no aprendizado destes conteúdos teóricos. Deste grupo de alunos convidados, doze aderiram à proposta, porém, em virtude de fatores adversos tais como: a falta de disponibilidade de tempo e de recursos financeiros para o deslocamento no turno inverso início do período de

provas e apresentações de trabalhos, etc., o grupo final foi formado por sete alunos participantes ao longo de toda a pesquisa.

Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos da seguinte forma:

- Encontro inicial entre a pesquisadora, o orientador da pesquisa, o coordenador do curso de Física e o professor da disciplina de Física, com a finalidade de apresentar a ferramenta tecnológica, a proposta de trabalho, os seus objetivos e suas justificativas. Na oportunidade foi feito um levantamento, junto ao professor da disciplina, referente às dificuldades observadas no processo de ensino-aprendizagem de conceitos abstratos em Física.

- A partir deste primeiro encontro, foi elaborada uma avaliação diagnóstica do perfil dos alunos, segundo as considerações do professor.

- Posteriormente realizou-se um encontro com os alunos pesquisados para confirmar ou refutar as primeiras considerações feitas na avaliação diagnóstica. Na oportunidade foi feito um levantamento de dados utilizando-se o primeiro instrumento de sondagem, com o intuito planejar as atividades de intervenções e experimentações práticas, bem como, para colocar o aluno em contato com a ferramenta de apoio à aprendizagem, neste caso, a Robótica Educacional. As manifestações orais foram consideradas e registradas para auxiliar na estruturação de atividades direcionadas ao perfil do grupo pesquisado.

- Foram agendados novos encontros, denominados de Oficinas de Robótica Educacional. Essa oficinas de RE ocorreram na frequência de uma vez por semana, com a duração de 2 horas relógio, por um período de dois meses, totalizando oito encontros. Um número maior de encontros foi reivindicado pelos alunos, porém, diante de algumas adversidades, não foi possível atendê-los, mais esclarecimentos acerca deste assunto serão dados posteriormente no corpo deste trabalho no capítulo 5 referente à intervenção técnico-pedagógica, a descrição escrita de cada passo vem acompanhada de registro fotográfico das atividades realizadas nas oficinas de RE, bem como, os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa-ação.

## 2 DOS ROBÔS À ROBÓTICA EDUCACIONAL

### 2.1 História dos Robôs

De acordo com Marcelo Ayres (2007), há notícias de que a criação de robôs datou de 2000 a.C., tendo por base um brinquedo na forma de um cão mecânico, encontrado no Egito. Vale considerar que, mesmo sendo os robôs uma invenção do século XX, conforme a Figura 01, sua idealização já antecedia este período. Ainda, há uma ocorrência em *Ilíada*, em que a personagem Homero descreve a existência de virgens de ouro que viviam como mulheres dotadas de inteligência e voz, movendo-se sobre tripés com rodas, serviam o deus Hephaesus com a energia de uma serva e habilidades de imortais.

Também foram encontrados documentos datados de 1495, que descrevem um cavaleiro mecânico que era, aparentemente, capaz de sentar-se, mexer seus braços, mover sua cabeça, bem como, seu maxilar. Cabe acrescentar que Leonardo Da Vinci teria desenhado o primeiro robô humanoide da história, segundo Henrique Foresti (2013).

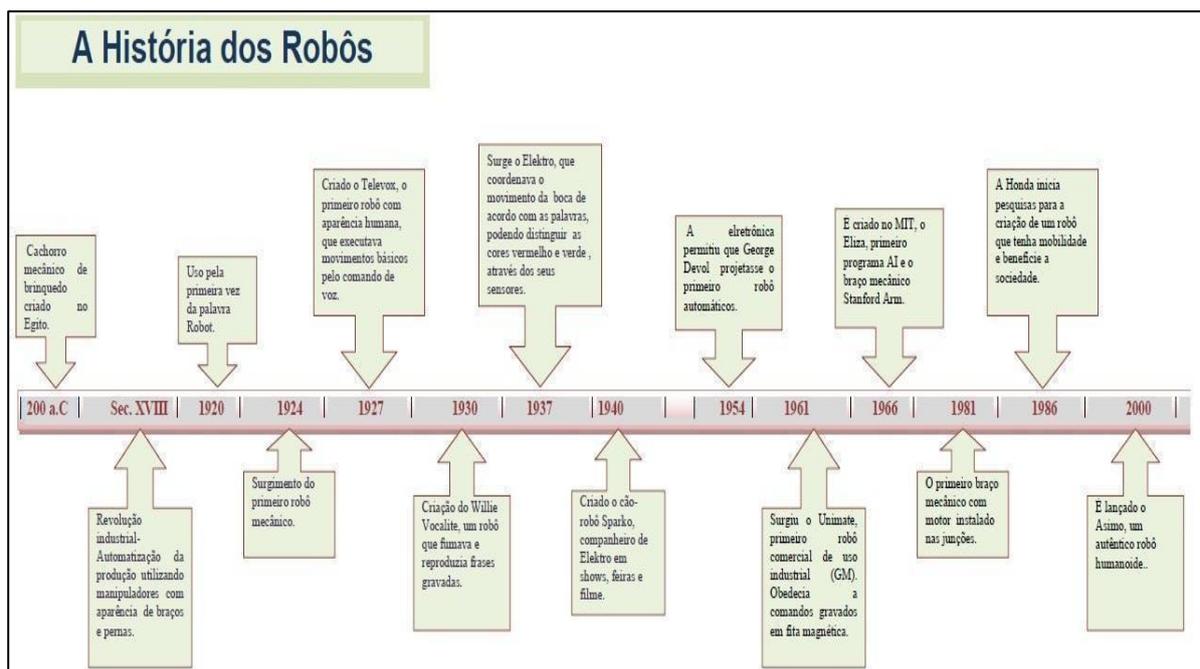


FIGURA 01 – História dos Robôs (elaboradora pela autora)

Para Ayres “o grande catalisador do desenvolvimento de autômatos foi a Revolução Industrial” (AYRES, 2007, p.1). Sabe-se que, neste período, foram desenvolvidos e aperfeiçoados dispositivos automáticos capazes de manipular e executar peças, permitindo a automatização da produção. Pode-se, então, afirmar que o atual contexto em que vivemos, onde diariamente surgem novas tecnologias, advém de um

processo de desenvolvimento tecnológico e econômico experimentado a partir da segunda metade do século XVIII. Ainda nesse sentido, no século XIX, com a 2ª Fase da Revolução Industrial, as novas tecnologias aplicadas às indústrias, às comunicações e aos transportes integraram cada vez mais as distantes e distintas partes do mundo. A partir da segunda metade do século XX até os dias atuais, testemunhamos a revolução tecnológica empreendida pela produção e o fácil acesso às mais desenvolvidas tecnologias. Dessa forma, foram criados manipuladores para auxiliar na produção em escala. Estes eram, basicamente, estruturas que possuíam segmentos e junções e, ao serem dispostos de forma linear, davam a aparência de braços e pernas, veja-se a Figura 02.

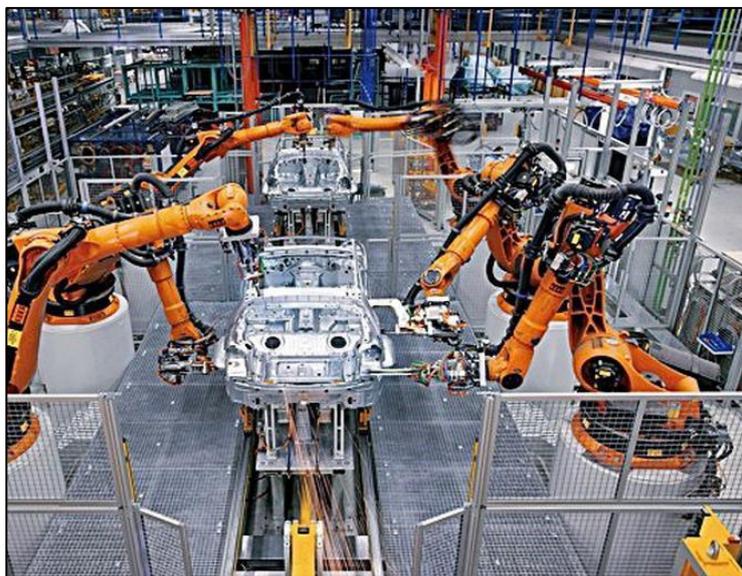


FIGURA 02 - Manipuladores em forma de braços criados no século XX  
FONTE: <http://s17.postimg.org/48rcsu14v/image.jpg>

Apesar da força da Revolução Industrial, de acordo com os estudos de Ayres (2007), a palavra *Robot* foi primeiramente utilizada na ficção, no ano de 1920, na peça *R.U.R - Rossum Universal Robot*, do dramaturgo tcheco, Karel Čapek, que apresentava um cientista chamado Rossum, criador de humanos mecanizados, que exerciam funções repetitivas e pesadas. O termo originou-se da palavra tcheca “*Robota*”, que significa trabalho árduo, duro, e é sinônimo de trabalho escravo. Neste mesmo período, em 1924, surgiu o primeiro modelo de robô mecânico.

Foresti (2013) também fala sobre uma onda de histórias referentes a autômatos humanoides, que culminou com a obra *Electric Man* (Homem Elétrico), de Luis Senarens, em 1885. Desde então muitos robôs surgiram, mas a maioria servia apenas como

inspiração, pois eram meras obras de ficção e ainda muito pouco podia ser construído.

Contudo, Ayres (2007) relata que Roy J. Wensley, engenheiro elétrico da *Westinghouse*, desenvolveu uma unidade de controle supervisionada, que se tratava de um dispositivo que podia utilizar-se do sistema de telefonia, ligar e desligar ou regular remotamente qualquer coisa que estivesse conectado ao sistema. Deste modo, três anos mais tarde, ele criou o *Televox*, um pequeno robô com aspecto humano que conseguia executar movimentos básicos, de acordo com os comandos de seu operador.

Com o passar do tempo os robôs vieram a ganhar popularidade com o “nascimento” de *Willie Vocalite*, em 1930. O robô é descrito pelo autor como tendo o formato daqueles robôs que vemos nos filmes de ficção antigos, medindo 2 metros de altura e era feito de aço e da mesma forma que o *Televox* podia ligar, desligar e regular dispositivos conectados a ele. Porém, destacou que a grande diferença estava no fato de fazer tudo isto sob comandos de voz. Além disso, o robô fumava, sentava, ficava de pé, movia os braços e conversava com as pessoas reproduzindo frases gravadas em discos de 78 rotações. O autor ressaltou que este robô foi a grande sensação da exposição Mundial de Chicago, no ano de 1933.

Ainda referente às criações descritas nos estudos do autor, encontram-se informações que versam sobre o “nascimento”, em 1937, do robô *Elektro*, que também era teleoperado e obedecia a comandos de voz. Diferenciou-se pela grande evolução de poder andar, mover a cabeça para cima, para baixo e para os lados. O estudioso conta-nos que, além disso, os braços do robô se movimentavam separadamente e, quando “falava”, sua boca coordenava o movimento das palavras, de modo que sua evolução ia mais além, pois contava com sensores fotoelétricos nos olhos, que lhe permitiam distinguir as cores verde e vermelha.

O desenvolvimento da eletrônica colabora para que os Robôs possam vir a executar tarefas cada vez mais elaboradas, conforme consta nos relatos de Foresti (2013), onde observou que no ano de 1952, a *Bell Laboratories* alavancou o desenvolvimento da eletrônica com a invenção do transistor, o qual passou a ser um componente básico na construção de computadores e quebrou inúmeras restrições quanto ao desenvolvimento da Robótica. O autor chamou a atenção para o fato de que o avanço da microeletrônica veio popularizar os sistemas computacionais. Ainda, acrescentou o surgimento dos sistemas de processamento central em um único *chip*, como o 4004 e o 8080, na década de 1970, de modo que, em 1975, a tecnologia MOS introduziu mais velocidade de processamento.

Na década de 1970, a robótica deu um grande salto devido à incorporação de tecnologias de visão computacional, sensores ultrassônicos e detectores de distância a laser (FORESTI, 2013). Posteriormente, outras tecnologias foram entrando em cena, como é o caso da Inteligência Artificial (AI), que se desenvolvia com bastante velocidade também. É importante considerar que a definição inicial e mais popular de (AI) foi introduzida por John McCarthy, na conferência de Dartmouth, em 1955. Com referência à Inteligência Artificial, Ayres (2007) relata que, em 1966, Joseph Weizenbaum lança, no MIT, o *Eliza*, primeiro programa de Inteligência Artificial. Três anos depois, Victor Scheinman, estudante de engenharia mecânica do *Stanford Artificial Intelligence Lab* (SAIL), criou um braço mecânico chamado de *Stanford Arm*. Este braço se transformou em um padrão e até hoje influencia o design de braços e robôs.

Deste modo, continuaram surgindo descobertas, dentre elas o primeiro braço mecânico com motor instalado diretamente nas junções, desenvolvido e montado no ano de 1981 pelo engenheiro Takeo Kanade. Essa descoberta permitiu uma maior precisão e rapidez aos movimentos do braço mecânico.

Outro fato que mereceu destaque refere-se à criação do primeiro robô comercial de uso industrial que, de acordo com Ayres (2007), foi chamado *Unimate*, pesava 1.800kg e obedecia a comandos gravados em fitas magnéticas. Sua função era pegar pedaços quentes de metal e colocar as peças nos chassis dos carros. Para o autor, esse fato deu início a uma série de eventos que alavancaram as pesquisas e a criação de novos robôs.

Desde a década de 1980, a Robótica vem avançando em grande velocidade. Segundo Foresti (2013), dentre inúmeros projetos, está o ASIMO<sup>4</sup>, iniciado em 1986 pela *Honda Motor Company*. Informações detalhadas relativas a esta criação são encontradas nos relatos de Ayres (2007) sobre o início das pesquisas da Honda, em 1986, para a construção de um robô que, segundo palavras da própria empresa, “deveria coexistir e cooperar com os humanos, fazendo aquilo que as pessoas não conseguem e cultivando uma nova dimensão de mobilidade, que tem como princípio beneficiar a sociedade” (AYRES, 2007, p.01). Deste modo, ASIMO, um autêntico humanoide resultado destas pesquisas, é lançado no ano de 2000. Ainda sobre o ASIMO, contudo, Ayres esclarece que, um ano antes da Honda criar o robô, a Sony colocou no mercado o *Aibo*, que seria o primeiro de uma série de robôs animais que chegariam ao mercado.

Foresti (2013) explica que, ao contrário do que possa parecer, o nome ASIMO não

---

<sup>4</sup> Para saber mais acesse <http://asimo.honda.com/asimo-history/> Acesso em 10 dez. 2014

foi criado em homenagem ao escritor de ficção científica Isaac Asimov, mas é derivado de *Advanced Step in Innovative Mobility*. O estudioso aponta que, assim como o ASIMO, o *Qrio*, da Sony, e o *Robonaut*, robô criado pela NASA para auxiliar os astronautas da Estação Espacial Internacional na execução de atividades extraveiculares, também são bastante relevantes. Ainda nesse sentido, os três são citados como robôs humanoides concebidos para interagir com seres humanos. De acordo com Foresti (idem), em virtude do projeto de exploração de Marte, a NASA construiu dois robôs geólogos, o *Opportunity* e o *Spirit*, que pousaram em Marte em 08 e 25 de julho de 2004, respectivamente. Ambos foram desenvolvidos com o objetivo de enviar imagens, analisar rochas e crateras e, também, de procurar sinais de existência de água no planeta vermelho.

Pesquisas sobre a robótica são encontradas nos relatos de Foresti (2013), que teve por objeto de estudo o trabalho de Ronald Arkin (1998), e explica que, ao se realizar pesquisas em Robótica, robôs devem ser construídos, pois, ao trabalhar apenas com projetos de pesquisa baseados em simulações, perdem-se muitos detalhes. O autor ressalta ainda que a construção de robôs é muito complexa, pontuando as restrições encontradas nas décadas de 1960 e 1970. Segundo ele, esse fato levou à construção de robôs com notável evolução cibernética, neste período, dos quais pode citar-se como exemplos de projetos que superaram essas dificuldades: *Sharkey*, *Hillare* e *Stanford Cart*, robôs humanoides concebidos para interagir com os seres humanos.

Uma descrição feita por Foresti (2013) dá uma ideia da complexidade dos projetos destes robôs. O autor descreve *Sharkey* como sendo um robô construído no Instituto de Pesquisa de Stanford, no final dos anos 1960, baseando-se nos estudos de Nilson (1969). Acrescenta que este robô era capaz de sentir e modelar o ambiente ao seu redor, além de planejar trajetórias e executar ações programadas no computador. Assim, o robô *Hillare*, do Laboratório de Automação e Análise de Sistemas (LAAS) de Toulouse, França, foi construído em 1977, pesava 400kg e era equipado com três rodas, um sistema de visão computacional, sensores ultra-sônicos e detectores de distância a laser. O robô era dotado de movimentos autônomos, que permitiam-lhe ir de um lado para o outro. Por fim, Foresti refere-se a *Stanford Cart*, uma plataforma robótica usada por Moravec para testar a navegação usando um sistema de visão estéreo (FORESTI, 2013).

O estudioso acrescenta notícias sobre o Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, o qual desenvolveu um robô que interage com seres humanos e aprende como uma criança, chamado de *Cog* (MIT, 2006).

Conforme já foi relatado anteriormente, ainda há no Brasil entraves que dificultam a pesquisa/produção científica, realidade esta mostrada no episódio de abertura dos Jogos da Copa do Mundo, sediada pelo Brasil. Entretanto, é preciso que se destaque o trabalho realizado pelo neurocientista brasileiro Miguel Nicolelis, que realiza estudos na Universidade de Duke, na cidade de Durham, Carolina do Norte – EUA, os quais mostram que macacos, utilizando-se de uma interface cérebro-máquina (ICM, nome dado pelo seu grupo de pesquisa), apenas através de atividades elétricas do seu cérebro, podem aprender a controlar voluntariamente os movimentos de artefatos artificiais, como braços e pernas robóticas, localizados perto ou longe deles (NICOLELIS, 2011).

Para o estudioso, essa demonstração experimental pode, a longo prazo, mudar completamente a maneira pela qual vivemos nossa vida. Refere-se a um futuro não muito distante, em que pacientes poderão voltar a ter mobilidade e sensibilidade dos seus corpos inertes, por meio do uso de uma série de neuropróteses, que são equipamentos do tamanho de modernos marca-passos cardíacos capazes de coletar atividade elétrica cerebral para coordenar a contração das articulações e dos membros de vestes robóticas, delicadas como a segunda pele, mas robusta como um exoesqueleto de um besouro (NICOLELIS, 2011). Segundo o neurocientista, essas vestes robóticas podem suportar o peso do paciente paralisado, bem como devolver a autonomia dos seus movimentos, a fim de que possa, novamente, explorar o mundo a sua volta.

A evolução nos estudos da robótica e, por conseguinte, na criação de robôs, vem agregando diversas áreas, tais como mecânica, eletrônica, informática, além de áreas da saúde. O intuito é de melhorar a qualidade de vida dos seres humanos no que diz respeito ao trabalho braçal pesado, à mobilidade, às cirurgias com precisão, à execução de tarefas de risco, tarefas domésticas e até mesmo para fazer companhia para as pessoas – como, por exemplo, nos casos apresentados na mídia, em que robôs auxiliam idosos, deficientes<sup>5</sup>, a RE levada aos pacientes do hospital infantil de oncologia<sup>6</sup>. Portanto, pode-se considerar que há uma interação crescente e amistosa entre humanos e robôs, desfazendo o mito de que a evolução tecnológica apresenta somente aspectos negativos.

---

<sup>5</sup> Para saber mais acesse <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/robos-que-ajudam-idosos-e-deficientes-sao-sucesso-em-toquio> Acesso em 10 dez. 2014

<sup>6</sup> Para saber mais acesse <http://www.aoex.es/aoex-acerca-al-hospital-materno-infantil-robotica-educativa/> Acesso em 10 dez. 2014

## **2.2 Robótica Educacional**

De acordo com José Oliveira, “podemos definir a robótica pedagógica como a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens” (OLIVEIRA, 2007, p.50). Durante as aulas, o aluno é preparado não apenas para ser usuário de ferramentas tecnológicas, pois, além do aprendizado de conceitos tecnológicos, há a possibilidade de o aluno aprender conceitos específicos relacionados às disciplinas de física e matemática, entre outras, de forma interdisciplinar. Além disso, as atividades propostas permitem ao aluno desenvolver habilidades relativas ao trabalho em equipe, à resolução de problemas propostos durante a montagem e programação dos dispositivos robóticos.

De acordo com Lelino Pontes (2010), Robótica Educacional (RE) ou Robótica Pedagógica (RP) são termos utilizados para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. Para ele, há um aumento do interesse e da criatividade dos alunos, além da integração de diversas disciplinas, o que tem despertado a atenção de professores e alunos.

Segundo o autor, a RE baseia-se na teoria construtivista de Jean Piaget, que tem o aluno como construtor do seu próprio saber, interagindo e produzindo o seu próprio aprendizado, estabelecendo uma relação de troca do meio com o objeto. Deste modo, ele obtém um aprender vivenciado, um aprender de experimentação com uma melhor acomodação do conhecimento, o que coloca o aluno como agente ativo no processo da sua própria aprendizagem, fazendo desta uma aprendizagem significativa na compreensão do assunto estudado. Trata-se, enfim, de uma atividade lúdica e desafiadora, que une aprendizado e prática. Além disso, valoriza o trabalho em grupo, a cooperação, o planejamento, a pesquisa, a tomada de decisões, a definição de ações, promove o diálogo e o respeito a diferentes opiniões. Nesse sentido, a robótica pedagógica (RP) envolve um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução, utilizando-se dos conceitos de diversas disciplinas para a construção de modelos, levando os alunos a uma vivência interdisciplinar valiosa (PONTES, 2010).

## **2.3 História da Robótica Educacional**

De acordo com os estudos de Pontes (2010), os registros sobre a origem da RE têm seu início com os trabalhos de W. Ross Ashby, médico psiquiatra da Inglaterra que desenvolveu vários trabalhos em cibernética, tornando-se pioneiro na área. Têm-se, também, informações de que, para o psiquiatra, o cérebro humano trabalha por processos mecânicos que podem, em parte, ser reproduzidos em máquinas, segundo consta em seus livros *Projeto para um Cérebro* (1952) e *Introdução à Cibernética* (1956). Deste modo, ele procurava interpretar a Inteligência Artificial (AI) criando situações que fossem fonte de estudo para entender os processos de aprendizagem. A análise das ações de robôs com a finalidade de construir aprendizado por meio deles foi descrita, do mesmo modo, pelo neurofisiologista Gray Walter.

Contudo, foi Seymour Papert que, ao sair do Centro de Epistemologia de Genebra e entrar no Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), em 1964, quem desenvolveu atividades intelectuais bastante relevantes para a robótica educacional. Pontes (2010) relata que Papert, percebendo a eficiência da teoria de Piaget, resolveu desenvolver as bases do ensino tecnológico, dando origem ao Movimento de Tecnologia Educacional Progressista (*Progressive Educational Technology Movement*). Sendo assim, Papert começou a aplicar na prática a teoria de Piaget, partindo da ideia de que o ensino tecnológico tem como fundamento a experimentação, em que o estudante, por meio da prática, aprende fazendo, visto que é colocado como autoconstrutor do conhecimento. Neste caso, a abstração passa a ter um caráter real, podendo vir a ser vivenciada de maneira significativa.

A proposta deste trabalho vem ao encontro das considerações trazidas por Pontes (2010), quando aponta que a teoria de Piaget tem como base a ideia da prática, de fazer por si só, pois que assim o estudante interage com a matemática, estudando de maneira real e em oposição à abstração tão usada na sala de aula. No caso em estudo, tem relação à compreensão dos conceitos matemáticos que exigem abstração reflexiva, propostos pelos conteúdos teóricos, que vem a ser, em muitos casos, um entrave para alguns alunos que apresentam dificuldade de aprendizagem no que exige certo nível de abstração.

Para Maria Inês Castilho (2002), esta prática traz à educação uma nova realidade, em que o aluno é o centro do processo e aplica sua imaginação criadora interferindo no meio. Vale ressaltar que, neste contexto, ele não se limita apenas a fornecer respostas operantes sobre o ambiente, mas significa e, por sua própria ação, ressignificar a

experiência. De acordo com a autora, o aluno percebe o meio que lhe é apresentado e pode agir, montando e desmontando um robô, usando e buscando peças de que necessita e que, muitas vezes, precisa adaptar o projeto. Considera-se, assim, que estas situações-problema enfrentadas pelos alunos venham a contribuir para a construção de estruturas mentais cada vez mais complexas, potencializando de alguma forma o processo de aprendizagem.

Segundo Gomes (2007), a robótica educacional ou pedagógica, assim denominada, “também estimula a criatividade dos alunos devido a sua natureza dinâmica, interativa e até mesmo lúdica, servindo de elemento motivador para estimular o interesse dos alunos do ensino tradicional” (GOMES, 2007, p.130). Para o autor, há cinco vantagens, descritas na Tabela 02, de aliar a robótica ao projeto de ensino escolar.

Tabela 02 – Robótica e Ensino escolar

FONTE: Gomes (2007)

<b>As cinco vantagens descritas por Gomes (2007)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando bastante acessíveis os princípios de ciência e tecnologia aos alunos.</li> <li>- Permite testar em um equipamento físico o que os estudantes aprenderam utilizando modelos que simulam o mundo real.</li> <li>- Ajuda a superação de limitação de comunicação, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências e desenvolva sua capacidade de argumentar.</li> <li>- Desenvolve o raciocínio e lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos.</li> <li>- Favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.</li> </ul>

De acordo com Feitosa (2003), a robótica educativa envolve processos de motivação, colaboração, construção e reconstrução e, ainda, pode ser abordada como uma forma “lúdica e desafiadora”, que une aprendizado e prática. Além disso, valoriza o trabalho em grupo, a cooperação, o planejamento, a tomada de decisões, a definição de ações, promove o diálogo e o respeito a diferentes opiniões.

Percebe-se que, ao enfrentar tais desafios, as estruturas psicológicas do aluno também são envolvidas, fazendo com que se desenvolvam não só as habilidades

relacionadas ao conhecimento lógico-racional, mas também as que envolvem as questões emocionais, relativas às relações intrapessoais e interpessoais. Dessa forma, o aluno terá a oportunidade de se desenvolver de forma integral, conforme já dito.

Pontes (2010) considera que a R.E, por ser relativamente nova, enfrenta certa resistência em sua aceitação. Essa resistência aos poucos vai sendo desfeita, com a demonstração da sua aplicação em sala de aula e com os seus resultados já vivenciados. Assim, torna-se um importante recurso no processo de ensino aprendizagem, visto que traz a possibilidade de exploração de diversos temas do currículo escolar, através de projetos educacionais, envolvendo atividades de programação e montagem de robôs. Além disso, a sua utilização propicia ao aluno um ambiente favorável ao seu desenvolvimento lógico e criativo através da articulação de conhecimentos em diferentes áreas.

Conforme aponta Ribeiro (2006), nos países do primeiro mundo há tempos a Robótica está sendo pesquisada e estudada para ser inserida na área educacional, inclusive nas escolas de ensino básico e fundamental, já que em instituições de ensino superior a incidência de projetos dessa natureza são bem maiores. Contudo, a realidade brasileira é bem diversa.

## **2.4 LEGO®**

A LEGO® foi fundada em 1932, na Dinamarca, pelo carpinteiro Ole Kirk Christiansen. A inspiração para sua criação veio das miniaturas dos móveis que fazia para construir brinquedos de madeira. Nascia, então, a LEGO®, que em poucos anos ampliou a produção e passou a fabricar duzentos tipos diferentes de brinquedos de madeira e de plástico. O primeiro bloco de montar de plástico foi criado em 1949 e nomeado de *Automatic Binding Brick* (algo como bloco conector automático, em tradução livre). Em 1955, o sistema LEGO de brincar – de encaixes e desencaixes –, foi lançado. Para tanto, contavam com 28 kits e 08 veículos que disponibilizavam partes extras. A forma de brincar com LEGO foi uma revolução no mundo dos brinquedos, pois permitia a quem o utilizasse criar qualquer coisa sem precisar utilizar um guia. Ainda hoje, os blocos que foram produzidos na década de 1950 se encaixam com os fabricados atualmente. A primeira minifigura foi criada em 1978. Inicialmente, era fabricada apenas na cor amarela e não apresentava expressão facial, pois o intuito era de que a criança pudesse decidir o humor da sua minifigura. A expressão facial só foi adaptada aos bonequinhos no final da década de

1980, quando eles ganharam expressões de tristes ou felizes, bons ou maus.

Em 1980 a LEGO® firmou uma parceria com o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), possibilitando a inclusão de tecnologia nos seus produtos (Figura 03), o que levou à criação de LEGO Education. Dessa forma, foi possível colaborar com a expansão das capacidades de “fazer” e “pensar” das crianças e auxiliar na descoberta de múltiplas perspectivas e visões da realidade. A partir de estudos de Seymour Papert, a LEGO Education desenvolveu uma metodologia inovadora, que contempla a utilização de jogos educativos, o trabalho em equipe, e quatro momentos: contextualizar, construir, analisar e continuar (FEITOSA, 2013).

A seguir, na Figura 03, uma representação gráfica da Linha do Tempo LEGO.

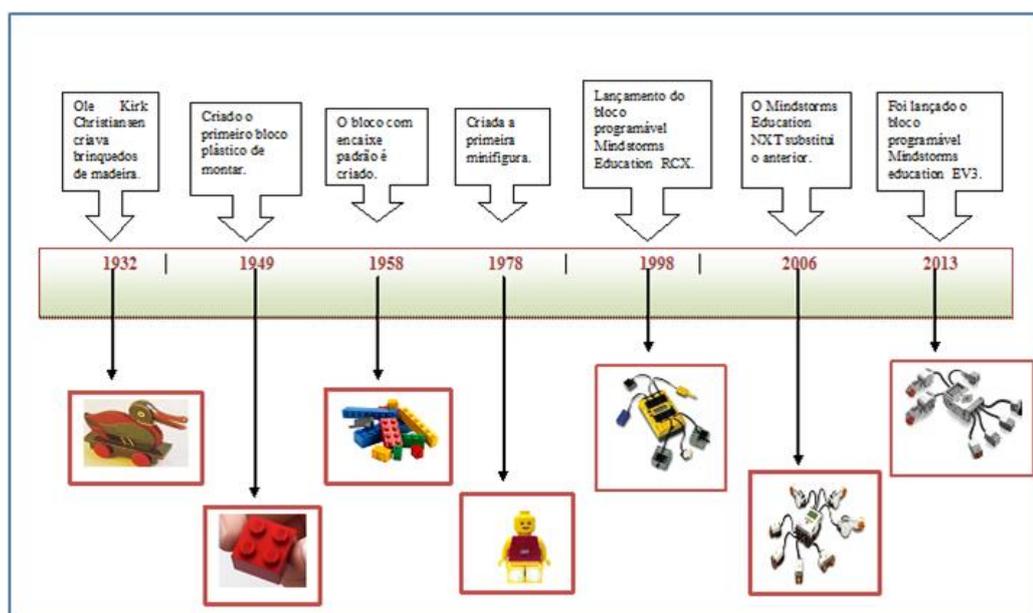


FIGURA 03 – Linha do tempo da LEGO

Fonte: elaborada pela autora

A experiência da pesquisadora ao trabalhar com estudantes em aulas de RE, utilizando a metodologia da LEGO ZOOM Education, demonstrou a possibilidade de interatividade destes com o objeto de estudo, bem como a interação com seus colegas de aula, numa proposta de prática pedagógica interativa, em que a construção do conhecimento é um passo ativo. As aulas de RE possibilitavam que os estudantes fossem engajados em seus processos de aprendizagem de forma responsável, dinâmica e significativa. Observou-se que, através da articulação entre o ensino dos conteúdos e o uso da tecnologia, os estudantes conseguiam fazer a relação entre os conceitos teóricos e a

prática nas aulas de RE. Diante desta nova proposta apresentada a eles, os estudantes obtiveram a chance de sair da posição de meros leitores do livro didático para adquirir uma postura criativa, investigativa e reflexiva diante do estudo e aplicação dos conceitos de física e matemática, que também eram articulados com outros campos do conhecimento de forma interdisciplinar.

Finalmente, vale ressaltar que a estruturação destes capítulos teve o intuito de resgatar a Robótica, em especial a Robótica Educacional (RE), os estudos relacionados à pesquisa na área, bem como a LEGO® Education, de onde partem os kits utilizados juntamente com a metodologia ZOOM, no trabalho com a RE. Observando-se a possibilidade da eficácia do uso da RE, como ferramenta de potencialização na melhoria da qualidade do processo de aprendizagem dos estudantes e, também, considerando a Robótica como um campo de estudo e aplicação cotidiana em expansão dentro das novas tecnologias, nos capítulos seguintes busca-se trazer uma aproximação entre os conceitos e as demandas da educação científica e tecnológica.

### **3 EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E TECNOLOGIA**

#### **3.1 Educação Tecnológica**

O uso da educação tecnológica tem sua aplicabilidade ao perceber-se que os avanços tecnológicos provocam transformações sociais, as quais incidem no sistema educacional. Estas transformações impelem os alunos à necessidade de desenvolverem, desde a educação infantil, atividades que propiciem a aplicação do método científico, em um ambiente que lhes permita a aquisição de habilidades para a pesquisa e resolução de problemas (desafios) através da simulação de situações reais, utilizando para tanto o método de experimentação e observação direta.

Neste caso, a tecnologia é utilizada como um fator motivacional para auxiliar no processo de construção do conhecimento. Ao alfabetizar-se tecnologicamente, o estudante passa a compreender o mundo que o cerca, pois, utilizando os recursos tecnológicos de que dispõe em um ambiente de aprendizagem, terá a chance de aplicar e de se apropriar dos conhecimentos tecnológicos de uma forma concreta, lúdica, contextualizada e desafiadora. Dessa forma, o estudante torna-se participativo no seu processo de aprendizagem, o que vem a contribuir para que este se torne mais prazeroso e, por consequência, mais significativo.

Na educação tecnológica, o aluno é preparado para ser não apenas um usuário de ferramentas tecnológicas, mas para ser capaz de criar e resolver problemas, usando vários tipos de tecnologias de forma racional, ética e ecológica. O trabalho com educação tecnológica capacita os educadores, viabilizando um novo agir no ensino e tornando o processo educativo mais dinâmico e atraente. Nessa ótica o trabalho docente não tem um fim em si mesmo: não se trata do educador ensinar tecnologia, mas de utilizar o recurso tecnológico como fator de motivação para, a partir do interesse, levar o aluno à construção do próprio conhecimento. Além disso, os resultados com os alunos aparecem também na área pessoal e social pelo desenvolvimento de qualidades pessoais, tais como autonomia, iniciativa, responsabilidade, criatividade, trabalho em equipe, autoestima e interesse por pesquisa (FEITOSA, 2003).

Paula Rothman (2012) considera que, com a ajuda da tecnologia, o ensino personalizado está se tornando uma realidade que vai mudar a relação aluno/professor. Para a autora, o estudante passa a ser responsável pelo aprendizado, buscando conteúdos do seu interesse. Embora o professor ainda tenha um papel fundamental na dinâmica de

sala de aula, passará a atuar como um mentor (mediador), e não mais como um detentor do conteúdo (saber). Neste novo contexto em que se insere o processo de ensino-aprendizagem, a aula expositiva já não tem espaço, e cede lugar a uma forma de ensinar e aprender guiada pelo ritmo do próprio aluno. A autora chama a atenção para a questão referente à sala de aula homogênea, almejada por alguns profissionais, algo que é apontado como fator de desmotivação e até mesmo reprovação dos alunos, pois ser colocado em um “bolo”, em que todos têm de seguir o mesmo ritmo, afeta negativamente os estudantes.

Segundo Rohtman (2012), o psicólogo americano, Daniel Willingham, que estuda há 20 anos os processos cerebrais envolvidos na memória e no aprendizado, considera que a motivação do aluno está diretamente ligada ao grau de dificuldade que enfrenta, ou seja, se é fácil demais a aula torna-se chata, entretanto, se é difícil demais, transforma-se num obstáculo intransponível pelo estudante. Cabe ao professor criar estratégias de ensino que possam dar conta deste dilema. Dessa forma, a educação tecnológica pode ser vista como uma aliada para a solução deste problema.

### **3.1.1 PCNs sobre Educação Tecnológica**

De acordo com Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB), a educação tecnológica “deverá concretizar-se através do desenvolvimento e aquisições de competências, numa sequência progressiva de aprendizagens ao longo da escolaridade básica, tendo como referência o pensamento de perspectivar o acesso à cultura tecnológica” (CNEB, 2000, p.191). Essas aprendizagens deverão integrar os saberes comuns a outras áreas e desencadear novas situações para as quais os alunos mobilizam, transferem e aplicam os conhecimentos adquiridos gradualmente. O uso da Robótica Educacional vem ao encontro do previsto pelo CNEB no que se refere à Educação Tecnológica, pois a contextualização, a interdisciplinaridade, a busca para a solução de situações problema, contribuem para desenvolvimento de habilidades e competências.

Consta do CNEB que “a Educação Tecnológica orienta-se, na educação básica, para a promoção da cidadania, valorizando os múltiplos papéis do cidadão utilizador, através de competências transferíveis, válidas em diferentes situações e contextos” (CNEB, 2000, p.191). O CNEB refere-se, ainda, às competências do utilizador individual, aquele que sabe fazer, que usa a tecnologia no seu cotidiano; às competências do utilizador profissional, que interage entre a tecnologia e o mundo do trabalho, que possui

alfabetização tecnológica; e às competências do utilizador social, implicado nas interações tecnologia/sociedade, que dispõe de competências que lhe permitem compreender e participar nas escolhas dos projetos tecnológicos, tomar decisões e agir socialmente, como cidadão participativo e crítico. Nesse sentido, de acordo com o CNEB, decorre desta concepção a construção do perfil de um cidadão tecnologicamente competente, capaz de apreciar e considerar as dimensões sociais, culturais, econômicas, produtivas e ambientais resultantes do desenvolvimento tecnológico.

Segundo o CNEB (2000), ao longo do ensino básico, as competências que o aluno deve adquirir no âmbito das aprendizagens em tecnologia organizam-se em três eixos estruturantes fundamentais. O primeiro deles é **Tecnologia e Sociedade**, em que a educação tecnológica é vista no âmbito da formação para todos: integra uma forte componente educativa, orientada para uma cidadania ativa, com base no desenvolvimento da pessoa como cidadã participativa, crítica, consumidora responsável e utilizadora inteligente das tecnologias disponíveis. O segundo é o **Processo Tecnológico**, em que a concepção e realização tecnológica necessitam da compreensão e utilização de recursos (conceituais, procedimentais e materiais), de diversas estratégias mentais, da resolução de problemas, da visualização, criação de modelos e do raciocínio. Portanto, o processo tecnológico é o eixo estruturante da Educação em Tecnologia e, ao mesmo tempo, organizador metodológico do processo didático. O terceiro eixo seria o dos **Conceitos, Princípios e Operadores Tecnológicos**, que refere-se à compreensão de conceitos e princípios aplicados às técnicas, bem como o conhecimento dos operadores tecnológicos elementares; eles constituem o corpo de referência aos saberes-chave universais da educação em tecnologia.

Do mesmo modo, o CNEB (2000) fala da compreensão da realidade e, em particular, da realidade técnica que rodeia a criança e o jovem, que necessitam de ferramentas conceituais para sua análise e compreensão crítica, de forma que permitam não apenas a construção do conhecimento, mas também a formação de um posicionamento ético, alicerçado em valores e atitudes, desenvolvidas como processo de identidade do jovem.

É importante ressaltar que, no processo tecnológico, as atividades humanas visam criar, inventar, conceder, transformar, modificar, produzir, controlar e utilizar produtos e sistemas. Pode-se, então, dizer genericamente que estas ações correspondem a intervenções de natureza técnica, constituindo a base do próprio processo tecnológico. Identificamos

aqui uma aderência entre a proposta de trabalho apresentada, no que se refere ao aprendizado de conceitos tecnológicos durante as aulas de Robótica Educacional, utilizando-se uma metodologia que possibilita a criação, invenção, produção e o controle dos dispositivos robóticos, que simulam situações reais de aplicabilidade no cotidiano do aluno, e as propostas do CNEB.

No cenário da educação tecnológica é desejável que o aluno desenvolva a capacidade de descrever um objeto do seu envolvimento, a partir da observação direta, relacionar o objeto do seu uso diário com funções a que se destina, reconhecer os materiais de que são feitos os objetos, desmontar e montar objetos simples, redesenhar um objeto existente, procurando a sua melhoria estrutural e de uso, adaptar o sistema técnico já existente a uma situação nova, ação esta comum nos procedimentos de RE.

Dentre as competências previstas a serem desenvolvidas nos alunos, ao longo da educação básica, encontram-se a capacidade de ajustar-se, intervindo ativa e criticamente às mudanças sociais e tecnológicas da comunidade/sociedade, além de apresentar propostas tecnológicas para a resolução de problemas sociais e comunitários.

Encontra-se eco entre o presente estudo e a proposta do CNEB (2000), em vários pontos descritos ao longo destes apontamentos, bem como no que se refere ao planejamento de sistemas técnicos, em que consta ser desejável “que o aluno possa desenvolver a competência de ler e interpretar esquemas gráficos elementares de montagens de objetos, brinquedos, modelos reduzidos, etc.” (CNEB, 2000, p.201).

### **3.2 Educação do futuro: saberes e pilares**

A educação num contexto de intensificação tecnológica traz desafios constantes que vão além do domínio da técnica e da ciência. É preciso educar jovens e adultos numa perspectiva crítica, em que a provisoriedade do conhecimento, a ética e a cidadania remetam à compreensão de que a complexidade e a incerteza fazem parte dos sistemas vivos e sociais. Neste sentido, temos em Edgar Morin (2000) a referência inicial sobre os saberes necessários à educação atual (Figura 03), e não apenas do futuro, enunciada no título de sua obra.

Morin (2000) aponta para a necessidade de uma reforma na educação, algo que vá além de uma revolução pedagógica. O autor chama a atenção ao dizer que todos os sistemas educacionais fazem uma separação dos saberes em compartimentos. Em sua

opinião, é necessário religá-los para que as mentes possam conceber e tratar problemas fundamentais e globais. Segundo o autor, deve-se introduzir na educação questões como a possibilidade de equivocar-se e de encontrar conhecimentos pertinentes, além de temas como a limitação da compreensão humana, o aprendizado para enfrentar incertezas e a compreensão do significado de uma mundialização de uma história planetária. O autor descreve estes tópicos como fundamentais para que se tenha a possibilidade de enfrentar os problemas da vida, como perspectiva para um futuro melhor.

Em seguida, resgatou-se em Jaques Delors (2012) a referência sobre os quatro pilares da educação, em estudo encomendado pela UNESCO, que tem profunda aderência no trabalho de Morin (2000), em que aponta os sete saberes que considera necessários à educação do século XXI ou do futuro. Os saberes são comparados a sete buracos negros na educação, que são ignorados, subestimados ou fragmentados, tornando-se para o autor o centro das preocupações sobre a formação dos jovens, futuros cidadãos.

Tendo em vista as considerações feitas por Morin (2000) em relação aos saberes necessários à educação do séc. XXI, foi traçado um paralelo com a proposta de Delors (2000), buscando uma consonância entre os autores e a proposta do uso da R.E.

Pode-se falar inicialmente do saber referente às cegueiras do conhecimento: o erro e a ilusão, trazidos por Morin (2000), com o intuito de alertar sobre a importância de se estar atento aos erros e às ilusões que acompanham o conhecimento humano transmitido, isto é, o conhecimento não é uma ferramenta pronta que possa ser usada sem que se examine a sua natureza. A ideia é de que se tenha, primeiramente, o conhecimento, pois, para o autor, o erro e a ilusão parasitam a mente humana desde o aparecimento do Homo Sapiens. Sendo assim, ele propõe que na educação seja introduzido e desenvolvido o estudo das características cerebrais, mentais e culturais dos conhecimentos humanos, de seus processos e modalidades, das disposições tanto psíquicas quanto culturais que o conduzem ao erro ou à ilusão. Dessa forma, a educação deve mostrar que não há conhecimento que não esteja, em algum grau, ameaçado pelo erro e pela ilusão.

Pode-se relacionar este saber ao **Aprender a conhecer** trazido por Delors (2001), que não está ligado apenas à aquisição de conhecimento, mas também ao desenvolvimento do **Aprender a aprender**, ou seja, da capacidade de se responsabilizar pela própria educação. Este pilar consiste em fazer com que o aluno compreenda o mundo que o cerca e, assim, adquira uma cultura geral vasta.

Para Jacques Delors (2012),

[...] o principal é que cada pessoa consiga ter um nível de autonomia intelectual que lhe permita formar o próprio juízo de valor diante das mais variadas situações, e que, em cada um desses momentos, ela tenha capacidade de escolher caminhos e alternativas baseadas no seu entendimento da realidade (DELORS, 2012, p.1).

Na proposta de trabalho com a RE, este pilar de Delors é contemplado no momento em que as atividades desenvolvidas apresentam situações em que os estudantes precisam construir um robô para que possam resolver uma situação-problema do cotidiano deles, da sua escola, bairro, cidade, etc. e, no momento seguinte, após atingirem o seu objetivo inicial, eles podem ser desafiados a partir desta resolução, criar novas estratégias juntamente aos colegas de equipe. Nesse sentido, os alunos são envolvidos em processos de motivação, colaboração, construção e reconstrução do conhecimento de forma prática, contextualizada, crítica e reflexiva. Assim, o conhecimento não é apresentado ao estudante como algo acabado, sem a possibilidade de uma análise crítica reflexiva, sem intervenção e envolvimento do mesmo com o seu processo de construção do conhecimento.

No saber apresentado por Morin (2000), referente aos princípios do **conhecimento pertinente**, o autor ressalta que o fato do conhecimento ser apresentado de forma fragmentada, em disciplinas isoladas, contribui para que, frequentemente, as partes sejam trabalhadas desvinculadas do todo. O autor propõe que essa forma de apresentação do conhecimento seja substituída por um modo de conhecimento capaz de apreender os objetos em seu contexto, em sua complexidade, no seu conjunto, pois acredita que o conhecimento das informações ou dos dados isolados é insuficiente. Sendo assim, é preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que estes adquiram sentido. Sabe-se que, para a aprendizagem ter um papel significativo para o estudante, ela precisa estar contextualizada com a sua realidade, com o seu cotidiano, pois ele vê sentido em aprender aquilo que possa ter aplicabilidade no seu dia-a-dia. Assim, o processo torna-se mais prazeroso, mais efetivo. Muitas vezes o professor é questionado pelo estudante quanto à relevância daquilo que está sendo ensinado, tendo em vista o fato de que, conforme esclarece Morin (2000), as disciplinas são apresentadas a eles desarticuladas do todo, perdendo o sentido. Encontra-se, portanto, eco nas palavras de Delors (2012) quando aponta que aprender a conhecer é o tipo de aprendizagem que tem por objetivo estimular o prazer de compreender, de conhecer e de descobrir.

É importante ressaltar que, durante as aulas de RE, as montagens a serem feitas encontram-se contextualizadas com o cotidiano do estudante, tanto no que se refere aos

conteúdos curriculares estudados em sala de aula quanto a sua aplicabilidade no contexto social. A relação é feita através de fotos, da pesquisa, da leitura de textos, de histórias em quadrinhos e outros gêneros textuais que compõem os fascículos usados na apresentação das montagens sugeridas de robôs. Além disso, a fase contextualizar faz parte da metodologia utilizada nas aulas de RE. Nesta fase são estabelecidas conexões entre os conhecimentos prévios que o aluno possui com os novos que lhe estão sendo apresentados. Há sempre uma apresentação prévia do que irá ser trabalhado na etapa seguinte, neste caso, na construção de um projeto, pois dessa forma o aluno poderá fazer as conexões necessárias para serem usadas no processo de montagem dos dispositivos robóticos.

Outro saber apresentado por Morin (2000) trata do **Ensinar a condição humana**. Ao perceber o ser humano como sendo, ao mesmo tempo, físico, biológico, psíquico, cultural, social, histórico, traz à tona a questão da desintegração desta unidade complexa da natureza – o sujeito. O autor considera que este é totalmente desintegrado na educação por meio da dissociação de disciplinas. Assim, tornou-se impossível aprender o que significa ser humano. Sua proposta é de restauração desta unidade, de tal forma que qualquer um, onde quer que se encontre, tome conhecimento e consciência, ao mesmo tempo, de sua identidade complexa e de sua identidade comum a todos os outros humanos. Pode-se associar a proposta de Morin (2000) ao **Aprender a ser** de Delors, que contribui para o desenvolvimento integral do estudante: espírito, corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético e responsabilidade pessoal. Dessa forma, ele não é preparado apenas para a sociedade do presente, mas para a sociedade do futuro, em que o ser apresenta-se desenvolvido de forma integral.

Este pilar indica que a educação deve conferir a todos os seres humanos a liberdade de pensamento, discernimento, sentimentos e imaginação que necessitam para desenvolver os seus talentos (DELORS, 2012). Nessa perspectiva também está baseada a metodologia utilizada nas aulas de RE, propondo o trabalho em equipe com a intenção de envolver o estudante na descoberta e no encontro com o outro, para que tenha compreensão e respeito a seus valores e cultura, o que possibilitará desenvolver a percepção da interdependência, da valorização do próximo e do sentimento de pertença ao grupo.

É preciso, ainda, **Ensinar a identidade terrena**, pois, segundo Morin (2000),

[...] o destino planetário do gênero humano é outra realidade chave até agora ignorada pela educação. O conhecimento dos desenvolvimentos da era planetária, que tendem a crescer no século XXI, e o reconhecimento da identidade terrena, que se tornará cada vez mais indispensável a cada

um e a todos, devem converter-se em um dos principais objetos da educação (MORIN, 2000, p.15).

Morin (2000) defende, ainda, o **pensamento integral**, pois ele permite ao homem concretizar uma meditação mais pontual. O autor alerta para o uso indevido de uma prática pedagógica que fraciona o saber, acarretando um entendimento fracionado do universo por parte do estudante. Deste modo, ele não consegue fazer relações entre si e o todo universal. Isso contribui para o rompimento de qualquer interação entre local e global, fazendo com que a resolução das questões existenciais fique completamente desvinculada do contexto a que estão inseridas. Para o estudioso, cabe à educação um papel importante no desenvolvimento da compreensão das relações entre as partes individuais e o todo universal, através da promoção da educação planetária das mentalidades.

A metodologia que norteia as aulas de RE parte do princípio de que não é suficiente a apresentação de problemas simplesmente contextualizados com os conteúdos estabelecidos pelo currículo formal. Sendo assim, há uma proposta de que o professor apresente questões pertinentes ao cotidiano dos alunos já na etapa de criação dos modelos robóticos. Estas lhe servirão de simulação acerca de situações do mundo real, seja natural, social ou industrial-tecnológico. Isto é, durante o processo de montagem e programação dos dispositivos robóticos, o estudante parte de uma situação local, que não fica restrita ao conteúdo curricular trabalhado em sala de aula, mas vinculada e articulada com o todo, através da pesquisa e da elaboração de estratégias para a solução de situações-problema que, na maior parte das vezes, dizem respeito à apresentação de propostas de mudanças necessárias para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e, por conseguinte, do planeta. Tal afirmação vem ao encontro da ideia de Morin (2000), ao propor que a escola deve promover a educação planetária das mentes.

O modelo da metodologia LEGO, será posteriormente explicado no capítulo 4, item 4.3, tendo em vista o fato de que foi utilizado para trabalhar nas aulas de RE dentro de uma visão Holística, a qual enfatiza a importância do todo e a interdependência de suas partes, ou seja, enfatiza a relação orgânica, sistêmica ou funcional entre as partes que são trabalhadas sinergicamente de forma a se potencializar para constituir o todo. Deste modo, o todo se torna maior do que a soma das partes. Encontra-se relação entre a os pilares apresentados por Delors (2000), relativos ao **Aprender a ser** e ao **Aprender a conviver**, pois num primeiro momento é preciso que o estudante dê conta de si para que possa melhor desenvolver sua personalidade e estar à altura de agir com cada vez mais

capacidade de autonomia, de discernimento e de responsabilidade pessoal. A partir do conhecimento de si o estudante passa a desenvolver a compreensão do outro e a percepção das interdependências, percebendo que os seres humanos dependem uns dos outros, e que só assim é possível realizar projetos comuns. O autor ainda acrescenta que “todos os problemas estão amarrados uns aos outros” (DELORS, 2012, p.101).

Contudo, Morin (2000) esclarece que “a incerteza é a incitação à coragem” (MORIN, 2000, p.11). Para Aristóteles, a coragem é a primeira das qualidades humanas porque garante todas as outras. Então, pode-se pensar que é preciso aprender a enfrentar as incertezas, para que se possa aprender a desenvolver as qualidades humanas. Mas como fazer isso se as pessoas são educadas pela família ouvindo verdades absolutas, sem qualquer chance de contestação, porque não têm a experiência de vida de seus pais e avôs, e discordar é tido como falta de respeito? Na escola, o saber sempre foi de domínio exclusivo do professor, conforme dito anteriormente. Nesse sentido, quem tenta discordar ou agregar uma informação, pode ser considerado indisciplinado. Enfrentar as incertezas passa a ser, então um ato de coragem daqueles que buscam o conhecimento, a verdade. A Filosofia, ao longo dos tempos, demonstra isso.

Para Morin (2000), há muitas fontes de causas de erros e de ilusão, constantemente, em todos os conhecimentos. O autor ressalta que daí decorre a necessidade de destacar, em qualquer educação, as grandes interrogações sobre as possibilidades de conhecer. Portanto, pôr em prática essas interrogações constitui o oxigênio de qualquer proposta de conhecimento.

Embora as ciências tenham trazido à humanidade verdades absolutas e, por acreditar-se nelas adquire-se inúmeras certezas, ao longo do século XX ficou claro que as ciências têm também suas zonas de incertezas. Assim, para o autor “a educação deveria incluir o ensino das incertezas que surgiram nas ciências físicas (microfísicas, termodinâmica, cosmologia), nas ciências da evolução biológica e nas ciências históricas” (MORIN, 2000, p.16).

Encontra-se consonância entre as ideias de Morin (2000) e a proposta de trabalho contida nas atividades das aulas de RE, em que os estudantes deparam-se com situações nas quais precisam formular hipóteses, pesquisar, explorar ideias que os levem a discutir e colocar em prática sua maneira de pensar e avaliar resultados, além de construir argumentos que convençam. Em alguns casos, podem ter de depurar o projeto em função dos resultados encontrados, o que permite deixar de pensar no correto e no errado e

começar a pensar em resolver situações-problema, tornando o erro um revisor de ideias e não um objeto de intimidação e frustração. Isso se relaciona aos pilares de Jacques Delors, em que o ato de aprender a conhecer indica o interesse, a abertura para o conhecimento, que verdadeiramente liberta da ignorância e, também, ao aprender a fazer que mostra a coragem de executar, de correr riscos, de errar mesmo na busca de acertar.

Ainda nesse sentido, Morin (2000) alerta para a necessidade de a escola ensinar a compreensão, estudando a incompreensão a partir de suas raízes, suas modalidades e seus efeitos. O autor acredita que este estudo é tanto mais necessário porque enfocaria não os sintomas, mas as causas do racismo, da xenofobia, do desprezo. Dessa forma, constituiria, ao mesmo tempo, uma das bases mais seguras da educação para a paz, à qual se está ligado neste estudo, por essência e vocação.

O saber relacionado ao ensinar a compreensão vem ao encontro do **Aprender a conviver** proposto por Delors (2012), que diz que aprender a conviver desenvolve-se na compreensão do outro e na percepção de que os seres humanos dependem uns dos outros. Para o autor, o “saber conviver” é um dos maiores desafios da educação, já que a maior parte da história da humanidade é marcada por guerras e conflitos decorrentes da tradição de se administrar conflitos por meio da violência. Desse modo, cabe à escola, em vez de alimentar a competição entre os estudantes, promover a cooperação, dando aos alunos a oportunidade de estabelecer relações uns com os outros, numa dinâmica que contempla a disposição para trabalhar eficazmente com outras pessoas, desenvolvendo, assim, a capacidade de prontidão para oferecer espontaneamente ajuda aos demais, sem tirar proveito da situação. A proposta do trabalho em equipe nas aulas de RE tem por objetivo auxiliar o aluno a desenvolver em si a capacidade de respeitar os diversos pontos de vista, de forma que os conflitos possam ser administrados pela valorização dos vínculos de amizade, afetividade e respeito pelas diferenças. Para potencializar a construção de relações permeadas pela cooperação, compreensão, ajuda mútua e respeito às diferenças de opinião entre os membros do grupo, são lançados desafios para a solução que envolvam, de alguma forma, todos os membros deste grupo, na busca de solução para a situação-problema. Percebeu-se que alguns estudantes precisavam desvencilhar-se do egocentrismo e da falta de humildade para aceitar a ajuda dos colegas. Portanto, este exercício mostrou-se eficaz no movimento dos membros do grupo em busca do aprender a conviver.

Finalmente, Morin (2000) nos traz o saber relacionado à **ética do gênero humano**. De acordo com o autor, a ética não deveria ser ensinada por meio de lições de moral, pois

acredita que ela deva se formar nas mentes com base na consciência de que o humano é, ao mesmo tempo, indivíduo, parte da sociedade, parte da espécie. Assim, carrega-se em si esta tripla realidade. Entretanto, é preciso ter em mente que os problemas da moral e da ética diferem de acordo com a cultura e a natureza humana. Em relação ao papel da educação, ele considera que não se deve modificar o programa, tampouco destruir as disciplinas, mas integrá-las em uma Ciência da Terra, como, por exemplo, a Sismologia, em que tudo deve estar integrado para permitir a mudança de pensamento, uma espécie de começo de civilização da Terra.

As aulas de RE têm sua metodologia amparada pelos pilares de Delors (2012), de modo que um deles é o aprender a conviver, que envolve duas vias complementares: descobrir o outro e participar de projetos comuns. A primeira via envolve educar para a diversidade da espécie humana, bem como para suas semelhanças. Passa pela descoberta de si, pois somente conhecendo a si próprio pode um ser humano colocar-se no lugar do outro e buscar compreender suas atitudes. Dessa forma, o estudante desenvolve a compreensão do outro e a percepção de que os seres humanos dependem uns dos outros, o que oportuniza o desenvolvimento de sua sensibilidade, sentido ético e estético, responsabilidade pessoal e o pensamento autônomo.

Serão apresentados a seguir, na Figura 04, os Sete Saberes propostos por Edgar Morin (2000).

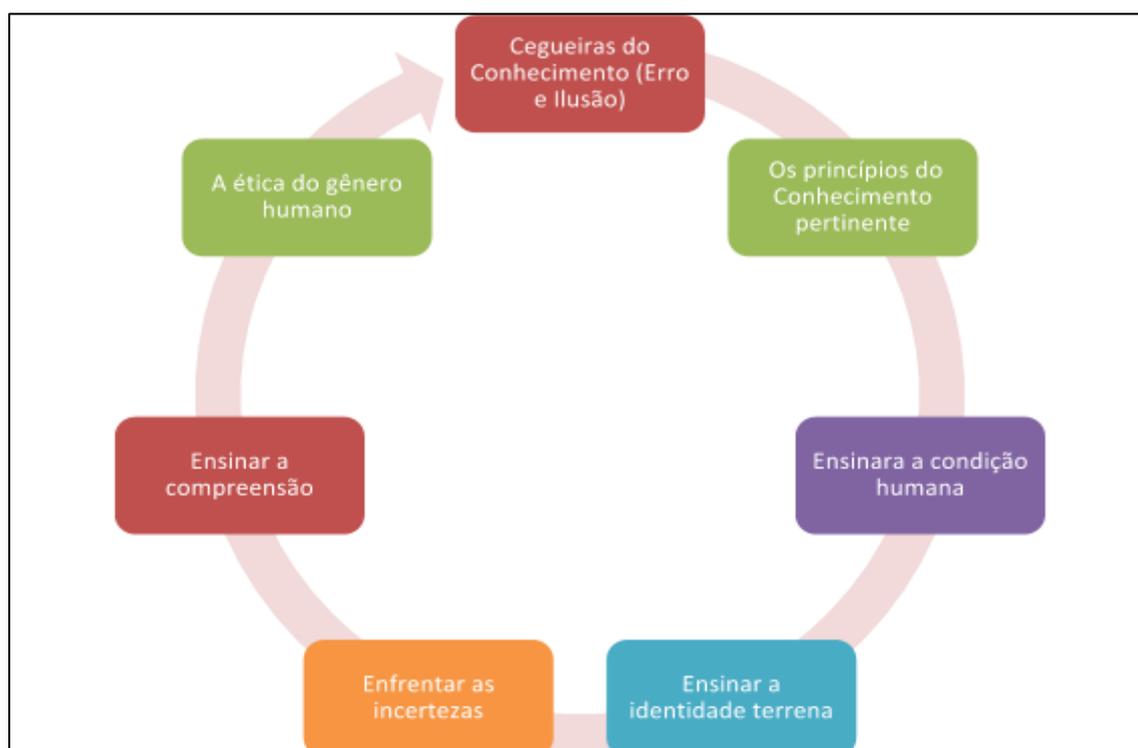


FIGURA 04 – Os Sete Saberes de Edgar Morin  
 FONTE: elaborado pelo autora<sup>7</sup>

Com base no exposto anteriormente, é possível reconhecer uma sintonia entre as ideias de Edgar Morin e Jacques Delors, em especial às cegueiras do conhecimento, os princípios do conhecimento pertinente e o enfrentar as incertezas em relação ao aprender a conhecer e aprender a fazer, de Delors. O ensinar a condição humana, ensinar a compreensão, a identidade terrena e a ética do gênero humano podem ser relacionados com o aprender a ser e aprender a conviver, de Delors.

De acordo com o Relatório de Delors (2012), a educação deve ser organizada com base em quatro princípios, também chamados de pilares da educação ou pilares do conhecimento. Estes quatro pilares são conceitos de fundamento da educação baseados no Relatório para a UNESCO, da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI, coordenada por Jacques Delors. Abaixo, na Figura 05, tem-se um esboço dos quatro pilares da educação propostos por Delors.



FIGURA 05 – Os Quatro pilares da educação  
 FONTE: retirado de

[http://grupobapresentacao.wikispaces.com/file/view/puc\\_rio.jpg/148014573/764x467/puc\\_rio.jpg](http://grupobapresentacao.wikispaces.com/file/view/puc_rio.jpg/148014573/764x467/puc_rio.jpg)

Ao comparar as ideias propostas por Delors e Morin, encontra-se similaridade por ambos provocarem desconforto na prática pedagógica vigente, a partir de uma reflexão

<sup>7</sup> Esta imagem foi elaborada pela autora a partir de informações retiradas da Revista online: *ReConstruir*. Ano 11, nº 90, março de 2012 - A revista do educador.

a respeito de uma proposta de ensino-aprendizagem voltada para o desenvolvimento integral do aluno – visto que ele não faz parte somente do universo escolar e não deve ser “moldado” a aprender por aprender, mas, sim, desenvolver habilidades e competências que o estruturam através do desenvolvimento da sua autonomia e desenvolvimento integral.

### **3.3 Competências e domínios cognitivos**

A teoria de Philippe Perrenoud (1999) contempla o desenvolvimento de competências, numa visão de que cada aprendizado deve ter como objetivo preparar os alunos para etapas subsequentes do currículo escolar, tornando-os capazes de mobilizar suas aquisições escolares fora do ambiente da sala de aula, unicamente, tornando qualquer espaço um ambiente pedagógico. Perrenoud (2000) propõe diretrizes norteadoras para a implantação do processo de ensino e aprendizagem por competências.

O autor acrescenta, também, a necessidade de o professor refletir continuamente sobre seus próprios processos e rever seus modos de aprender/construir suas experiências, a fim de que possa desenvolver competências em seus alunos. Segundo ele, quando o professor passa a refletir sobre a sua vivência enquanto aluno, essa reflexão o impede de reproduzir o mesmo caminho trilhado, cheio de antigas práticas aprisionantes pelas quais passou durante a sua vida escolar. Ainda de acordo com o estudioso, devemos oferecer aos alunos oportunidades mais direcionadas a questões essenciais para desenvolverem suas competências, sendo que o exercício destas exige um alto nível de elaboração mental. Nesse sentido, devem ser criadas situações-problema que proporcionem uma verdadeira aprendizagem, não a mera reprodução de conteúdos (PERRENOUD, 2000).

Para Feitosa (2013), Perrenoud propõe a individualização e a diversificação dos percursos de formação, de modo que a criança se torne o centro da ação pedagógica e possa desenvolver competências que a eduquem para a cidadania. Dessa forma, a questão é poder ajudar o aluno a utilizar seu potencial, construir sua autonomia e desenvolver a auto-regulação de suas ações por meio de uma atitude interdependente, cooperativa, consciente e afetiva. De acordo com os PCN's (2000), o desenvolvimento da autonomia do sujeito pode ser contemplado através do uso de metodologias que sejam capazes de priorizar a construção de estratégias de verificação e comprovação de hipóteses na construção do

conhecimento, possibilitando que ele elabore uma argumentação e seja capaz de controlar os resultados desse processo, e que, também, possa desenvolver o espírito crítico, favorecendo a criatividade, a compreensão dos limites e alcances lógicos das explicações das propostas. A proposta trazida é de que esta seja vista como busca de um ensino de qualidade capaz de formar cidadãos que interfiram criticamente na realidade para, enfim, transformá-la, e não apenas para que se integrem ao mercado de trabalho.

Nesta busca por um ensino de qualidade, a UNESCO apresenta orientações que constam do relatório da Reunião Internacional sobre Educação para o Século XXI (BRASIL. CNE/CEB, 2011) e apontam quatro grandes necessidades de aprendizagem dos cidadãos do próximo milênio, às quais a educação deve responder. São elas: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser, considerando, é claro, que nenhuma delas deva ser negligenciada. Nesse sentido, diante do desafio que representam essas aprendizagens, pode-se perceber uma revalorização das teorias que destacam a importância dos afetos e da criatividade no ato de aprender. Sabe-se que na educação tradicional o desenvolvimento do aspecto cognitivo é focado de forma única e estanque. Portanto, pode-se dizer que a “integração das cognições com as demais dimensões da personalidade é o desafio que as tarefas de vida na sociedade da informação e do conhecimento estão (re)pondo à educação e à escola” (PCNs, 2000, p.59).

Tendo este desafio como ponto de partida, buscou-se um respaldo teórico que pudesse nortear o planejamento das ações pedagógicas a serem realizadas com os alunos pesquisados. Dessa forma, as intervenções técnico-pedagógicas foram propostas com o intuito de promover o desenvolvimento de habilidades e competências não apenas relativas ao aspecto cognitivo, mas também aos aspectos afetivos e psicomotores. Enquanto psicopedagoga, a pesquisadora considera importante que o professor tenha a percepção do quanto estes três aspectos estão imbricados, bem como sobre a influência que exercem uns nos outros na construção do conhecimento do aluno, durante o processo de ensino-aprendizagem.

Com o intuito de mostrar de que forma o professor pode vir a ter uma melhor compreensão sobre a relação entre estes três aspectos e o conhecimento, apresenta-se a seguir o trabalho desenvolvido por Benjamin Bloom (1956) e seus colegas, que mostra uma divisão de objetivos educacionais dentro de uma proposta de aprendizagem em três grandes domínios (a saber: cognitivo, afetivo e psicomotor), de acordo com o esquema abaixo (Figura 06). A compreensão sobre a Taxonomia de Bloom (FERRAZ e BELHOT,

2010) nos três domínios, feita numa organização nos níveis educacionais em ordem de complexidade e a Taxonomia de Bloom revisada para o contexto do século XXI (ANDERSON e KRATHWOHL, 2001), abre portas para o planejamento de ações pedagógicas que possibilitem uma exploração mais adequada ao desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos.

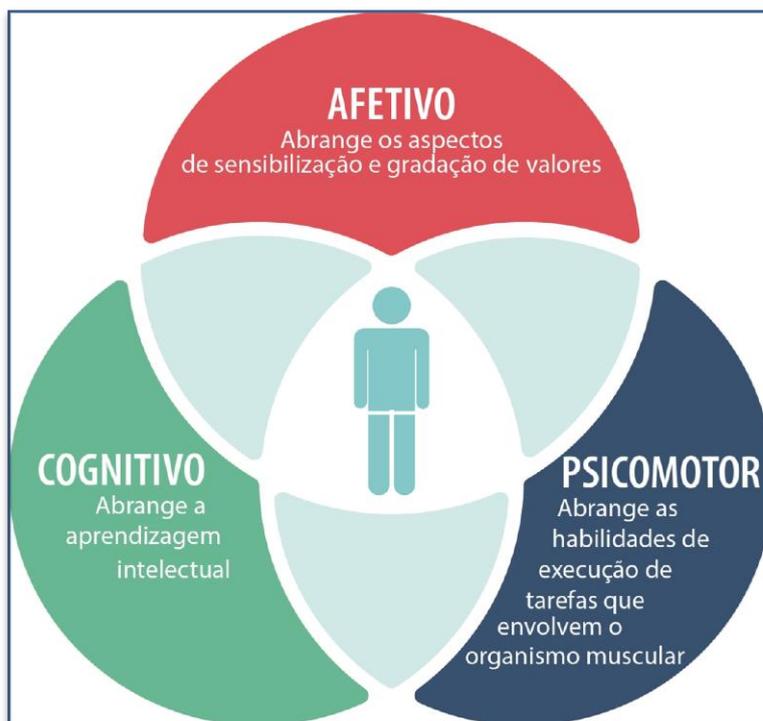


FIGURA 06 – Taxonomia de Bloom em três domínios

FONTE: elaborada pela autora<sup>8</sup>

No ano de 1956, um psicólogo educacional chamado Benjamin Bloom desenvolveu a sua taxonomia de objetivos educacionais, que se converteu em ferramenta chave para estruturar e compreender o processo de aprendizagem, partindo da proposta de que este se encaixasse em um dos três domínios a seguir: cognitivo, afetivo ou psicomotor. No domínio cognitivo, encontram-se o processamento de informações, o conhecimento e as habilidades mentais; no domínio afetivo, as atitudes e sentimentos; e no domínio psicomotor, as atividades manipulativas (envolvem o manuseio de objetos), manuais ou físicas. A taxonomia de Bloom examina com um olhar diferenciado o domínio cognitivo,

<sup>8</sup> Inspirada em figura disponível em: <http://penta2.ufrgs.br/edu/bloom/teobloom.htm> . Acesso em: 10 dez. 2014.

conforme aponta os estudos Lorin Anderson no ano de 2001. Este domínio categoriza e ordena habilidades de pensamento e objetivos. Sua Taxonomia segue o processo de ascendência do pensamento, parte das habilidades do pensamento inferior até atingir as habilidades do pensamento superior.

A classificação de Bloom é chamada de hierarquia, pois cada um dos níveis apresentados é mais complexo que o anterior, de acordo com a sua profundidade de aprendizado. Parte-se das habilidades de pensamentos de ordem inferior (LOTS, sigla em inglês), indo num contínuo ascendente até as habilidades de pensamento de ordem superior (HOTS, em inglês). Tem-se informação de que o terceiro domínio não foi terminado e que apenas o primeiro foi implementado em sua totalidade (FERRAZ e BELHOT, 2010).

A seguir serão apresentados os seis níveis do domínio cognitivo, que é considerado o mais usado, de acordo com a Taxonomia original de Bloom. Sobre as habilidades de pensamento de ordem superior, em destaque, o aspecto relacionado à Síntese, na Figura 07.

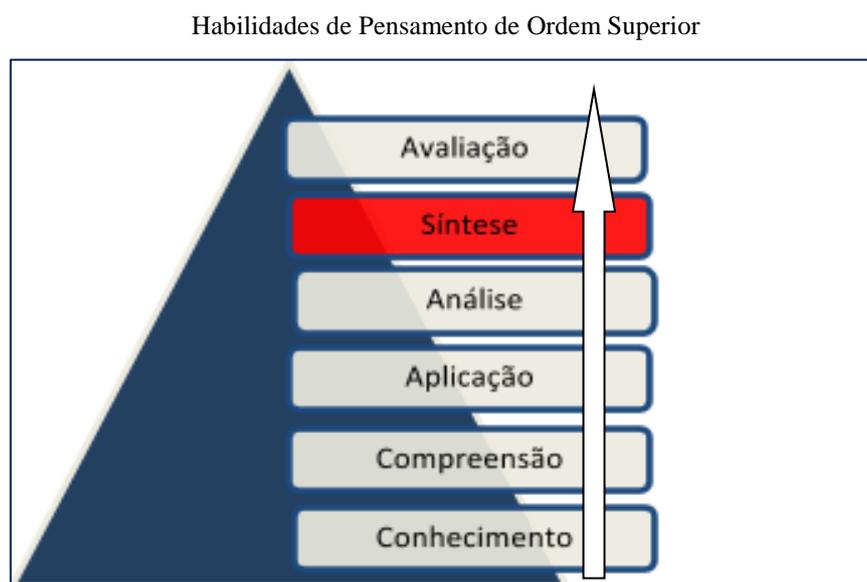


FIGURA 07 – Taxonomia de Bloom original

FONTE: adaptada de <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>

A Taxonomia de Bloom, apesar de ter sido extremamente utilizada nas três últimas décadas do século XX, principalmente pelas correntes instrucionistas educacionais e por políticas públicas utilitaristas, deu mostras do seu esgotamento ao não contemplar os novos domínios cognitivos da sociedade da informação (CHURCHES, 2009).

Nos anos 1990, um antigo aluno de Bloom, supracitado Lorin Anderson, revisou a

taxonomia de seu professor. A publicação da Taxonomia de Bloom revisada por Anderson ocorreu no ano de 2001. Um dos aspectos chave desta revisão refere-se ao uso de verbos no lugar de substantivos para cada categoria. Outro aspecto fundamental diz respeito à troca da sequência das categorias; a ordem ascendente, de inferior à superior, foi mantida.

Dessa forma, encontra-se no trabalho de Anderson e Krathwohl (2001) um esforço em visitar esta taxonomia dentro de um contexto atual, pertinente com a nova realidade, em que o conhecimento transformou-se na mola mestra do desenvolvimento econômico e social.

A seguir, na Figura 08, uma representação da Taxonomia de Bloom revisitada pelo olhar de Anderson e Krathwohl (2001). Em destaque, nas habilidades de pensamento de ordem superior, o aspecto relacionado à Criatividade:

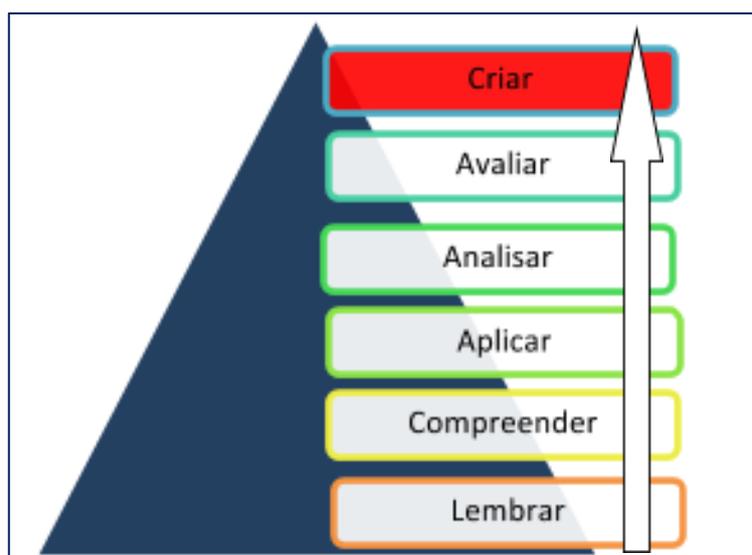


FIGURA 08 – Taxonomia de Bloom revisada por Anderson

FONTE: adaptada de <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>

Os seis níveis do domínio cognitivo podem ser mais bem detalhados e, numa releitura atual, compreendidos dentro do novo contexto das tecnologias de informação e comunicação. Partindo em ordem ascendente dos níveis do domínio cognitivo na Taxonomia de Bloom revisada, é possível descrever a relação dos níveis entre si, bem como a sua relação com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação, dentro das propostas apresentadas para a educação tecnológica, de acordo com

os PCNs. Serão utilizados os verbos-chave relacionados a cada um dos níveis, como habilidades a serem desenvolvidas.

Parte-se do domínio das habilidades do pensamento inferior relativo ao recordar, pois não se pode compreender um conceito do qual não se lembra; para isso, precisa-se ter a habilidade para reconhecer, listar, descrever, identificar, recuperar, denominar, localizar e encontrar. Na educação básica, visando o preparo do estudante para a educação tecnológica, é desejável que esse desenvolva a capacidade de descrever um objeto do seu envolvimento, a partir da observação direta, relacionar o objeto do seu uso diário com funções a que se destina e reconhecer os materiais de que são feitos os objetos.

Para que se possa entender um conceito, é preciso que se recorde este conceito. Uma pessoa consegue compreender quando desenvolve a habilidade de interpretar, resumir, inferir, parafrasear, classificar, comparar, explicar e exemplificar. No que se refere à educação tecnológica, quanto ao planejamento de sistemas técnicos, consta do CNEB que é desejável que o estudante possa desenvolver a competência de ler e interpretar esquemas gráficos elementares de montagens de objetos.

Um indivíduo só conseguirá aplicar determinado conceito se ele conseguir entender este conceito. Nesse sentido, assim ele terá desenvolvido a habilidade de implementar, desempenhar, usar e executar. Contudo, se não aplicar um conceito, não poderá analisar o resultado da sua eficácia ou ineficácia. Para realizar esta análise, precisará desenvolver a habilidade de comparar, organizar, desconstruir, atribuir, delinear, encontrar, estruturar, integrar informações. Sabe-se que a compreensão da realidade, e em particular da realidade técnica que rodeia a criança e o jovem, necessita de ferramentas conceituais para a sua análise e compreensão crítica, de modo que permita não apenas a construção do conhecimento, mas a formação de um posicionamento ético, alicerçado em valores e atitudes, desenvolvidas como processo na identidade do jovem.

Somente a partir de uma análise será possível avaliar a aplicação de um conceito. Para que alguém seja capaz de fazer uma avaliação, é importante que tenha desenvolvido a habilidade para revisar, formular hipóteses, criticar, experimentar, julgar, provar, detectar e monitorar. No nível superior das habilidades do pensamento, terá a capacidade de criar, que é vista como o ato de articular elementos para formar um todo coerente e funcional. Através do desenvolvimento da habilidade para desenhar, construir, planejar, produzir, idealizar, traçar, elaborar, o estudante poderá criar os seus próprios projetos. Portanto, o uso das TICs na educação desempenha um papel importante no que diz respeito ao

desenvolvimento das competências do estudante, ou seja, daquele que é o utilizador individual, aquele que sabe fazer, que usa a tecnologia no seu cotidiano, pois as atividades humanas visam criar, inventar, conceber, transformar, modificar, produzir, controlar e utilizar produtos e sistemas.

Cabe aqui destacar que Anderson e Krathwohl<sup>9</sup> consideraram a Criatividade de evolução superior dentro do domínio cognitivo. Os verbos anteriores descrevem muitas das atividades, ações, processos e objetivos que são realizados nas práticas diárias de sala de aula. Contudo, não atendem aos novos objetivos, processos e ações, com a devida emergência e integração das TICs, presentes nas vidas de professores e de estudantes, incrementando todas as atividades que são feitas. Em plena era da Cibercultura (Lévy, 1999), as TICs precisam ser integradas as ações cognitivas de forma mais ampla, a pesquisa de Churches (2009) buscou revisar a taxonomia para a era digital.

Na Figura 09, temos destacado ao centro o aspecto relacionado à Criatividade, que aparece no topo da hierarquia da Taxonomia de Bloom revisada por Anderson.

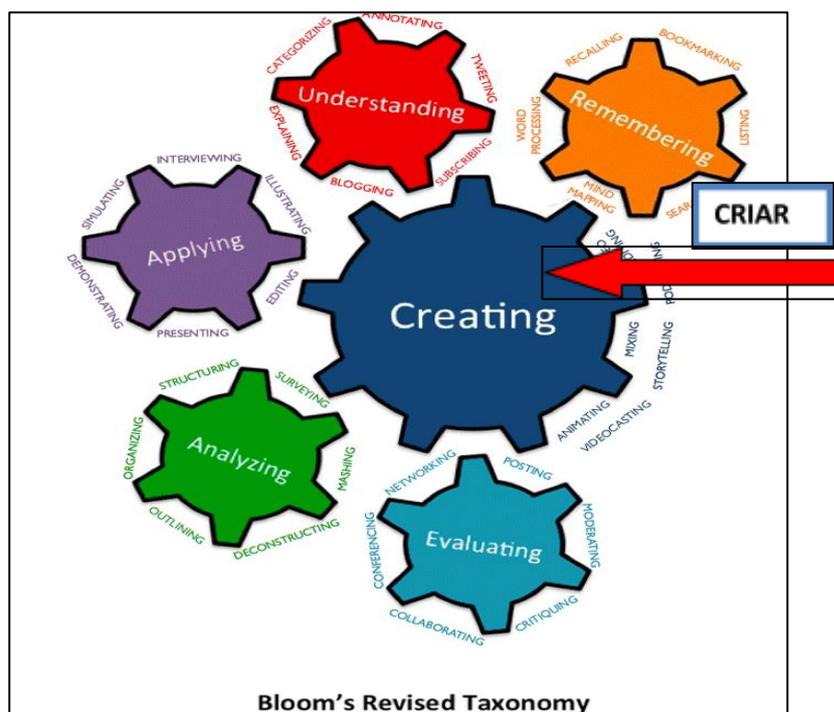


FIGURA 09 – Taxonomia de Bloom revisada para a era digital (CHURCHES, 2009)

FONTE: adaptado de <http://www.schrockguide.net/bloomin-apps.html>

Ao comparar a Taxonomia de Bloom original (Figura 07) com a Taxonomia de

<sup>9</sup> Um psicólogo educacional americano, estudou com Benjamim Bloom, foi co-autor da Taxonomia de Bloom e fez contribuições significativas para o campo da psicologia educacional (CHURCHES, 2009).

Bloom revisada por Anderson (Figura 08), pode-se observar que o topo da hierarquia refere-se à criatividade, nível em que se encontram os pensamentos de ordem superior e, ainda, pode-se perceber que ela ocupa o lugar que, anteriormente, pertencia à avaliação. Além disso, a síntese não aparece nesta nova disposição hierárquica.

Tomando-se outra figura (Figura 09), que nos traz uma representação da taxonomia de Bloom revisada, percebe-se que o ato de criar (concepção, construção, planejamento, produção, inventar, conceber, fazer) aparece em destaque ao centro, dando a ideia de uma engrenagem maior que movimenta as demais. Ressalta-se, aqui, que esta interpretação parte do olhar da pesquisadora com o propósito de relacionar esta representação da Teoria de Bloom revisada para a era digital com a proposta deste trabalho, pois ao destacar o último estágio – neste caso, a criação –, percebe-se plena aderência com o uso da Robótica Educacional em ambientes de ensino-aprendizagem. Assim, tem-se em vista o fato de que, ao montar os dispositivos robóticos, ao fazer as adaptações neles para solucionar os desafios propostos, ao pensar sobre as possíveis aplicações do seu projeto no cotidiano, o estudante precisa lançar mão não apenas do conhecimento tecnológico aprendido, mas de sua habilidade criativa. Feitosa (2013) esclarece que a aprendizagem se insere num contexto complexo em que a necessidade vai além da transmissão de conteúdos para o estudante, ou seja, o professor precisa apresentar a ele situações de aprendizagem que contemplem o desenvolvimento do seu potencial criativo. Nesse sentido, as atividades com a RE apresentam-se enquanto recurso possível de ser utilizado pelo professor para responder a essa demanda.

### **3.4 Tecnologia Educacional**

A expressão “Tecnologia na Educação” abrange a informática, mas não se restringe a ela. Inclui também o uso de televisão, vídeo, rádio e até mesmo cinema na promoção da educação. Embora seja lançada mão destes recursos tecnológicos, é preciso que se diga que uma sala de aula considerada desprovida destes, ou seja, “infopobre” (SILVA, 2010) para alguns, poderá ser uma sala tecnologicamente rica em outros recursos que, se bem aplicados, transformam-se em ferramentas importantes para tornar dinâmico e eficaz o processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, o quadro, o giz e o livro didático são tecnologias utilizadas na educação que, aliadas a uma metodologia bem estruturada, podem

transformar-se em uma eficaz ferramenta de ensino-aprendizagem.

Muitas vezes o professor se depara com estudantes que apresentam dificuldade no seu processo de aprendizagem. Diante disso, cabe a ele lançar mão dos recursos de que dispõe, de modo que possa contribuir para a solução deste problema. É interessante que se diga que, quando se cria uma solução para um problema, se constrói conhecimento e, se a solução se mostra eficaz para um número significativo de casos semelhantes, então se está diante de uma “tecnologia”. Neste caso, poder-se-ia dizer uma tecnologia da educação.

O conceito de tecnologia educacional é apresentado por Júnias Reis (2014) como sendo o conjunto de procedimentos, isto é, técnicas que visam “facilitar” os processos de ensino e aprendizagem com a utilização de meios (sejam instrumentais, simbólicos ou organizadores) e suas conseqüentes transformações culturais. Percebe-se que o autor fala em facilitação dos processos de ensino e aprendizagem, mas o que de fato ocorre em muitos casos é que o professor não se encontra preparado, tecnicamente, para a utilização destes meios, ou utiliza-os de forma equivocada, o que acarreta ainda mais dificuldade no processo de aprendizagem do estudante.

Sabe-se que, na verdade, um dos grandes desafios do mundo contemporâneo consiste em adaptar a educação à tecnologia moderna e aos atuais meios eletrônicos de comunicação. A partir disso, percebe-se que a formação continuada do docente (SILVA, 2010) é um dos pontos que merecem muita atenção, quando se refere ao uso das tecnologias na educação.

Diariamente, presenciam-se transformações provocadas pelos avanços tecnológicos, a criação de dispositivos que facilitam o deslocamento, aceleram as comunicações e realizam atividades que há tempos faziam parte apenas do mundo da ficção, tais como viagens espaciais e a invenção de robôs. A busca e o uso de novas tecnologias vieram, inicialmente, pela necessidade do ser humano substituir o trabalho braçal por uma força mecânica, como uma forma de agilizar e viabilizar suas tarefas diárias. Entretanto, com o passar do tempo, a complexidade das tarefas aumentou e, em consequência disso, surgiu a necessidade de criação de dispositivos mais eficazes. Neste caso, este estudo se refere aos dispositivos robóticos autônomos que passam a fazer parte da vida do homem, não apenas no que tange ao uso da força, mas, também, à precisão das ações dos robôs cirurgiões, a habilidade dos desarmadores de bomba, a eficiência dos robôs domésticos e de linhas de produção industrial, entre outros.

Dentro deste novo contexto social está inserida a escola, que sofre a influência

destes avanços tecnológicos, de modo que a maior parte dos estudantes que chega aos bancos escolares traz consigo uma nova forma de pensar e agir. Frente a esta realidade, é preciso que se tenha uma nova forma de pensar e agir também no que se refere à metodologia de ensino apresentada pela escola e utilizada pelo professor, ou seja, com tanta oferta de estímulos visuais, sonoros, táteis, que permitem às crianças e jovens interagirem com os objetos a sua volta, manipulando-os, desvendando-os. Assim, aprendendo sobre o seu funcionamento e aplicabilidade, não há como o processo de aprendizagem escolar tornar-se significativo e prazeroso se o professor, mesmo diante de todos estes recursos tecnológicos, não utilizar uma metodologia que desperte a curiosidade, a criatividade, o envolvimento dinâmico do aluno. Partindo desta reflexão, a proposta do uso da RE é a de apresentar uma ferramenta auxiliar no processo de ensino aprendizagem, com o intuito de torná-lo mais atrativo e eficaz, utilizando-se, para tanto, de aulas práticas em ambiente de aprendizagem colaborativa e experimental, o que possibilita o ensino de conceitos tecnológicos através da construção e experimentação de dispositivos robóticos autônomos, que executam tarefas orientadas via programação. Além do aprendizado destes conceitos, o aluno terá a possibilidade de aprender conceitos de física e matemática, ao mesmo tempo em que é estimulado a desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe e a resolver os desafios propostos durante o trabalho de montagem e programação, de forma contextualizada com os conteúdos de sala de aula relacionados com o seu cotidiano.

De acordo com João D'Abreu (1999), o ambiente de aprendizagem, denominado Robótica Pedagógica, é baseado no uso de dispositivos robóticos automatizados, utilizando a combinação de uma linguagem de programação Logo com as peças de encaixe LEGO®, dando origem ao LEGO-Logo, que será melhor apresentado no capítulo 4, item 4.1.3. Esta ferramenta foi usada em sala de aula, com o intuito de promover a interação entre os alunos e os professores através da montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos. Para o estudioso, desenvolver atividades no ambiente LEGO-Logo propicia o brincar como uma forma de aprender. De maneira contextualizada e interdisciplinar, podem ser trabalhados, por exemplo, conceitos do ensino fundamental e médio, tais como educação artística, geometria, ciências, física, matemática, português, programação e informática.

Para Morin (2000), o conhecimento das informações ou dos dados isolados é insuficiente, de modo que é necessário situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido. O autor refere-se a Claude Bastien (1992, apud MORIN, 2000),

o qual diz que a evolução cognitiva não caminha para o estabelecimento de conhecimentos cada vez mais abstratos, mas, ao contrário, para sua contextualização, que determina as condições de sua inserção e os limites de sua validade. Sendo que, a contextualização seria a condição essencial para a eficácia do funcionamento cognitivo. Percebe-se, então, que há uma necessidade da escola em adaptar-se a essa nova realidade, em que as mudanças tecnológicas criam ambientes de aprendizagem, de possibilidades a serem exploradas de forma contextualizada e produtiva.

Para D'Abreu (1999), o ambiente LEGO-Logo tem fornecido inúmeras oportunidades de aprendizado, à medida que a atividade de montagem e controle de dispositivos propicia a construção de conhecimento em diversas áreas. Deste modo, pode-se perceber que a interdisciplinaridade é contemplada durante as atividades propostas nas aulas de RE. Entretanto, além da interdisciplinaridade, vê-se a possibilidade de contextualização entre as montagens propostas e o cotidiano do aluno, bem como entre os conteúdos do livro didático. Nesse sentido, torna-se perceptível que o processo de ensino-aprendizagem tende a tornar-se mais significativo e conseqüentemente, com grande possibilidade de eficácia.

De acordo com as ideias de Raquel Cunha (1999), disponíveis em seus estudos a respeito de David Ausubel, dar prioridade aos conteúdos não seria o papel mais importante da escola, mas, sim, proporcionar aos alunos a realização de uma aprendizagem significativa. A autora considera que os possíveis efeitos das experiências educacionais escolares sobre o desenvolvimento pessoal do aluno estão igualmente condicionados, em grande parte, pelos conhecimentos prévios pertinentes com os quais inicia a sua participação nessas experiências. Contudo, vale ressaltar que estes conhecimentos vêm do seu cotidiano, ou seja, da sua realidade.

Na teoria de Ausubel (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1976), a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem repetitiva, aponta uma teoria da aprendizagem escolar que considera como o vínculo entre, por um lado, o novo material de aprendizagem apresentado pelo professor e, por outro, os conhecimentos prévios do aluno trazidos pela sua vivência cotidiana.

Para Cunha (1999), a Teoria de Ausubel prioriza a Aprendizagem Cognitiva, resultante da integração entre um conteúdo aprendido de uma forma mental ordenada, chamada de "ponto de ancoragem", em que as novas informações irão encontrar um modo

de se integrar àquilo que o indivíduo já conhece num processo que dará origem a uma aprendizagem significativa.

Entretanto, Cunha (1999) chama a atenção no que diz respeito à ocorrência da Aprendizagem Mecânica, a qual Ausubel considera como sendo aquela que não encontra muita informação prévia na Estrutura Cognitiva do aluno. Portanto, o novo conhecimento não encontra um ponto de ancoragem para estabelecer a relação, vindo a instalar-se de forma arbitrária na estrutura cognitiva do aluno.

Para compreender melhor os processos relacionados ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes, em especial, dos adolescentes e adultos envolvidos na educação tecnológica, foi estruturado um capítulo específico para uma rápida revisão dos tópicos relacionados a presente pesquisa.

## **4 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO**

### **4.1 Construtivismo e construcionismo**

#### **4.1.1 Jean Piaget: Construtivismo, desenvolvimento da inteligência**

Jean Piaget (1976), ao desenvolver seus estudos referentes à Epistemologia Genética, voltou-se à busca da compreensão acerca de como o ser humano pensa, como desenvolve a sua inteligência e como aprende, pois considerava que, para ensinar-se algo a alguém, era necessário que se tivesse uma ideia sobre como este alguém aprende. Por vezes foi acusado de colocar demasiada ênfase nos objetos de aprendizagem, mas ressaltou que sua ênfase era, na verdade, relativa à ação dos sujeitos sobre esses objetos. Partindo desta visão, os estudos de Piaget revelaram a elaboração, pelo sujeito, de uma forma de pensamento, que ele denominou pensamento das operações concretas. Contudo, o estudioso alerta que “esse concreto não pode ser confundido com a realidade objetiva, do mundo das coisas e objetos materiais, como uma caneta ou um livro” (FEITOSA, 2013, p.102). Ou seja, o pensamento concreto a que Piaget se referiu era o pensamento “sobre” o concreto.

O construtivismo referente ao desenvolvimento da inteligência de Jean Piaget (PIAGET, INHELDER, 1976) propõe a participação do aluno ativamente no próprio aprendizado, mediante a experimentação, a pesquisa em grupo, o estímulo à dúvida e ao desenvolvimento do raciocínio, entre outros procedimentos. O indivíduo, a partir de sua ação, estabelece as propriedades dos objetos e constrói as características do mundo (FEITOSA, 2013). A teoria de Piaget, portanto, tem como base a ideia da prática, de fazer por si só, pois assim o aluno interage com a matemática, por exemplo, estudando-a de maneira real e em oposição à abstração tão usada na sala de aula.

#### **4.1.2 Reuven Feuerstein: Experiência de Aprendizagem Mediada**

Na experiência de aprendizagem proposta por Reuven Feuerstein, a mediação é um tipo especial de interação entre quem ensina e quem aprende, na qual o mediador interpõe e seleciona os estímulos externos, atuando como um facilitador da aprendizagem (FEITOSA, 2013).

Feuerstein, entre 1950 e 1955, estudou na universidade de Genebra, sob orientação de Andrey Rey e Jean Piaget, e compartilhou alguns pontos da sua teoria com os estudos

de Vygotsky, no início dos seus trabalhos em Israel, no ano de 1958. Feuerstein partiu da necessidade de integrar jovens, adolescentes, crianças e adultos que chegaram como imigrantes de vários países europeus e também do Oriente Médio, e manifestavam grandes dificuldades em aprender. Na interação de Feuerstein com estes indivíduos, ele sentiu que existia um potencial interno que, por motivos vários, não se manifestavam exteriormente. Portanto, indagou-se na época por que certas pessoas que têm bom potencial de aprendizagem ou bom funcionamento mental não conseguem converter esse potencial num funcionamento exteriorizado e perceptivo.

Essas pesquisas (GOMES, 2002) levaram o Dr. Feuerstein e seus colaboradores a desenvolverem a Teoria da Modificabilidade Cognitiva Estrutural (MCE) e Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM). Na primeira, descreve-se a capacidade que o organismo humano possui de mudar a estrutura do seu funcionamento, considerando a inteligência como um processo dinâmico de autorregulação capaz de dar respostas aos estímulos ambientais. A EAM, por sua vez, é um modo de interação ativa entre as pessoas e as diversas fontes de estimulação.

A teoria da MCE é baseada em cinco axiomas: todos os seres humanos são modificáveis; uma criança específica que esteja sendo educada pode ser ajudada a modificar-se; o próprio educador é um mediador capaz de, efetivamente, ajudar a criança; o educador modificável; a sociedade e a opinião pública, nas quais o educador está inserido, podem ser modificados por ele (FEITOSA, 2013).

De acordo com essa teoria, toda pessoa é capaz de elevar seu potencial de inteligência, independentemente da idade, de qualquer problema que possa ter em algum momento da vida ou do nível de resistência inicial a aprender, ou seja, seres humanos são modificáveis. Para entender a condição da modificabilidade humana, vários fatores (distais e proximais) ou variáveis determinantes do desenvolvimento cognitivo do ser humano precisam ser analisados.

A modificabilidade pode ser considerada como uma substituta da noção clássica de inteligência humana. Nesse sentido, para Feuerstein, uma pessoa inteligente é aquela que é mais facilmente modificável. O autor alerta que, em maior ou menor grau, todos os indivíduos são modificáveis e todos são inteligentes, desde que estejam motivados. Essa modificabilidade ocorre em função de uma necessidade, de uma motivação e de uma mediação disponível (FEITOSA, 2013).

Dessa forma, aprender é mudar. Aprender é adquirir conhecimento, contudo,

segundo Feuerstein (GOMES, 2002), tal afirmação não está correta. Para ele, adquirir conhecimento é consequência da aprendizagem. Aprender é um processo no qual ocorre uma modificação da estrutura mental do indivíduo, sendo esta um repertório de funções adquiridas ao longo da vida. Assim, se as várias funções que o ser humano possui fossem colocadas dentro de um repertório, seria possível dizer que esse conjunto é uma estrutura mental.

#### 4.1.3 Seymour Papert: Aprender fazendo

Seymour Papert foi colega de Piaget no final dos anos 1950 e início dos 1960. Ele estava convencido da teoria piagetiana do construtivismo, mas queria estender a teoria do conhecimento aos campos da teoria da aprendizagem e da educação. Papert queria, de fato, criar um ambiente de aprendizagem que fosse mais conducente às teorias de Piaget, pois percebia os ambientes escolares convencionais como demasiado estéreis, passivos e dominados pelo ensino. Tais ambientes não permitiam que as crianças fossem as construtoras ativas que ele sabia que eram. Papert (2008) chamou sua teoria de *construcionismo*. Essa teoria incluía tudo que estava associado ao construtivismo de Piaget, mas ia além dele, afirmando que a aprendizagem construtivista acontece especialmente bem quando as pessoas estão engajadas na construção de um produto, algo externo a elas, como um castelo de areia, uma máquina, um programa de computação ou um livro.

Uma vez que o construcionismo incorpora e expande a teoria construtivista de Piaget, dois tipos de construção estão, na verdade, ocorrendo, uma reforçando a outra. Quando as pessoas constroem coisas no mundo exterior, elas simultaneamente constroem teorias e conhecimentos na mente. Esses novos conhecimentos lhes permitem construir coisas ainda mais sofisticadas no mundo exterior, o que produz ainda mais conhecimento, e assim por diante, num ciclo que se autorreforça. Portanto, as ideias construtivistas de Piaget influenciaram o Construcionismo de Papert e, para explicar este, o teórico fazia referência a um provérbio africano, que diz: “se um homem tem fome, poderás dar-lhe um peixe, mas no dia seguinte terá fome novamente. Se lhe deres uma vara de pesca e lhe ensinares a pescar, ele nunca mais terá fome.” Pode-se afirmar que a atitude de “dar o peixe” assemelha-se a atitude instrucionista de “dar conhecimento”. No entanto, essa será uma solução que durará por um curto prazo.

O construcionismo propõe que sejam fornecidas as ferramentas necessárias para que os alunos possam descobrir e explorar o conhecimento. Essas ferramentas, segundo Papert (2008), são os computadores. De acordo com sua teoria, o processo de aprendizagem ocorre por meio da realização de uma ação concreta que resulta em um produto palpável, que possua um significado pessoal para o aprendiz. Nesse sentido, ele postula o conceito de que se aprende melhor fazendo.

Nos anos 1970, Papert (2008) e seus colaboradores conceberam uma linguagem de programação chamada Logo, que permitiu às crianças usarem Matemática como material de construção para criar figuras, animações, músicas, jogos, simulações (entre outras coisas) no computador. Posteriormente, em meados da década de 1980, integrantes de sua equipe do MIT desenvolveram o Logo LEGO TC, que combinava a linguagem de computação com os conhecidos brinquedos LEGO de construção. O LEGO LOGO TC permitia às crianças controlar suas estruturas LEGO, criando programas no computador.

Foi a partir de experiências repetidas, vendo as crianças usarem esses tipos de materiais, não apenas para aprenderem a respeito de Matemática e projeto, mas para tornarem-se, de fato, matemáticos e projetistas, que Papert concluiu: “uma aprendizagem melhor não virá se encontrarmos melhores formas de o professor ensinar, mas se dermos aos alunos melhores oportunidades de construir” (FEITOSA, 2003, p. 11).

#### **4.2 Benefícios da Robótica Educacional**

Dentre os benefícios possíveis graças ao uso da robótica educacional em um ambiente de ensino-aprendizagem, pode-se citar o favorecimento da interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem, matemática, física, eletricidade, eletrônica, mecânica, arquitetura, ciências, história, geografia, artes, etc., através do trabalho, na prática, com os alunos, e dos conceitos teóricos ensinados nestas disciplinas.

Além disso, pode-se favorecer o desenvolvimento dos aspectos ligados ao planejamento e organização de projetos (montagens dos robôs), promovendo conjuntamente o estudo e a análise de máquinas e mecanismos existentes no cotidiano do aluno, simulando seu funcionamento através da experimentação. O estímulo da criatividade pode ser contemplado ao propor aos alunos o uso de material reciclado na confecção de maquetes e, também, para incrementar a montagem dos robôs. No processo

de montagem e programação, o aluno estará desenvolvendo a capacidade de raciocínio lógico.

Percebe-se, então, que o uso da RE poderá ser um importante aliado para o enriquecimento do ambiente de aprendizagem escolar. A seguir, as figuras 10, 11 e 12 apresentam os dez motivos, descritos por Isaias Santos (2013), com o intuito de mostrar aos pais a importância desta ferramenta na aprendizagem dos filhos.



FIGURA 10- Imagens ilustrando a importância do uso da RE

Fonte: Elaborada pela Autora



FIGURA 11- Imagens ilustrando a importância do uso da RE

Fonte: Elaborada pela Autora



FIGURA 12- Imagens ilustrando a importância do uso da RE

Fonte: Elaborada pela Autora

A partir dos estudos de outros autores (GEBRAN, 2009; ZILLI, 2004; ORTOLAN, 2003), pode-se ter uma ideia das diversas áreas que são desenvolvidas em uma aula de RE. Percebeu-se que, além da cognição, os aspectos motores, de relacionamentos intra e interpessoais, bem como, a criatividade, a imaginação e a reflexão foram trabalhados, e isso possibilitou o desenvolvimento biopsicossocial do aluno, através da proposta de atividades práticas, dinâmicas, desafiadoras e contextualizadas com o seu cotidiano.

### 4.3 Metodologia LEGO®

A metodologia ZOOM Education utilizada no Brasil é aplicada por diversos educadores de instituições de Ensino Básico, Técnico e Superior, além de ser utilizada por especialistas de áreas diversas, que têm por objetivo comum adequar a potencialidade tecnológica e pedagógica da robótica educativa ao contexto nacional.

Durante o período de realização desta pesquisa, a autora fez parte da equipe de

trabalho da LEGO ZOOM Education no Brasil, atuando no estado do Rio Grande do Sul, na função de gestora do Polo Pelotas. Sendo que, o trabalho com a RE teve início no ano de 2005, em uma escola da rede privada na cidade de Bagé-RS, em que atuou como Educadora Líder LEGO responsável pelo Laboratório de Educação Tecnológica – Robótica. Neste laboratório, eram realizadas aulas de Educação Tecnológica com os alunos do primeiro ao quinto ano do Ensino Fundamental I, e de Robótica Educacional com os alunos do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental II. Esta experiência foi alvo de pesquisa para a elaboração da monografia da especialização em Ciência, Educação e Tecnologia na Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé-RS, cursada pela autora da presente pesquisa. Enquanto Pedagoga e Psicopedagoga Clínica e Institucional despertou-lhe grande interesse a possibilidade de apresentar aos professores o uso de uma nova metodologia de trabalho com os estudantes, a qual foi criada com o propósito de inovar o modelo tradicional de ensino no Brasil. A proposta de integrar a educação tecnológica, a robótica, o aprender fazendo e a relação com os conteúdos curriculares propostos nos PCNs – o que é previsto no uso da metodologia da LEGO ZOOM Education – trouxe uma nova forma de trabalho, que pode ser utilizada como uma ferramenta eficaz no processo de aprendizagem dos alunos.

Em relação ao trabalho com a formação de professores, percebeu-se nos relatos de experiências de sala de aula o quanto a metodologia auxilia neste processo. Tais percepções foram obtidas também, pela experiência pessoal e profissional vivenciada durante a realização das aulas de RE, no período de seis anos de trabalho direto com os estudantes no laboratório de Educação Tecnológica – Robótica. O uso de experimentos concretos proporcionava a eles uma melhor compreensão dos conteúdos abordados no livro didático, bem como a possibilidade de fazer relações com o seu cotidiano, facilitando, dessa forma, uma apreensão de conceitos contidos no funcionamento e aplicação dos projetos montados. Além disso, alunos que eram considerados com dificuldade de concentração e atenção, apresentavam um desempenho bastante satisfatório durante as atividades práticas de montagem dos dispositivos robóticos e relativas ao relacionamento interpessoal com os colegas de grupo. Outra questão refere-se à utilização das atividades nas aulas de RE como instrumento de avaliação global do estudante, pois a proposta permite não apenas que ele construa o conhecimento acerca do uso de uma nova tecnologia, mas, também, que incorpore diversas habilidades e capacidades pessoais.

De acordo com Feitosa (2003), uma vez mais, é importante ressaltar que a

“ciência cognitiva e a psicologia da aprendizagem nos têm mostrado que o processo mediante o qual conhecimentos se constroem e competências se desenvolvem é o método da aprendizagem ativa, interativa e colaborativa em que se aprende fazendo” (FEITOSA, 2003, p.87).

Para o autor, deve-se ter uma ideia clara a respeito da utilidade de teorias de aprendizagem na solução de problemas de ensino. Pois, os princípios destas não podem ser aplicados a todo o tipo de atividade educacional, nem mesmo podem ser considerados como uma fórmula mágica para a solução de todos os problemas de ensino.

Partindo destas considerações, o modelo de Educação Tecnológica da Zoom (ZOOM, 2015) foi feito a partir do estudo e reflexão sobre diversos suportes teóricos, tais como: Jacques Delors (2013) [Os quatros pilares da educação]; Jean Piaget (2013) [Construtivismo, desenvolvimento da inteligência]; Reuven Feuerstein [A experiência da aprendizagem mediada - EAM] (apud GOMES, 2002); Seymour Papert (2013) [Aprender fazendo], que foram combinados entre si e com outros autores, como Albert Bandura [Condições para aprendizagem de atitudes e de habilidades intelectuais] (apud ZOOM, 2015), Cristina Dias Allessandrini [Desenvolvimento de competências] (apud ZOOM, 2015), Lino de Macedo [Resolução de situações-problema, Avaliação formativa, Desenvolvimento de competência, Aprendizagem escolar] (apud ZOOM, 2015), Sylvio B. Cruz et alii [Ensino/avaliação de qualidades pessoa, Uso de jogos no ensino de qualidades pessoais] (apud ZOOM, 2015), Ulrich Klein et alii. [Desenvolvimento de qualidades pessoais] (apud ZOOM, 2015).

Em 1980, o grupo LEGO® criou o ramo de atividade dedicado especialmente à educação: a LEGO® Education. A parceria para esse surgimento se deu entre o *Media Lab* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e o *LEGO Group*. Dessa forma, foi possível desenvolver estratégias pedagógicas comprometidas com a expansão da capacidade de “fazer” e “pensar” das crianças e auxiliar na descoberta de múltiplas perspectivas e visões da realidade. A partir dos estudos de Seymour Papert, a LEGO Education desenvolveu uma metodologia inovadora, que contempla a utilização de jogos educativos, o trabalho em equipe em quatro momentos: Contextualizar, Construir, Analisar e Continuar (FEITOSA, 2013). Esses momentos têm o objetivo de tornar prático no dia-a-dia das escolas o aprender fazendo.

Durante as atividades propostas nas aulas de RE, para que possa contextualizar, o estudante precisará fazer uma conexão entre seus conhecimentos prévios e os novos

conhecimentos a que terá acesso por meio da proposta de uma montagem ou na resolução de uma situação-problema, apresentada pelo professor. Na fase em que o estudante constrói sua montagem, esta estará relacionada com a situação-problema proposta na fase de contextualização. Ao fazer esta relação, o estudante estará utilizando-se do “fazer” (construir) e do “pensar” (contextualizar), em uma dinâmica de interação entre mãos e mente, na construção de modelos concretos. Assim, neste ambiente de aprendizagem oferecido pela RE, o professor poderá mediar o processo de construção de novos conhecimentos dos estudantes, auxiliar na resolução de conflitos, além de orientar quanto ao uso racional e efetivo da tecnologia. Após a fase de construção, os estudantes são estimulados a analisar seus projetos, pensando sobre conceitos tecnológicos e peças envolvidas no seu funcionamento, bem como, na sua aplicabilidade no cotidiano. A partir desta primeira análise do projeto, o estudante é instigado de maneira que queira continuar buscando novos conhecimentos acerca de montagens mais complexas. Partindo-se da ideia de que o ser humano é movido pelo desejo de conhecer mais, o aluno é desafiado a aprofundar seus conhecimentos na busca de uma solução para determinada situação-problema. Através da experimentação, da tentativa e do erro, os estudantes testam e, se necessário, fazem ajustes e modificações no projeto e programação do dispositivo robótico.

Na busca da solução para a situação-problema os estudantes precisam adaptar-se à nova situação, e isso os mantém num estado de motivação intrínseca, fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem se torne cíclico e contínuo (ZOOM, 2015).

Na proposta de aprendizagem, usando o modelo LEGO, é preciso que se tenha em mente que o aprender não está reduzido ao recebimento e absorção de informações. Há uma preocupação com os processos de aprendizagem e com o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes.

Conforme Figura 10, a seguir, o modelo ZOOM metodologia (ZOOM, 2015) dá conta dos quatro pilares da UNESCO (DELORS, 2012) e de outro pilar, o “Aprender a agir”, que se encontra plenamente integrado ao escopo atual da educação tecnológica.



FIGURA 10 – Resumo dos quatro momentos que envolvem a metodologia aplicada nas aulas de RE  
 FONTE: ZOOM, 2015

A metodologia proposta pela LEGO demonstra grande afinidade com as demandas de formação profissional e de educação tecnológica, calcada nas premissas da CNEB (2000), de Morin (2001), de Ausubel (2013), Piaget (2013), de Papert (2013) e de Delors (2013), ao permitir que o estudante tenha uma postura ativa na construção do conhecimento, desenvolvendo uma visão crítica e sistêmica nos projetos de robótica educacional.

Contudo, conforme veremos no próximo capítulo, a Robótica Educacional tem sido utilizada enquanto ferramenta de promoção, principalmente dos estudantes que se destacam em campeonatos e competições educacionais em que, normalmente, se sobressaem aqueles alunos de ótimo rendimento escolar ou de liderança na sala de aula. Interessa neste movimento de pesquisa identificar como esta metodologia é capaz de apoiar estudantes com dificuldades de aprendizagem.

## 5 INTERVENÇÃO TÉCNICO-PEDAGÓGICA

### 5.1 O uso da robótica no IFSul

De maneira preliminar, a construção de uma proposta de intervenção técnico-pedagógica com robótica educacional foi precedida de uma análise exploratória no Instituto Federal. Foi realizada uma pesquisa com o intuito de verificar a existência ou não de informações acerca do uso da robótica pelos estudantes do IFSul.

Encontrou-se no campus de Venâncio Aires a notícia sobre um projeto cujo título é *A tecnologia a serviço da educação na rede pública de ensino em Venâncio Aires*, coordenado por Gelson Luis Peter Corrêa. A proposta do projeto é de dar formação continuada para os professores, motivar o trabalho, qualificar, apresentar metodologias alternativas, conhecer as necessidades relativas ao ensino e aprendizagem de matemática, verificar a possibilidade de trabalhos pedagógicos utilizando softwares educativos e robótica educacional, através de oficinas para os professores e alunos, utilizando o kit LEGO. O autor do projeto considera que o Kit LEGO e o software educativo, usando a linguagem LOGO, estimulam o usuário, desenvolvem a criatividade e o raciocínio.

Verifica-se que o projeto apresentado contempla os alunos e estudantes da rede pública de Venâncio Aires. Porém, sabe-se que o uso da RE pode ser estendido à educação profissional, pois, do ponto de vista pedagógico educacional apresenta a vantagem, por exemplo, de simulações de uma linha de produção, dando ao professor a chance de propiciar aos estudantes um ambiente de “chão de fábrica” dentro de uma sala de aula ou laboratório. Utilizando os kits de peças LEGO e o software de programação, poderá propor montagens e programações, simulando situações de funcionamento de máquinas industriais, bem como buscar soluções para possíveis problemas referentes ao funcionamento mecânico ou à melhoria em seu desempenho, por meio de modificações em sua estrutura, ajustando-a para uma melhor produção. Além dos conceitos tecnológicos, o estudante terá a possibilidade de aprender, na prática, conceitos referentes ao conteúdo teórico estudado em sala de aula. Dessa forma, a união entre a teoria e a prática pode ser uma eficiente forma de sanar as dificuldades de aprendizagem, apresentadas por muitos estudantes, frente à complexidade dos conhecimentos exigidos na formação profissional.

Outras notícias referentes ao uso da Robótica foram encontradas em diferentes campus do IFSul, entretanto, estes estão relacionados a competições entre Robôs que representam equipes de diferentes campus. Os links de acesso às notícias estão

disponibilizados abaixo nas notas de rodapé<sup>10 11 12 13 14</sup>.

Considera-se que a proposta de organização e participação em campeonatos não deve ser descartada, pois pode servir como estímulo para que os estudantes façam trocas entre si, interajam com outras realidades, criem soluções inteligentes para a resolução de problemas do cotidiano pessoal e profissional. Além disso, o espírito científico é estimulado através da pesquisa na busca dessas soluções. Contudo, seria importante que o uso da RE viesse a atender, em primeiro lugar, as demandas apresentadas pelos estudantes, no que diz respeito à dificuldade de elaboração do pensamento abstrato para o entendimento e aprendizagem de conceitos teóricos. Observam-se casos de estudantes que apresentam dificuldades de localização espacial, de leitura e interpretação de dados, de uso eficiente do raciocínio lógico, com dificuldades psicomotoras, déficit de atenção, além de dificuldade de relacionamento intra e interpessoal. Com base na experiência profissional, podem-se testemunhar os benefícios trazidos aos estudantes pelo uso da RE como ferramenta auxiliar na melhoria do processo de aprendizagem destes.

## 5.2 Experimentos e Oficinas de Robótica Educacional

Para efetivação das oficinas de robótica no segundo semestre de 2014, foram realizados encontros com o coordenador e a professora da disciplina de Física para a apresentação do projeto de pesquisa, dos instrumentos de intervenção (Kits LEGO®, fascículos para o Ensino Médio), o planejamento das ações a serem realizadas posteriormente com os alunos e a organização dos critérios de seleção do grupo de alunos que iria participar da pesquisa. Após esta etapa, foi dado início aos encontros com os alunos selecionados.

---

<sup>10</sup> Projeto sobre o uso de robótica voltado ao professores da rede pública de Venâncio Aires. Disponível em: [http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=942:campus-venancio-aco-es-2013&catid=16:proex](http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=942:campus-venancio-aco-es-2013&catid=16:proex) Acesso em 15 ago. de 2013

<sup>11</sup> Campus Pelotas: mostra de robótica abre espaço para novos talentos. Disponível em: [http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=963:mostra-de-robotica-abre-espaco-para-novos-talentos&catid=99:campi-do-ifsul](http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=963:mostra-de-robotica-abre-espaco-para-novos-talentos&catid=99:campi-do-ifsul) Acesso em 15 ago. de 2013

<sup>12</sup> Campus Sapucaia: Estudantes disputam competição de Robótica. Disponível em: [http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1149%3Aestudantes-disputam-competicao-de-robotica&catid=99%3Acampi-do-ifsul&Itemid=1](http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1149%3Aestudantes-disputam-competicao-de-robotica&catid=99%3Acampi-do-ifsul&Itemid=1) Acesso em 15 de ago. de 2013

<sup>13</sup> Campus Charqueadas promove a 1º Robocharq. Disponível em: [http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1100%3Acampus-charqueadas-promove-a-1o-robocharq&catid=99%3Acampi-do-ifsul&Itemid=1](http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1100%3Acampus-charqueadas-promove-a-1o-robocharq&catid=99%3Acampi-do-ifsul&Itemid=1) Acesso em 15 de ago. de 2013

<sup>14</sup> Notícia sobre: Competição estimula o uso da robótica na educação. Disponível em: [http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1146:competicao-estimula-o-uso-da-robotica-na-educacao&catid=99:campi-do-ifsul](http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1146:competicao-estimula-o-uso-da-robotica-na-educacao&catid=99:campi-do-ifsul) Acesso em 15 de ago. de 2013

No primeiro encontro com os alunos foi estabelecida a relação inicial com as apresentações dos membros do grupo, da proposta do trabalho e do cronograma das oficinas de RE. Neste encontro, contou-se com a presença do docente da disciplina de Física.

Posteriormente, de acordo com a disponibilidade dos alunos, foi dado início às oficinas de RE, as quais ocorrem semanalmente em turno inverso às aulas regulares dos mesmos. Para estas atividades práticas utilizou-se o Kit LEGO® Education, o que possibilitou a construção de dispositivos robóticos didáticos que se assemelhavam muito a equipamentos do mundo real. Estes kits são compostos por peças específicas para a prototipagem dos Robôs, tais como: motores, conectores, pneus, eixos, engrenagens, polias, sensores de toque, de distância, de som, de luminosidade e o bloco lógico de programação (NXT). O NXT foi programado pelos alunos via computador com ligação por cabo lógico.

Na primeira oficina, foi apresentado o robô *Buggy* montado, para que os alunos se familiarizassem com o protótipo, com as peças que faziam parte da sua estrutura, bem como a localização e a função de cada uma. Após a observação e esclarecimentos sobre o objeto de estudo (*Buggy*), os alunos foram convidados a desmontá-lo e guardar as peças utilizadas nos locais apropriados para as mesmas, com o intuito de que eles pudessem descobrir a sua localização por associação com as outras que se encontravam na bandeja do Kit. Os alunos responderam a primeira pergunta do instrumento de sondagem, Apêndice A, com o intuito de descobrir as suas dificuldades em relação à aprendizagem dos conteúdos de Dinâmica, referentes à disciplina de Física e, também, para que as atividades práticas explorando estes conteúdos pudessem ser planejadas.

Na segunda oficina, a partir da análise das respostas dos alunos à sondagem, as propostas de atividades foram: leitura das diretrizes iniciais para o trabalho, distribuição do fascículo introdutório e manual de montagens com as orientações, passo a passo para a montagem do dispositivo robótico o qual já havia sido apresentado na oficina anterior. Os alunos foram orientados para programarem o robô para a resolução de atividades de medição e, posteriormente, fazer cálculos mentais e por escrito, fazer a relação de aplicação de fórmulas com as atividades de experimentações práticas observadas, traçado de gráficos e elaboração de relatórios para o registro das atividades. Eles utilizaram materiais de apoio, tais como: a fita métrica, a fita adesiva, o cronômetro (para tempos não

determinados na programação), a régua, a folha milimetrada (registro do traçado de gráficos) e a folha de registro do relatório da prática, conforme o modelo do Apêndice M.

Como estratégia para a coleta de dados para a pesquisa foram utilizados questionários de sondagem, apresentados por etapas (início e término) de cada oficina de RE. Além disso, utilizou-se o registro dos relatos orais em resposta aos questionamentos feitos pela pesquisadora, durante os diálogos travados com os alunos, no decorrer das atividades práticas. Estes relatos foram registrados por escrito ou transcritos da gravação de áudio feita pela pesquisadora. Quando o aluno se expressava por escrito de forma extremamente sucinta, sobre as suas impressões acerca das atividades propostas, buscou-se encorajá-lo a expressar-se oralmente com o intuito de aprofundar as informações recolhidas para a pesquisa.

Foram realizados ao todo oito encontros, um por semana, com duração de duas horas/relógio. A impossibilidade de um número maior de encontros deu-se por diversos fatores, entre eles: período de avaliações, dependência de transporte coletivo para chegar até o local (houve, inclusive, um período de greve destes transportes). Entretanto, um fato bastante gratificante foi o de que estes alunos fizeram um esforço para não faltar aos encontros. Outro fato relevante diz respeito a uma das alunas que, nos dias de encontro não se deslocava para casa, permanecendo no intervalo do meio dia no Instituto para não faltar às oficinas de RE. Tais atitudes deram indícios da importância que os alunos estavam dando aos encontros.

A seguir o registro fotográfico das atividades práticas de RE (oficinas).

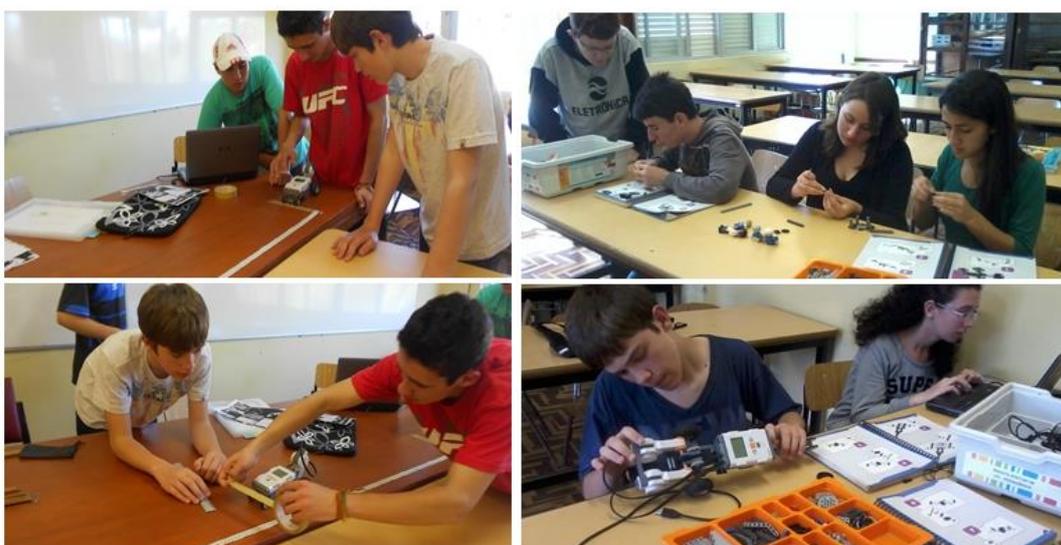


FIGURA 11 – Atividades de programação, simulação e prototipagem.

FONTE: arquivo pessoal

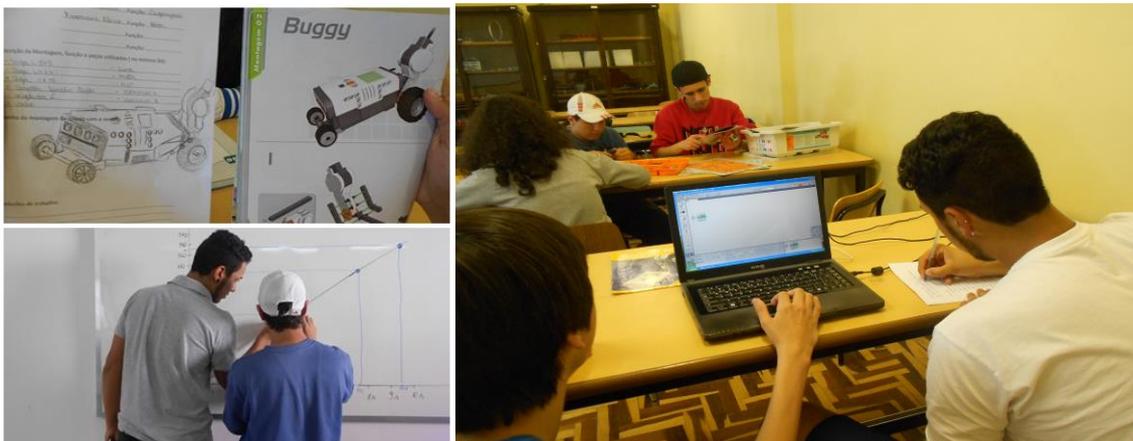


FIGURA 12 – Atividade de registro, traçado de gráfico e cálculo.  
FONTE: arquivo pessoal

Nestas Figuras 11 e 12, podem-se observar alunos em atividades de experimentação prática de prototipagem, programação, testagem do dispositivo robótico, ajuste na estrutura física, medições de distâncias percorridas, elaboração de gráficos e aplicação de fórmulas a partir de dados observáveis concretamente e resolução de atividades de desafios relativos a previsões e cálculos mentais.



FIGURA 13 – Montagens mais elaboradas feitas pelos alunos  
(Elevador, cadeira robótica, elevador para cadeirante, Dragster)  
FONTE: arquivo pessoal

Conforme foi dito ao longo do trabalho, o desenvolvimento da habilidade de montagem apresentada pelos alunos durante as oficinas de RE foi tornando-se mais complexa, isso fez com que eles solicitassem que outras montagens, mais elaboradas,

fossem propostas a eles. Diante disso, a pesquisadora buscou apresentar atividades com montagens mais complexas, mas que tivessem relação entre si e os conteúdos de Física propostos para serem trabalhados (Figura 13). O *dragster* é um carro de corridas bastante veloz, se comparado ao Buggy. Dessa forma, foi possível observar o que ocorre com o uso de dois motores, um sistema de engrenagens e uma aerodinâmica diferente do Buggy. A partir de então, os alunos puderam refletir sobre questões relativas à força, velocidade, atrito, tempo, distância, etc., vistos de outra forma. O mesmo ocorreu com o elevador e a cadeira robótica.

### 5.3 A Taxonomia de Bloom na era Digital e a Robótica Educativa

Nesta seção apresenta-se um aprofundamento teórico mostrando a relação entre a Taxonomia de Bloom (1956), a Taxonomia de Bloom revisada por Anderson (2001) e a Taxonomia Bloom para a Era Digital, de Andrew Churches (2009), que diz respeito às novas competências tecnológicas/digitais desenvolvidas pelos alunos e observadas nas ações durante o uso da robótica educacional nas oficinas.

A Tabela 03 apresenta, na sequência, os verbos de ação relativos à Taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956), à Taxonomia de Bloom revisada por Anderson (2001) e a Taxonomia Bloom para a Era Digital (CHURCHES, 2009), bem como as ações realizadas durante as atividades dos alunos nas aulas de RE.

Tabela 04 – Taxonomia de Bloom & Robótica Educativa (verbos de ação)

FONTE: elaborado pela autora

<b>VERBOS</b>	<b>VERBOS-CHAVE<sup>1</sup></b>	<b>VERBOS-CHAVE NA ERA DIGITAL<sup>2</sup> em sintonia com as ações praticadas nas aulas de RE</b>
<b>Criar</b>	desenhar, construir, planejar produzir, idealizar, traçar, elaborar	Programar, filmar, fazer download, conectar, transmitir
<b>Avaliar</b>	revisar, formular hipóteses, criticar, experimentar, julgar, provar, detectar, monitorar	Comentar, publicar, moderar, colaborar, participar, reelaborar, testar
<b>Analisar</b>	comparar, organizar, desconstruir, atribuir, delinear, encontrar, estruturar, integrar	Recombinar, relacionar, validar, desconstruir, romper, recompilar informações

<b>Aplicar</b>	implementar, desempenhar, usar, executar	Jogar, operar, compartilhar, editar, enviar arquivos, fazer upload
<b>Compreender</b>	interpretar, inferir, resumir, parafrasear, classificar, comparar, explicar, exemplificar	Fazer buscas avançadas, publicar, categorizar, anotar, subescrever
<b>Recordar</b>	reconhecer, listar, descobrir, identificar, recuperar, denominar, localizar, encontrar	Ressaltar, marcar, marcar sítios, favoritos, buscar, fazer pesquisa no Google

<sup>1</sup>Taxonomia Revisada de Bloom (ANDERSON, 2001)

<sup>2</sup>Taxonomia Digital Revisada de Bloom (CHURCHES, 2009)

Durante as oficinas, os alunos executaram tarefas que demandaram ações que estão em sintonia com a Taxonomia de Bloom para a era digital, tendo em vista que a RE faz uso de experimentos que demandam o uso de recursos tecnológicos, como, por exemplo: computador, conectores, sensores de (luminosidade, temperatura, distância e toque), cabos USB, motores elétricos, bloco lógico programável (NXT) e um software (ROBOLAB) para a programação dos dispositivos robóticos autônomos, além do uso de CD-ROM com materiais para a contextualização dos conteúdos escolares com as montagens. Dessa forma, os alunos se encontram em contato direto com um universo digital e eletroeletrônico que permeia todas as ações realizadas nas aulas de RE.

Para as oficinas com RE, os alunos utilizaram de recursos do celular para registrar em vídeo, foto e som das suas criações, os dispositivos Robóticos, além de cronometrar os tempos, quando necessário. Assim, quando foram realizadas as tarefas propostas nas atividades de experimentação prática dos conceitos de dinâmica, os alunos precisaram programar o robô via computador utilizando o programa ROBOLAB.

O upload da programação para o bloco lógico NXT é feito via cabo USB. Em algumas atividades foram propostos desafios nos quais os alunos precisaram fazer o uso de sensores de toque ou distância para solucioná-los. Para estas ações, foi preciso avaliar as possibilidades de solução e reprogramar os robôs diversas vezes, para que se adaptassem ao novo desafio. A cada encontro foram propostas atividades com níveis mais complexos de montagem, programação e solução de desafios, com o intuito de elevar o esforço cognitivo do pensamento dos alunos na busca de novas soluções.

A cada modificação na estrutura do robô ou reprogramação deste para a solução de um exercício de Dinâmica, os alunos eram convidados a compartilhar a forma como haviam pensado e executado tais modificações. Nesse sentido, acredita-se haver relação

entre a Taxonomia de Bloom (1956), a Taxonomia revisada por Anderson (2001), a Taxonomia de Bloom para a Era digital (CHURCHES, 2009) e as ações realizadas pelos alunos nas oficinas de RE.

#### **5.4 Os três domínios da Taxonomia de Bloom e a Metodologia ZOOM como proposta pedagógica para as aulas de RE**

Durante as oficinas de RE pode-se perceber a consonância entre o referencial teórico relativo aos apontamentos trazidos sobre a Taxonomia de Benjamin Bloom (1956) e as atividades de experimentação práticas desenvolvidas nas oficinas de RE com o grupo de alunos observados. Utilizou-se a metodologia ZOOM para balizar as atividades desenvolvidas nas aulas de RE pelo fato de ela ter sido desenvolvida com o suporte de diferentes teorias de aprendizagem na sua fundamentação pedagógica, a partir do estudo criterioso de autores comprometidos com o processo de ensino-aprendizagem, conforme já foi descrito ao longo do trabalho. Sabe-se que Bloom desenvolveu a sua taxonomia com o intuito de que o processo de aprendizagem pudesse ser estruturado e compreendido. Para tanto, o autor propôs que este processo se encaixasse em um destes três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor.

A seguir, a Figura 14, demonstra a consonância observada entre os Três Domínios da Taxonomia Bloom (1956) e os verbos que estão ligados a ações realizadas pelos alunos durante as aulas de RE, utilizando os Kits LEGO®, e a metodologia ZOOM.

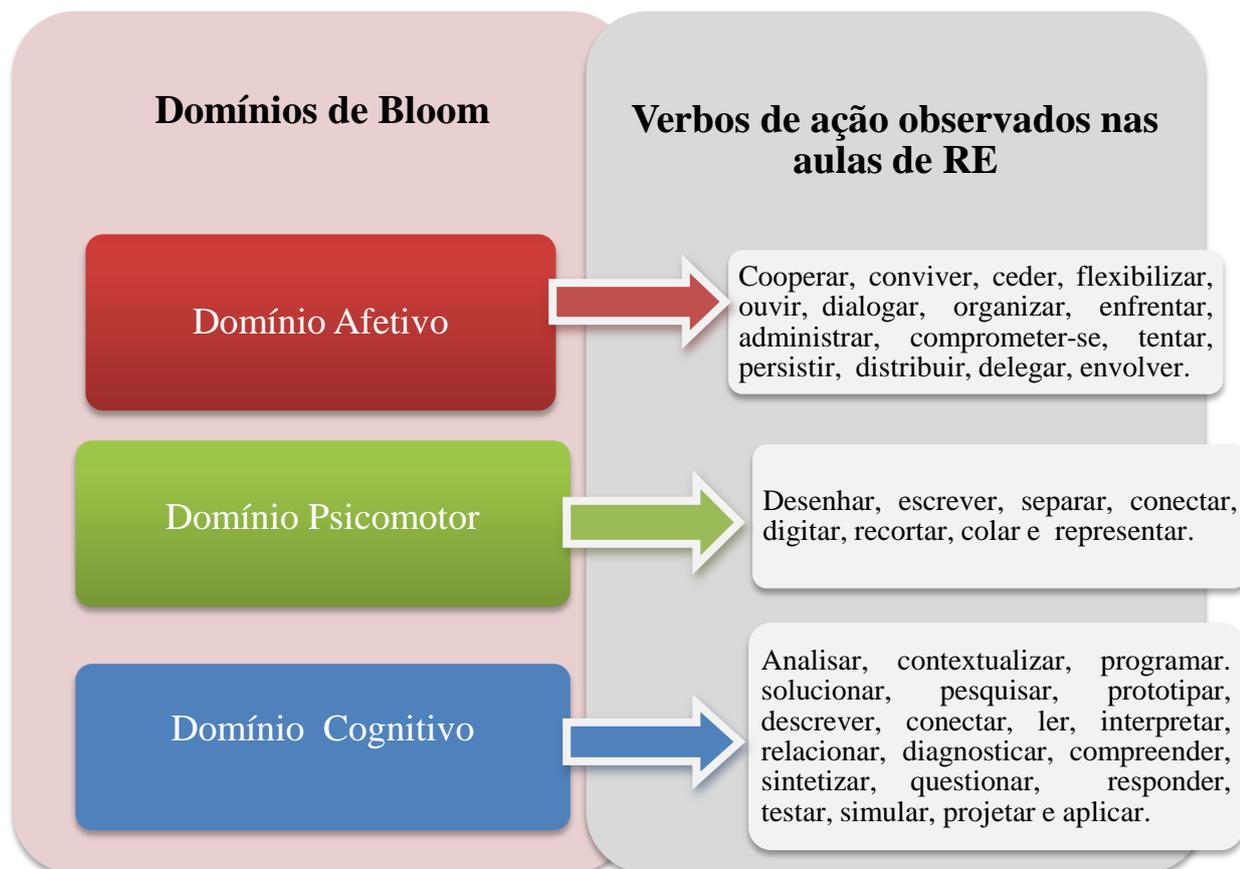


FIGURA 14 – Três Domínios da Taxonomia Bloom (1956) e a consonância nas ações na RE.

FONTE: Elaborada pela autora

Sendo assim, apresentam-se as relações feitas entre as ações observáveis durante as atividades desenvolvidas pelos alunos nas oficinas de RE e a sua consonância com os três domínios propostos segundo a Taxonomia de Bloom (1956).

O primeiro domínio a ser abordado diz respeito ao aspecto afetivo que se refere às atitudes e sentimentos, abrangendo a sensibilização e gradação de valores. De acordo com a Taxonomia de Bloom (1956), o **Domínio Afetivo** trata de reações de ordem afetiva e de empatia.

O autor dividiu-o em cinco níveis: recepção, resposta, valorização, organização e internalização de valores. Nesse sentido, a **Recepção** tem a ver com a percepção, a disposição para receber e a atenção seletiva. Pode-se, então, estabelecer uma relação com as ações de *cooperar*, *ceder*, *flexibilizar*, *ouvir* e *dialogar*, praticadas pelos alunos durante as atividades experimentais com RE. de modo que, na metodologia utilizada, a cooperação está relacionada com a disposição do aluno em trabalhar eficazmente com outras pessoas em um grupo, oferecendo prontidão para ajudar espontaneamente aos outros, sem tirar

proveito da situação. Portanto, o aluno precisa estar receptivo ao convívio com os colegas do grupo, bem como disposto a ajudá-los. A flexibilização dá conta de tornar o aluno capaz de ouvir e dialogar com os demais colegas para que, juntos, tomem as decisões necessárias na busca de soluções/respostas para os desafios propostos ao grupo. Na metodologia ZOOM, o diálogo é visto como o esforço do participante de um grupo no sentido de trocar ideias e opiniões sobre um assunto até que se alcance um consenso.

A **Resposta** está aliada à participação ativa e à disposição para responder e a satisfação em responder. Quando os alunos são desafiados a solucionar uma situação-problema apresentada ao grupo, eles precisam enfrentar o desafio proposto tendo que, necessariamente, tentar solucioná-lo, o que nem sempre é fácil. Porém, persistir faz parte também das ações por eles desenvolvidas. A flexibilidade, neste momento, é muito importante, pois é responsável por desenvolver no aluno a capacidade de adaptação, consciente e rápida, de ações e atitudes planejadas diante das situações que se modificam.

Tendo sido tomada uma decisão em resposta ao desafio recebido pelo grupo, esta poderá surtir um efeito, que muitas vezes não corresponde às expectativas geradas pelos colegas e até mesmo pelo professor. Então, como lidar com tal situação? Neste ponto, acredita-se ser importante a valorização, tanto por parte dos colegas quanto pelo professor. Acredita-se que valorizar o esforço do aluno poderá servir de estímulo na busca da superação do desafio proposto, mesmo que o grupo não tenha obtido êxito na primeira tentativa. Quanto à **Valorização** na Taxonomia de Bloom (1956), esta aparece como aceitação, preferência e compromisso com aquilo que se valoriza. As ações de comprometer-se com o grupo de colegas e envolver-se com a montagem, programação e na busca de solução para o desafio, fazem parte das atividades desenvolvidas nas aulas de RE. Permeando estas atividades, a metodologia utilizada aponta o envolvimento como sendo a disposição para que o aluno se comprometa, dispondo-se a responsabilizar-se individualmente ou em grupo pelos resultados obtidos no trabalho realizado.

O nível da **Organização** de Bloom diz respeito ao conceito de valor e da organização de um sistema de valores. Quando o aluno, nas aulas de RE, precisa executar ações – tais como *organizar* o grupo de trabalho/equipe, *delegar* as funções, *distribuir* as peças – ele está sendo chamado a organizar essas ações dentro de um sistema de valores que permeia o grupo, mesmo que esta organização de valores ocorra de forma imperceptível/implícita para os componentes. A dinâmica de execução e rotação de funções distintas a cada aula de RE, prevista pela metodologia, permite ao aluno

desenvolver qualidades pessoais, como, por exemplo, a capacidade de autoavaliação, que é realizada e justificada pelo próprio aluno em relação ao trabalho que desenvolveu, tendo como referência critérios e objetivos desenvolvidos por ele próprio. Portanto, esta autoavaliação estará diretamente relacionada ao conceito/juízo de valor agregado pelo aluno. Cabe ao professor a função de mediador que, diante das colocações feitas pelo aluno, irá intervir de forma construtiva, dentro da organização de um sistema de valores, para que possa auxiliar o aluno na maturação do seu desenvolvimento pessoal e, por conseguinte, do grupo de trabalho. É importante ressaltar que o professor traz consigo um sistema de valores pessoais que estarão em cheque durante este processo de mediação, portanto, é necessário que esteja atento a esta questão.

Pode-se perceber durante as oficinas de RE, através do relato dos alunos, o quanto o posicionamento do professor diante de questões que é chamado a expressar-se e/ou agir conforme o seu juízo de valor sobre determinado assunto, pode influenciar na forma como o aluno estabelece uma relação de aproximação ou afastamento dele. Diante de algumas evidências expressas nos relatos, acredita-se que o tipo de relação estabelecida entre professor/aluno incide diretamente no desenvolvimento do processo de aprendizagem, tornando o aluno receptivo ou não aos conteúdos da disciplina ministrada por este professor. Este dado foi bastante relevante na composição deste estudo. Identificou-se nestes relatos a **Internalização** de valores, trazida no quinto nível por Bloom (1956), onde aparece o comportamento dirigido por grupo de valores, o comportamento consistente, previsível e característico, em consonância com as ações relativas ao *conviver* e *administrar*, presentes nas aulas de RE.

O desenvolvimento de qualidades pessoais, relativas à capacidade de julgamento e à empatia, faz parte das ações contempladas durante as aulas de RE, de modo que a capacidade de julgamento permitirá que o aluno apresente opinião favorável ou desfavorável sobre as ideias de outras pessoas, acompanhada de justificativa sobre o seu ponto de vista. Será desejável que esta ação seja permeada pela empatia, que exercita a capacidade do aluno de colocar-se no lugar dos outros, o tornando capaz de saber lidar compreensivamente com opiniões e posições alheias.

Em algumas situações vivenciadas nas oficinas, em que alguém apresentava dificuldade para montar, programar ou fazer algum tipo de relação com os conteúdos, pode-se observar que a primeira reação era de crítica ao colega com dificuldade. Foi preciso intervir de forma a fazê-los refletir sobre o comportamento adotado. O diálogo foi

um grande aliado para auxiliar na autoavaliação e, como consequência, uma mudança de atitudes.

No decorrer dos encontros observou-se o surgimento, por parte dos alunos, de um sentimento de pertença ao grupo, talvez porque, ao serem chamados à reflexão, perceberam que estavam na mesma situação, ou seja, todos com dificuldades de aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Física, mesmo que as dificuldades não fossem da mesma natureza que as do seu colega. Dentro deste universo de ações ligadas aos relacionamentos intra e interpessoais, encontram-se alunos e professor num processo dinâmico de construção e reconstrução de significações afetivas, as quais acredita-se influenciar diretamente no processo de ensino-aprendizagem.

Bloom relaciona o **Domínio Psicomotor** às atividades físicas e ao manuseio de objetos/ferramentas. Encontra-se eco entre o domínio psicomotor apresentado por Bloom e as ações observadas no processo de construção dos dispositivos robóticos durante as atividades de experimentação prática nas oficinas de RE.

O construcionismo de Seymour Papert é uma das fundamentações pedagógicas que embasa o modelo de educação tecnológica utilizado nas aulas de RE. O autor propõe que sejam fornecidas as ferramentas necessárias para que os alunos realizem ações concretas, possibilitando, dessa forma, a ocorrência do processo de aprendizagem, numa dinâmica de mãos e mentes trabalhando, ou seja, o aprender fazendo postulado por Papert. Para possibilitar esta ocorrência, foram planejadas atividades em que os alunos foram estimulados a desenhar, escrever, separar, conectar, digitar, recortar, colar e representar.

Durante a separação das peças para montagem do robô os alunos fizeram uso da motricidade fina e acuidade viso-manual para encontrá-las e conectá-las entre si. Do mesmo modo, no processo de digitação durante a programação e manuseio do mouse do computador, recorte e colagem de fitas para a demarcação de espaços na medição da distância percorrida pelo robô. Na elaboração do relatório, o aluno utiliza-se da escrita, da representação gráfica através do desenho, que demandam habilidades psicomotoras para a sua execução. Quanto às habilidades observadas, destaca-se a descoberta de alunos com grande potencial para a atividade de desenhar, trazendo à tona a preferência por estarem em outro curso, como Design ou Edificações, diferentes do atual, Eletrotécnica. Este dado foi considerado relevante para este estudo.

Apresenta-se, aqui, o **Domínio Cognitivo** ao qual foi dado um olhar diferenciado de acordo com a Taxonomia de Bloom (1956), considerando o fato de que as habilidades

de pensamento e objetivos são categorizadas hierarquicamente, seguindo o processo de ascendência do pensamento, o qual parte das habilidades do pensamento inferior (LOTS) até atingir as habilidades do pensamento superior (HOTS).

De acordo com a Taxonomia de Bloom (1956), os verbos correspondentes aos seis níveis do domínio cognitivo são: *recordar, compreender, aplicar, analisar, aplicar analisar, avaliar e criar*. Pode-se encontrar grande parte destes verbos em ações realizadas durante as oficinas de RE, pois o domínio cognitivo perpassa todas as atividades humanas. Sabe-se que o ser humano é um ser biopsicossocial. Nesse sentido, a sua inteligência apresenta-se de múltiplas formas e, por isso, o processo de aprendizagem não se restringe apenas ao conhecimento de conteúdos escolares.

Além das ações já citadas nos domínios afetivo e psicomotor, durante a prática das atividades experimentais planejadas para as oficinas foram observadas outras ações realizadas pelos alunos, relacionadas ao domínio cognitivo. São elas: *analisar, contextualizar, programar, solucionar, pesquisar, prototipar, descrever, conectar, ler, interpretar, relacionar, diagnosticar, compreender, sintetizar, questionar, responder, testar, simular, projetar e aplicar*.

Estas ações estão intimamente ligadas ao desenvolvimento de habilidades intelectuais que envolvem processos cognitivos do conhecimento. A metodologia utilizada nas atividades experimentais tem como finalidade desenvolver a *compreensão* (discriminações múltiplas, identificação e classificação); *aplicação* (generalização e transferência de aprendizagem); *análise, síntese e avaliação* (raciocínio lógico, raciocínio hipotético – inferencial, resolução de problemas). Para assegurar que o aluno aprenda uma habilidade intelectual, são fundamentais as seis condições (FEITOSA, 2013).

A Figura 15 foi elaborada pela autora para demonstrar as intervenções feitas durante o desenvolvimento das atividades práticas de RE (oficinas), as quais foram planejadas com o intuito de criar as condições favoráveis para que os alunos desenvolvessem habilidades cognitivas referentes aos conteúdos de Dinâmica, visto as dificuldades relatadas por escrito no primeiro instrumento de sondagem no Apêndice A.

Considerando o fato de que as intervenções realizadas foram aplicadas com base nas seis condições para a aprendizagem de uma habilidade intelectual, de acordo com a metodologia LEGO®, buscou-se fazer uma relação destas, com os seis níveis das habilidades de pensamento e objetivos categorizados hierarquicamente na Taxonomia de Bloom (1956), mostrada a seguir, na (Figura 15).



FIGURA 15 – A relação entre as condições para a aprendizagem de uma habilidade intelectual, e os níveis das habilidades de pensamento de Bloom (1956)

FONTE: elaborada pela autora.

Conforme já descrito anteriormente, os alunos, ao participarem das oficinas de RE, realizaram montagem/prototipagem, programação e testagem de dispositivos robóticos autônomos. Porém, estas atividades foram planejadas com o intuito de verificar em que medida a RE poderia ser utilizada como uma ferramenta eficaz para auxiliar os alunos com dificuldade de aprendizagem dos conteúdos teóricos relativos ao estudo de Dinâmica, na disciplina de Física. Dessa forma, a proposta de abordagem destes conteúdos, através da experimentação concreta, foi incorporada às ações citadas.

No primeiro encontro foi feita uma sondagem para a coleta de dados sobre as dificuldades encontradas pelos alunos quanto ao aprendizado dos conteúdos de Dinâmica. A partir de então, foram elaborados exercícios práticos a serem executados com o robô Buggy para simular conceitos contidos neste conteúdo.

Iniciou-se com a atividade de observação do Buggy montado, para, em seguida, desmontá-lo com o intuito de que verificassem a natureza e localização no kit LEGO® das peças utilizadas, bem como a sua função na montagem observada. Essa estratégia foi utilizada, também, como forma de auxiliar os alunos a recordarem, num processo de reversibilidade, como o robô iria ser montado posteriormente.

Durante os próximos encontros, seguiu-se uma sequência de passos, em que após cada montagem do robô foram propostas atividades nas quais o grupo teria que programar o robô para executar tarefas que encerravam o estudo sobre movimentos, utilizando as variáveis de velocidade, tempo, distância e aceleração. Foram orientados para redigir o relatório de trabalho, traçarem gráficos, fazerem medições de tempo e distâncias, elaborarem estratégias para resolver desafios quanto ao cálculo, previsões e modificações na montagem. Para que pudessem executar estas atividades, os alunos precisaram recapitular as aprendizagens realizadas anteriormente por eles ou pelos colegas, tanto na disciplina de Física quanto nas aulas de RE anteriores. Dessa forma, o grupo buscava solucionar desafios cada vez mais complexos propostos pela pesquisadora, o que ocorreu inicialmente dentro de um nível mais simples de pensamento, ou seja, recordar as ações anteriores para como subsídio para as novas propostas.

Ao término de cada encontro (oficinas de RE), foi aberto um espaço para que os alunos pudessem expressar, oralmente e por escrito, suas impressões sobre as atividades realizadas. Vale ressaltar que, neste espaço, além dos relatos sobre as relações feitas com o aprendizado dos conteúdos de Dinâmica, surgiram relatos pessoais de relacionamento intra e interpessoais que trouxeram indícios que foram considerados relevantes para compor os dados de pesquisa (alguns deles foram citados de forma apropriada ao longo do trabalho).

Neste espaço para a expressão e nas respostas práticas às atividades propostas, pode-se ter uma ideia do nível de compreensão que cada aluno estava tendo sobre os conteúdos trabalhados naquele encontro, o que possibilitou a elaboração de um parecer descritivo a partir de dados observados e registrados numa tabela, conforme o Apêndice H. Com o andamento das atividades, os alunos já conseguiam estabelecer relações entre os

experimentos feitos na RE, os conteúdos estudados em Física e as situações reais do cotidiano deles. Através da elaboração dos gráficos, do cálculo mental e do relato oral e escrito, pode-se constatar a capacidade de aplicação dos conceitos envolvidos nas atividades propostas.

A cada encontro era proposto um desafio novo com o intuito de instigar os alunos a buscarem uma forma de solucioná-lo. Neste momento, percebeu-se que as habilidades individuais contribuíram para ajudar o grupo todo. Aproveitando-se destas oportunidades, a pesquisadora intervinha para chamar a atenção dos alunos sobre a riqueza das suas capacidades, mostrando e elogiando as habilidades de cada um, de forma que se desfizesse a ideia inicial de que os colegas ou até mesmo eles próprios eram “burros”, num sentimento de menos valia. Foram descobertas habilidades para o raciocínio lógico, o cálculo mental, o desenho, a música, a capacidade de localização espacial, a leitura e interpretação de imagem. Uma das situações que chamou a atenção da pesquisadora diz respeito a um aluno que, no relato escrito, atribui a sua dificuldade de aprendizagem ao fato de se considerar “meio desatento”, e que entre os colegas mostrou ter maior concentração, rapidez e precisão para a montagem do robô. Inclusive a professora de Física relatou ter percebido que alguma coisa havia mudado no comportamento “inquieto” deste aluno. A professora não tinha conhecimento das observações feitas pela pesquisadora.

A avaliação dos alunos é feita através da observação direta das atividades realizadas individualmente e em grupo. A intervenção é feita sempre que necessário, porém, de forma que o aluno não se sinta desestimulado a tentar novamente atingir os objetivos propostos. A autoavaliação e avaliação em grupo são um mecanismo bastante utilizado nas aulas de RE. O caráter lúdico e prático destas aulas contribuem para que o processo de avaliação e autoavaliação ocorra de uma forma mais rápida e eficaz.

Pode-se dizer que o processo de criação perpassa todas as atividades das aulas de RE. O ambiente de aprendizagem utilizando a RE é rico em possibilidades de criação. Embora sejam utilizados os fascículos que trazem os projetos dos robôs e os passos para a sua montagem, o aluno será sempre desafiado a criar uma programação, mudar a estrutura inicial do robô adaptando a uma nova situação problema, usar outro material alternativo para enriquecer a montagem, etc. Dessa forma, será sempre criada uma oportunidade para o aluno demonstrar aquilo que já aprendeu num nível cada vez mais superior em

complexidade. Quando o professor não proporciona estes desafios, o próprio aluno o cobra. Esta situação foi vivenciada pela pesquisadora.

Ocorre que as atividades das oficinas foram planejadas com a finalidade de não dar muita ênfase na complexidade das montagens, pois se pensava que os alunos pudessem sentir-se desconfortáveis por terem que fazer montagens muito elaboradas e, além disso, o tempo para os encontros era limitado. Assim, optou-se pela proposta de montagem e atividades similares a do Buggy – meu primeiro robô, conforme Anexo A, a serem feitas em todos os encontros, de modo que a complexidade estaria na adaptação de sensores à montagem e nas modificações na programação para a execução de tarefas que utilizassem os conceitos de dinâmica a serem trabalhados em atividades com níveis mais elaborados de conhecimento sobre o conteúdo. A partir do terceiro encontro, os alunos começaram a sugerir que pudessem fazer outras montagens mais complexas. Deste modo, as atividades de montagem foram reelaboradas de forma a atender a demanda dos alunos, sem perder o foco da pesquisa.

O resultado foi bastante satisfatório, pois os alunos fizeram montagens bem mais complexas, como a cadeira robótica, o elevador e o *Dragster* (carro de corridas). Com estas montagens, pode-se trabalhar atrito, força, MRV. Acredita-se que quando o aluno é pouco estimulado ou estimulado em demasia estes extremos podem contribuir para sua desmotivação, no que diz respeito ao seu envolvimento com o próprio processo de aprendizagem. Por isso a metodologia utilizada contempla o despertar do desejo de continuar do aluno, ou seja, proporciona que ele mantenha o seu estado de motivação intrínseca, fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem se torne cíclico e contínuo (FEITOSA, 2013).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, nosso interesse foi o de perceber se a manipulação concreta do dispositivo robótico levaria os estudantes a lidarem com as informações abstratas, ou seja, verificar se os conceitos teóricos, ao serem manipulados como objetos de conhecimento de maneira concreta, facilitariam o desenvolvimento de abstrações. Levou-se em consideração o fato de que as fórmulas teóricas nem sempre conseguem, em suas variáveis, traduzir a realidade para alguns alunos. Buscou-se perceber se este movimento de transposição didática para um experimento físico, desenvolvido pelos próprios alunos, poderia trazer pistas sobre a efetividade desta ação na RE.

Com base nas observações diretas e anotações feitas durante as aulas práticas (oficinas de RE) realizadas com os alunos, foi elaborada a Tabela 5, para representar a relação entre as dificuldades apresentadas inicialmente pelos alunos, a intervenção feita utilizando a RE, as habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos (FEITOSA, 2013) e os resultados obtidos.

<b>Dificuldade inicial</b>	<b>Intervenção prática com RE</b>	<b>Habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos</b>	<b>Resultados obtidos</b>
<b>Leitura e interpretação de exercícios</b>	Montar e programar o robô para executar movimentos de acordo com as variáveis dadas.  Registrar no relatório os resultados observados e utilizá-los para fazer a representação através do traçado de um gráfico.	Compreensão, identificação, aplicação, raciocínio lógico raciocínio-hipotético inferencial.	Conseguiram executar as atividades, identificar e relacionar as variáveis entre si, percebendo a influência que exerciam na resolução da situação-problema.  Através da localização no gráfico fizeram previsões sobre outros possíveis valores de variáveis.
<b>Aplicação de fórmulas, elaboração e resolução de</b>	Resolução de uma situação-problema na qual, utilizando o sensor de toque, deveriam controlar e cronometrar	Capacidade de resolução de problema, análise, síntese, compreensão, identificação,	A proposta do uso de cálculos e aplicação de fórmulas, permeando todas as atividades concretas, permitiu que os alunos

<b>cálculos</b>	<p>o tempo de deslocamento do Robô em diferentes espaços.</p> <p>Verificar o tempo, a distância percorrida e calcular a velocidade do Robô.</p> <p>Traçar o gráfico com as variáveis encontradas (tempo e distância).</p>	<p>raciocínio lógico e raciocínio hipotético-inferencial.</p>	<p>desenvolvessem gradualmente e de forma quase imperceptível a capacidade de elaboração e aplicação destes, tanto mental quanto por escrito.</p>
<b>Conversão de medidas</b>	<p>Questionamentos orais e reflexões no momento em que eram efetuados os cálculos e registros dos resultados encontrados com o intuito de pensarem sobre os instrumentos que estavam sendo utilizados nas medições de tempo e distância (régua, trena, cronômetros, programa Robolab), estabelecendo uma relação com a tabela de conversão que havia no laboratório de Física.</p>	<p>Análise, síntese, aplicação (generalização e transferência de aprendizagem) raciocínio lógico, identificação e classificação.</p>	<p>Estabeleceram relação entre as unidades de medidas a partir da observação e reflexão acerca das informações contidas na tabela de conversão, exposta no laboratório de física, com as unidades utilizadas nos instrumentos de medição de tempo e distância durante as atividades práticas.</p>
<b>Compreensão dos conceitos de MRU e MRUV</b>	<p>A partir de exercícios teóricos fazer a simulação concreta utilizando o Robô.</p>	<p>Transferência de aprendizagem, aplicação (generalização e transferência de aprendizagem), compreensão, raciocínio lógico.</p>	<p>Houve uma melhor compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula a partir da observação direta durante a simulação dos movimentos utilizando-se o Robô.</p>

Tabela 05 – Relação entre dificuldade inicial, intervenção prática com RE, habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos e resultados obtidos.

FONTE: elaborada pela autora

Para a elaboração desta tabela foram utilizados dados obtidos pela avaliação da evolução dos alunos, referente às dificuldades apontadas por eles no primeiro instrumento de sondagem, conforme Apêndice A, após os oito encontros em que foram desenvolvidas intervenções práticas de experimentação concreta nas oficinas de RE – utilizando, para tanto, os Kits LEGO® e a metodologia apropriada para desenvolver habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos. Os resultados que compõem o parecer individual dos alunos, feitos através da observação direta e análise das suas produções durante a realização das atividades práticas propostas a eles, encontram-se no Apêndice H, a partir da análise da Tabela do Apêndice H dos instrumentos de sondagem final dos Apêndices M e N do registro escrito das produções feitas pelos alunos, das observações diretas e apontamentos no caderno de campo. Pode-se considerar que as oficinas de Robótica Educacional contribuíram de forma positiva para uma melhora da compreensão dos conteúdos de dinâmica relativos à disciplina de Física, bem como, para a melhoria do aspecto comportamental dos alunos, de acordo com o relato escrito do docente de Física. Algumas considerações no que diz respeito a diversas situações, consideradas de relevância positiva, foram descritas ao longo do trabalho.

Pode-se perceber que o caráter lúdico da RE colabora para que o aluno reduza os laços de resistência quanto à exposição de dúvidas que possui sobre o conteúdo trabalhado, pois os questionamentos surgem naturalmente durante a experimentação das montagens, nas testagens de programação, traçado de gráficos e cálculos mentais. Alguns alunos relataram que, muitas vezes, conservam dúvidas sobre os conteúdos por ter receio de se expor oralmente diante da turma, principalmente no momento em que o professor está esclarecendo as possíveis dúvidas sobre os exercícios trabalhados em sala de aula.

Dessa forma, é importante relatar que um dos elementos observados refere-se à colaboração entre os alunos para sanar as dúvidas dos seus colegas. Acredita-se que o fato de os alunos estarem fazendo parte de um grupo em que os colegas também apresentam dificuldade no processo de aprendizagem, permitiu uma identificação pessoal entre eles, contribuindo para o surgimento do “sentimento de pertença” ao agrupamento, conforme já descrito anteriormente. Ao final do último encontro, foi feito um feedback com os alunos para colher as impressões deixadas pela experiência vivida por eles. Para satisfação da pesquisadora, o saldo positivo relativo às oficinas de robótica não se restringiu somente ao aspecto cognitivo, mas foi extensivo às relações inter e intrapessoais travadas durante as

atividades realizadas. Este resultado traz indícios da eficácia do uso da metodologia no que se refere ao aprender a ser e conviver, necessários para o desenvolvimento biopsicossocial dos alunos, que influencia diretamente no processo de ensino e aprendizagem. Outro fato digno de nota é que houve, por parte dos alunos, um pedido de continuidade das oficinas.

### **6.1 Sugestões para futuras pesquisas**

A proposta da criação de um ambiente de aprendizagem (oficinas) que utilizasse a RE, como ferramenta de apoio para a investigação de dados para compor este trabalho, teve o intuito inicial de abrir espaço para que o aluno com dificuldade de aprendizagem pudesse experimentar outra forma mais concreta de estruturar o seu pensamento. Através da interação direta, criando, manipulando e programando os dispositivos robóticos, o estudante consegue vivenciar, observar e relacionar com a realidade os conceitos teóricos relativos aos conteúdos de Física do primeiro ano do Ensino Médio. Entretanto, durante o desenvolvimento das atividades planejadas para este estudo, a autora deparou-se com um novo universo que se descortinou a sua frente.

Neste cenário de interação, onde ocorreram relações de ensino e aprendizagem nos domínios afetivo, psicomotor e cognitivo, surgiram alguns indícios de que, mesmo que o professor utilize algum tipo de recurso tecnológico para auxiliar no ensino dos conteúdos escolares e, assim, enriquecer a sua prática pedagógica, faz-se mister que este profissional esteja atento para o perfil dos seus alunos no que se refere à modalidade de suas aprendizagens, suas limitações (biopsicossociais) e seus conhecimentos subsunçores. Sendo assim, é desejável que o professor tenha a percepção de que o aluno traz consigo uma bagagem de características próprias, de vivências pessoais e aprendizados construídos a partir destas relações feitas nos três domínios, pois sabe-se que tudo isto influi diretamente na forma como se dará o processo de ensino e aprendizagem para a construção do conhecimento do aluno, no âmbito escolar. Tem-se consciência de que o professor também possui as suas limitações diante de todo um contexto escolar que demanda prazos e regras dentro de uma realidade social. Porém, quando o índice de evasões e reprovações atinge um nível considerável, não basta utilizar novos recursos tecnológicos, é preciso rever o fazer pedagógico em outros domínios, além do cognitivo. E, quando a ação do professor for limitada, é preciso que busque o auxílio de outros

profissionais, com o intuito de potencializar a possibilidade de resolução deste impasse.

Cabe ressaltar que, ao término das oficinas de RE, foi dado aos alunos um certificado de participação, o qual foi recebido com muito entusiasmo e orgulho pelos mesmos. Percebeu-se através das expressões implícitas e explícitas, que os alunos sentiram-se valorizados pela dedicação e empenho com que desenvolveram as atividades propostas com o intuito de ajudá-los nas suas dificuldades de aprendizagem. Foram unânimes em dizer que os pais iriam gostar de ver o que tinham ganhado. Diante do clima conturbado de recebimento das notas do final de semestre, apresentava-se ali uma possibilidade de corresponder de forma positiva às expectativas da família.

Sendo assim, acredita-se que vencer as limitações pessoais relativas às dificuldades de aprendizagem, possa ser para alguns alunos, bem mais valioso do que vencer um campeonato.

Tendo em vista às questões abordadas neste trabalho, sugere-se que sejam aprofundados os estudos referentes:

- Aos três domínios da Taxonomia de Benjamin Bloom aplicados aos alunos do Ensino Técnico;
- Formação para professores do Ensino Técnico com ênfase em assuntos como: Neurociências, Pedagogia, Psicopedagogia, Didática, Objetos de Aprendizagem, Robótica Educacional;
- Criação de ambientes (Laboratórios específicos para alunos com dificuldades de aprendizagem);
- Suporte Psicopedagógico para alunos e professores.

É importante registrar que para a realização deste trabalho de pesquisa a autora deparou-se com algumas limitações referentes à dificuldade de conciliar as oficinas de RE para observações e intervenções com os horários das aulas de Física. Dessa forma, os alunos precisaram vir ao Instituto em turno inverso, sendo que esta situação ocasionou duas outras dificuldades: uma delas relacionada à impossibilidade do docente em participar das Oficinas de RE com os alunos, a outra relativa à geração de um custo extra de transporte aos alunos, embora este fator não tenha impedido a participação dos mesmos nas oficinas, porém sabe-se que foi representativo no orçamento da família, pois, estes utilizam vale-transportes, e sendo assim, uma das alunas optou por ficar no intervalo de meio-dia com o intuito de economizar no transporte. Além disso, fomos surpreendidos com uma

greve dos transportes coletivos. Entretanto, mais uma vez os alunos não desistiram de ir às oficinas, usando carona ou bicicleta.

O atraso na negociação de compra dos Kits para a montagem do Laboratório de RE limitou o número de participantes da pesquisa, bem como impossibilitou a oferta de oficina aos professores interessados, devido à falta de um número maior de Kits de RE para uma formação de grupos de estudo.

## 6.2 Ações de impacto social

A experiência adquirida, pela autora, com o uso da RE em atividades escolares, foi compartilhada com grupos de alunos e/ou professores pertencentes a instituições de ensino, através de palestras, minicursos, comunicações orais em Fórum, Congresso e semana acadêmica. A seguir um breve histórico destas experiências de compartilhamento social.

- Palestra na Semana acadêmica integrada “Globalização na metade Sul” - Faculdade Anglo-Americano- Bagé/RS - Tema **Educação Tecnológica- Robótica Educacional**. 2012.
- Apresentação do Projeto de Educação Tecnológica - Robótica para os professores e alunos da Engenharia da Unipampa- Bagé/RS.2013.
- Capacitação para professores da Educação Infantil – utilizando a educação tecnológica – LEGO - Caxias do Sul/ RS. 2013.
- Capacitação para professores da Educação Infantil da escola – utilizando a educação tecnológica – LEGO- Novo Hamburgo/ RS. 2013.
- Capacitação para professores da Educação Infantil da escola – utilizando a educação tecnológica – LEGO- Pelotas/RS - Escola La Salle
- Apresentação de Banner na 1ª Jornada de Pós-graduação IFSul-RS. Tema **O uso da robótica educacional como ferramenta de apoio no processo de aprendizagem**. 2013.
- Palestra na UFPel – Pelotas/RS - Tema **A Robótica e a sua relação com o uso de**

**ROVs na Engenharia de Petróleo. 2014.**

- Comunicação oral do trabalho de pesquisa desenvolvido no IFSul-Pelotas-RS- no 4º Fórum sobre educação e cultura digital. Tema **O uso da Robótica Educacional no aprendizado de conceitos de Física. 2014.**
  
- Capacitação LEGO- Planejamento das aulas de Robótica para os professores do Ensino Médio do SESI - Pelotas/RS. 2014.
  
- Ministrante do Mini curso de Educação Tecnológica- Robótica no 4º Fórum sobre educação e cultura digital- Professores da Rede Municipal de Bagé/RS. 2014.
  
- Palestra para professores da Escola Félix Contreiras – Bagé/RS - Tema **Educação Tecnológica- Robótica Educacional e os benefícios para os alunos. 2015**

## BIBLIOGRAFIA

AYRES, Marcelo. *Conheça a História dos Robôs*. Disponível em: <http://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2007/10/01/ult4213u150.jhtm> Acesso em: 19 ago. 2013.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. (Eds.) *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova York: Addison Wesley Longman, 2001.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976.

BARBIER, René. *A pesquisa-ação*. Brasília: Liber Livro Editora, 2007.

BLOOM, B. S. et al. *Taxonomy of educational objectives*. (v. 1). New York: David Mckay, 1956.

BRASIL. CNE/CEB. *Atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio*. Brasília: CNE.CEB, 2011. Acesso em: 20 dez. 2014.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs): terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental*. – Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em [https://www.google.com.br/?gws\\_rd=ssl#q=Par%C3%A2metros+curriculares+nacionais:+terceiro+e+quarto+ciclos+do+ensino+fundamental](https://www.google.com.br/?gws_rd=ssl#q=Par%C3%A2metros+curriculares+nacionais:+terceiro+e+quarto+ciclos+do+ensino+fundamental) Acesso em: 20 dez. 2014.

\_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - PCNEM: partes II e III*. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> Acesso em: 20 dez. 2014.

CASTILHO, Maria Inês. *Robótica na Educação: com que Objetivos?* 2002. Disponível em: <http://www.pucrs.br/eventos/desafio/mariaines.php> Acesso em: 18 jul. 2013.

CHURCHES, Andrew. *Taxonomía de Bloom para la era digital*, 2009. Disponível em: <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>. Acesso em: 10 dez. 2014.

CNB (Currículo Nacional do Ensino Básico). *Competências essenciais: Educação tecnológica no ensino básico*. Disponível em: <http://educacaotecnologica.2000pt.net/ProgramaEducacaoTecnologica.pdf> Acesso em: 06 out. 2013.

CUNHA, Raquel Nunes. *Teoria de Ausubel*. Departamento de Psicologia. Disciplina: Aprendizagem e Ensino. Brasília: UNB, 1999. Disponível em: <http://www.xr.pro.br/monografias/ausubel.html> Acesso em: 12 ago. 2013.

D'ABREU, João Vilhete Viegas. *Desenvolvimento de Ambientes de Aprendizagem*

*Baseados no Uso de Dispositivos Robóticos*. Trabalho publicado nos Anais do X Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE99. “As Novas Linguagens da Tecnologia na Aprendizagem”. Universidade Federal de Paraná – UFPR, Curitiba, de 23 a 25 nove. 1999. Disponível em: [http://www.nied.unicamp.br/oea/mat/telerobotica\\_joao\\_nied4\\_sbie1999.pdf](http://www.nied.unicamp.br/oea/mat/telerobotica_joao_nied4_sbie1999.pdf) Acesso em: 30 jan. 2014.

DELORS, Jaques. *Os quatro pilares da educação*. Artigo na Revista eletrônica ReConstruirConstruir, Ano 11, nº 90, março de 2012. Disponível em: [http://www.educacaomoral.org.br/reconstruir/os\\_educadores\\_edicao\\_90\\_jacques\\_delours.html](http://www.educacaomoral.org.br/reconstruir/os_educadores_edicao_90_jacques_delours.html) Acesso em: 17 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. *Educação: um tesouro a descobrir*. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre educação para o século XXI. São Paulo: Editora Cortez, 2001, p. 82-104.

FEIGENBAUM, Edward A. *Estudo sobre inteligência artificial*. Disponível em: [http://www.citi.pt/educacao\\_final/trab\\_final\\_inteligencia\\_artificial/robotica.html](http://www.citi.pt/educacao_final/trab_final_inteligencia_artificial/robotica.html) Acesso em: 18 set. 2013.

FEITOSA, Jéferson G. (org). *Projeto de educação e Tecnologia: Manual Didático pedagógico LEGO*. Curitiba: Zoom Editora Education, 2003.

FEITOSA, Jéferson G. (org). *Manual Didático Pedagógico, 1ªed.atual*-Curitiba, PR, ZOOM Editora Educacional, 2013.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. *Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais*. **Gestão & Produção**, São Carlos , v. 17, n. 2. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2010000200015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000200015&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 06 jan. 2015.

FORESTI, Henrique. *A história dos Robôs (Primeiro passo)*. Disponível em: <http://robolivre.org/conteudo/historia-da-robotica-2013> Acesso em: 18 ago. 2013.

GEBRAN, Maurício Pessoa. *Tecnologias educacionais*. Curitiba: IESDE BRASIL SA, 2009.

GOMES, Cristiano Mauro Assis. *Feuerstein e a construção mediada do conhecimento*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GOMES, Marcelo. *Reciclagem Cibernética e Inclusão Digital: Uma Experiência em Informática na Educação*. In: LAGO, Clênio (Org.). **Reescrevendo a Educação**. Chapecó: Sinproeste, 2007.

INTELIGÊNCIA Artificial. In: WIKIPEDIA. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Inteligência\\_artificial](http://pt.wikipedia.org/wiki/Inteligência_artificial) Acesso em: 19/08/2013

JÚNIOR, Miguel; VASQUES, Francisco; ALMINO, Thiago Henrique. *Robótica*

*Educacional e a produção científica na base de dados da CAPES.* Disponível em: <http://www.ujaen.es/revista/reid/revista/n4/REID4art2.pdf> Acesso em: 31 jul. 2013.

LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência. O futuro do pensamento na era da informática.* Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura.* São Paulo: Editora 34, 1999.

MIT. Cog. [S.l.], 2006. Web. Disponível em: <http://groups.csail.mit.edu/lbr/humanoid-robotics-group/cog/> Acesso em: 19 ago. 2014.

MODOV, Natasha. *Miguel Nicolelis quer espalhar ciência pelo Brasil.* Entrevista ao iG em 18 jul. 2011. Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/miguel+nicolelis+quer+espalhar+ciencia+pelo+brasil/n1597087584972.html> Acesso em: 20 jan. 2014.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro.* São Paulo: Cortez, Brasília, DF. UNESCO, 2000.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes da educação.* Artigo na Revista eletrônica ReConstruirConstruir, ano 11, nº 90, março de 2012. Disponível em: [http://www.educacaomoral.org.br/reconstruir/os\\_educadores\\_edicao\\_97\\_edgar\\_morin.html](http://www.educacaomoral.org.br/reconstruir/os_educadores_edicao_97_edgar_morin.html) Acesso em: 14 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. *Os desafios da educação. In: Os sete saberes: Edgar Morin e o novo mundo.* Matéria principal, ano 2, nº 6, Dez 2010-Jan2011. Disponível em: [http://pensepaic.seduc.ce.gov.br/revistas/revista\\_pense\\_ano02\\_n006.pdf](http://pensepaic.seduc.ce.gov.br/revistas/revista_pense_ano02_n006.pdf) Acesso em: 17 jan. 2014.

NICOLELIS, Miguel. *Muito além do nosso eu.* São Paulo: Companhia das letras, 2011.

OLIVEIRA, José Antônio Colvara. *Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento.* Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias da Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

OLIVEIRA, Marta K. *Vigostsky: aprendizagem e desenvolvimento: um processo sócio-histórico.* São Paulo: Scipione, 1999.

ORTOLAN, Ivonete Terezinha et al. *Robótica Educacional: uma experiência construtiva.* 2003. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2003. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85322>. Acesso em: 18 nov. 2014.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.* Porto Alegre: Artmed Editora, 2008.

PCN's Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Parte I - Bases Legais. 2000. Disponível em portal. <http://mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> p.59  
Acesso em: 12 nov. 2014.

PERRENOUD, Philippe. *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.

PERRENOUD, Philippe. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. *Da Lógica da Criança a Lógica do Adolescente*. São Paulo: Ed. Pioneira, 1976.

PONTES, Lelino. *A história da Robótica Educacional (RE)*. Artigo sobre Robótica Educacional. Disponível em: <http://lelinopontes.wordpress.com/2010/06/25/historia-da-robotica-educacionalre/> Acesso em: 01 ago. 2013.

RAMOS, Daniel Costa. *Robótica Educacional: como essa tecnologia pode ajudar no processo de aprendizagem*. Vídeo Conferência. Disponível em: [www.sabixao.com/anuncio/robotica-educacional-146](http://www.sabixao.com/anuncio/robotica-educacional-146) Acesso em: 12/ jun. 2013.

REIS, Júnias Belmont. *O conceito de tecnologia e tecnologia educacional para alunos do ensino médio e superior*. Disponível em: [http://alb.com.br/arquivo-morto/edicoes\\_anteriores/anais17/txtcompletos/sem16/COLE\\_932.pdf](http://alb.com.br/arquivo-morto/edicoes_anteriores/anais17/txtcompletos/sem16/COLE_932.pdf) Acesso em: 17 set. 2013.

RIBEIRO, Célia Rosa. *Robô Carochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1º ciclo do Ensino Básico*. 2006. 189 f. Dissertação Mestrado em Educação–Tecnologia Educativa– Universidade do Minho, Braga, 2006. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6352/2/teseRoboticaCeliaribeiroFinal.pdf> Acesso: 20 dez. 2013.

ROTHMAN, Paula. *Ensino Sob Medida- Baseado em Tecnologia, o ensino personalizado ganha espaço nas escolas e torna-se peça-chave para modernizar a Educação e nos tirar do atraso*. Matéria da Revista Info-Inovação. São Paulo: Abril Editora, 2012.

SANCHES, Neusa. *Fascículo da Educação Tecnológica Zoom: introdutória*. Curitiba: Zoom Editora Educacional, 2009.

SILVA, Marco. *Sala de aula interativa: educação, comunicação, mídia clássica, internet, tecnologias digitais, arte, mercado, sociedade, cidadania*. São Paulo: Loyola, 2010.

SISTEMAS Embarcados. In: WIKIPEDIA. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistemas\\_embarcados](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistemas_embarcados) Acesso em: 19 ago 2014.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, dez. 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022005000300009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000300009&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 12 dez. 2014.

ZILLI, Silvana do Rocio et al. *A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática*. 2004. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86930>. Acesso em: 18 nov. 2014.

ZOOM, LEGO. *Fundamentação pedagógica do modelo de educação tecnológica ZOOM*. Zoom Education, 2015. Disponível em: <http://zoom.education/sobre-a-zoom/fundamentacao-pedagogica>. Acesso em: 10 jan. 2015.

## ANEXOS

## Anexo - Atividade com o Buggy – Meu primeiro Robô

Fonte: Manual de Montagens LEGO ZOOM, 2013, p.8-9

**Atividade 1**

# Meu primeiro robô

Chegou o momento de colocar em prática tudo o que você já ouviu a respeito do Projeto de Educação Tecnológica LEGO ZOOM!

Para entender um pouco melhor como funciona o NXT, construiremos um modelo de robô com um motor.

Um dos conceitos mais importantes para entendermos a natureza é medir a velocidade na qual "as coisas ocorrem".

Programo seu robô para que ative o motor durante dois segundos (veja, no Manual de programação para o NXT software, como acionar motores).

Primeiro, marque a posição inicial do robô com uma fita adesiva. Depois, inicie o programa para colocar o carrinho em movimento e, assim que parar, meça a distância que ele percorreu. Construa uma tabela (veja exemplo abaixo) em seu caderno e preencha a distância percorrida. Programe seu robô para que se desloque durante três e quatro segundos e, por fim, anote os resultados encontrados.

	Tempo (segundos)	Distância (centímetros)
1ª medição	2	
2ª medição	3	
3ª medição	4	

Represente os dados obtidos num gráfico em seu caderno e faça uma previsão da distância percorrida para outros tempos.

Você também pode alterar a potência fornecida aos motores. Teste!

**Desafio**

Marque com uma fita adesiva uma largada e uma chegada. Faça as modificações necessárias no modelo e na programação, para que o robô alcance a maior velocidade possível, mas possa, ao mesmo tempo, identificar o fim da pista de corrida (veja os sensores e suas funções no Manual de programação para o NXT software).

Manual de Montagens.

## APÊNDICES

**Apêndice A-** Primeiro questionamento utilizado como instrumentos de sondagem.

1) Qual (is) a(s) dificuldade(s) que você tem em relação ao aprendizado dos conteúdos de Física?

**Apêndice B** - Tabela para organizar o planejamento das atividades das oficinas de RE

Alunos	Ajuda na compreensão dos conteúdos de Física	A aula prática fica mais divertida e interessante	Conseguimos ver melhor como as coisas acontecem	Desperta o raciocínio por causa dos desafios	Conseguimos fazer relação com as coisas da vida real e com o curso.
<b>A</b>	<b>X</b>		<b>X</b>		
<b>B</b>	<b>X</b>				<b>X</b>
<b>C</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
<b>D</b>	<b>X</b>			<b>X</b>	<b>X</b>
<b>E</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	
<b>F</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>G</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>

**Apêndice C-** Questionamento feito após a atividade: Meu primeiro robô- Buggy- Manual de Montagens LEGO ZOOM, 2013, p.8-9

2) O que você pensa sobre o uso do experimento de Robótica para auxiliar na compreensão dos conteúdos de Física?

**Apêndice D-** Tabela para organizar as informações dadas pelos alunos no questionamento 02.

<b>Alunos</b>	<b>Aplicação de fórmulas</b>	<b>Elaboração e resolução de cálculos</b>	<b>Leitura e interpretação de exercícios</b>	<b>Entender os conteúdos sobre MRU e MRUV</b>	<b>Fazer a conversão de unidades de medida</b>
A			X		
B	X				X
C	X	X	X		X
D				X	
E				X	
F	X	X	X	X	
G	X			X	

**Apêndice E** – Segunda atividade de experimentação prática.

**2º Encontro: Experimento Prático**

**Data:** .....

**Nomes:** .....

**Exercícios de Física**

**1) Utilizando o Buggy resolva as questões propostas, a partir dos seguintes dados:**

**a) Tempo: 7s Potência: 40**

Distância percorrida: ?.....

Velocidade: ?.....

**b) Tempo: 7s Potência: 55**

Distância percorrida: ?.....

Velocidade: ?.....

**c) Tempo: 7s Potência: 62**

Distância percorrida: ?.....

Velocidade: ?.....

**d) Tempo: 7s Potência: 75**

Distância percorrida: ?.....

Velocidade: ?.....

**e) Tempo: 7s Potência: 90**

Distância percorrida: ?.....

Velocidade: ?.....

**2) Trace um gráfico utilizando as variáveis ..... e.....**

**Conclusões:**.....

.....

.....

**Apêndice F-** Questionamento sobre o uso do experimento robótico para facilitar o entendimento e a aplicação de fórmulas.

3) Você acredita que o uso do experimento prático de Robótica – Buggy, pode ajudar no entendimento e aplicação de fórmulas? Por que?

**Apêndice G-** Questionamento sobre o uso do experimento robótico para facilitar o entendimento dos conteúdos relacionados ao estudo do movimento em Física.

4) Você pensa considera que o uso de sensores no dispositivo robótico (Buggy) ajuda na simulação de situações reais, facilitando o entendimento dos conteúdos relacionados com o movimento. Por quê?

**Apêndice H** - Tabela de dados observáveis relativos ao desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos.

Alunos	Faz relação entre a teoria e a prática	Compreen de fórmulas e conceitos a partir da observação direta	Realiza cálculo mental	Faz predição a partir do desafio proposto	Traça e interpreta gráficos	Tem noção Espacial	Trabalha em equipe	Expressar-se oralmente perante o grupo	Apresenta habilidade motora na função de montador	Consegue programar o Robô
A	X		X	X	X	X	X			
B	X				X	X			X	
C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
D	X		X	X	X	X		X	X	X
E	X	X	X	X	X	X		X	X	X
F	X	X	X		X		X			
G	X	X		X	X					

## Apêndice I - Atividade de desafios

### **3) Desafio**

Utilizando o tempo determinado de 5s, programe o Buggy para que ele chegue até os três pontos de chegada marcados aleatoriamente durante o seu percurso (anote as distâncias do ponto de partida até cada ponto de chegada).

**Detalhe -** Vocês só podem alterar as potências.

T.....

P1..... d1.....

P2..... d2.....

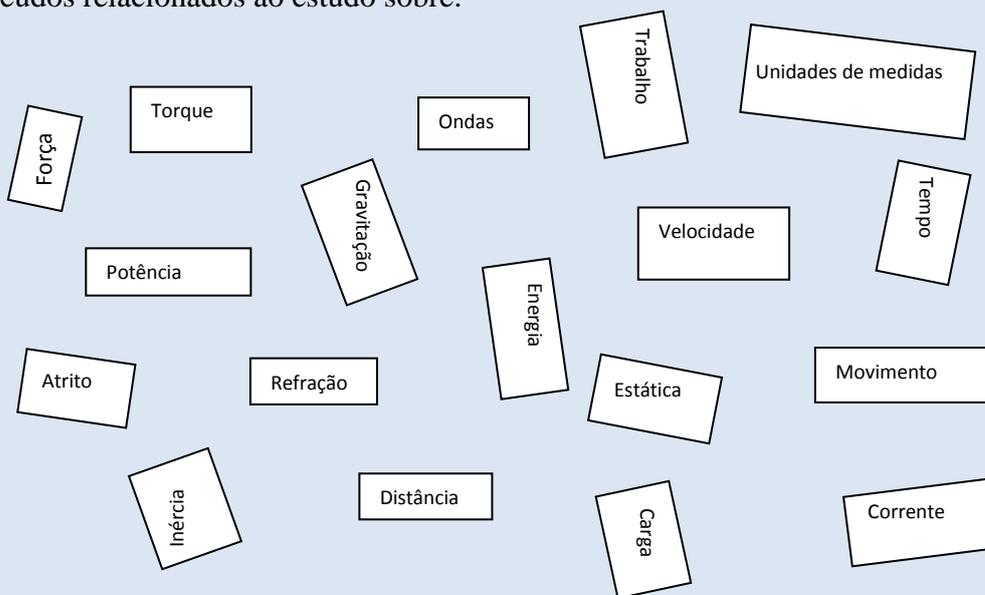
P3..... d3.....

**4) Trace um gráfico utilizando as variáveis.....e.....**

**Apêndice J-** Instrumento de sondagem para levantamento de dados ao final da última oficina de RE.

Circule as palavras que respondem a seguinte questão:

As oficinas de Robótica de RE ajudaram você a melhorar a compreensão de conteúdos relacionados ao estudo sobre:



**Apêndice L** - Instrumento de sondagem para levantamento de dados ao final da última oficina de RE, de acordo com queixa inicial.

**Como você considera os seus conhecimentos sobre esses conteúdos em relação atividades práticas nas Oficinas de R.E.?**

<b>ANTES</b>	<u><b>Unidades de Medidas</b></u>	<b>DEPOIS</b>
		
<b>Ruim</b> <b>Bom</b>		<b>Ruim</b> <b>Bom</b>
<b>ANTES</b>	<u><b>Movimentos (MRU e MRUV)</b></u>	<b>DEPOIS</b>
		
<b>Ruim</b> <b>Bom</b>		<b>Ruim</b> <b>Bom</b>
<b>ANTES</b>	<u><b>Traçado de Gráficos</b></u>	<b>DEPOIS</b>
		
<b>Ruim</b> <b>Bom</b>		<b>Ruim</b> <b>Bom</b>
<b>ANTES</b>	<u><b>Aplicação de Fórmulas</b></u>	<b>DEPOIS</b>
		
<b>Ruim</b> <b>Bom</b>		<b>Ruim</b> <b>Bom</b>

ANTES

Resolução de Problemas

DEPOIS



Ruim                  Bom



Ruim                  Bom

ANTES

Cálculos

DEPOIS



Ruim                  Bom



Ruim                  Bom

ANTES

Leitura e interpretação

DEPOIS



Ruim                  Bom



Ruim                  Bom

ANTES

Perceber as relações entre as variáveis  
(tempo, distância, velocidade, potência)

DEPOIS



Ruim                  Bom



Ruim                  Bom

**ANTES****Fazer relações entre os conteúdos  
de Física e as situações reais do cotidiano****DEPOIS****Ruim****Bom****Ruim****Bom****Nome:..... Data:.....****Escreva sobre as suas impressões das oficinas de RE.**

### Apêndice M - Relatório de Trabalho

**Relatório de Trabalho**

Nome da Montagem:..... Data:.....

Nome dos componentes:..... Função:.....

..... Função:.....

..... Função:.....

..... Função:.....

Descrição da Montagem, função e peças utilizadas ( no mínimo 04):

.....  
.....  
.....  
.....

Desenho da montagem de acordo com a revista:

Conclusões de trabalho:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Apêndice N - Termo de Livre Consentimento e Esclarecido (TLCE)****INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE – IFSul****PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu, \_\_\_\_\_, RG/CPF \_\_\_\_\_, declaro estar de acordo em participar da pesquisa intitulada “**ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES, UM ESTUDO DE CASO, SUPERANDO DESAFIOS DE APRENDIZAGEM**”, desenvolvida pela mestranda Rosimeri Gonzaga Guarenti, aluna do curso de Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia do campus Pelotas, sob orientação do Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro. Outrossim, declaro estar ciente, sem qualquer constrangimento, da finalidade da pesquisa, e autorizo o registro fotográfico dos experimentos de montagem com robótica educativa para o relatório final de pesquisa, bem como fui informado de que minha identidade será preservada. Estou ciente de que durante o desenvolvimento da pesquisa poderei fazer contato com a pesquisadora pelo email [r.guarenti@gmail.com](mailto:r.guarenti@gmail.com) ou pelo telefone (53) 8405-1020 para quaisquer esclarecimentos.

Pelotas, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014.

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do responsável (caso menor de idade): \_\_\_\_\_

Assinatura da pesquisadora: \_\_\_\_\_

Assinatura do orientador: \_\_\_\_\_