



Universidade Federal do Rio Grande



Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Associação Ampla FURG / UFRGS / UFSM

**Desenvolvimento do pensamento computacional
através da robótica: Fluidez Digital no Ensino
Fundamental**

MATEUS MADAIL SANTIN

Dra. Silvia Silva da Costa Botelho

Dr. João Alberto da Silva

Rio Grande
2014

MATEUS MADAIL SANTIN

Desenvolvimento do pensamento computacional através da robótica: Fluidez Digital no Ensino Fundamental

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Educação em Ciências.

Linha de Pesquisa:

Educação Científica: As Tecnologias Educativas no Processo de Aprendizagem.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Silva da Costa Botelho

Coorientador: Prof. Dr. João Alberto da Silva

RIO GRANDE
2014

S235d

Santin, Mateus Madail.

Desenvolvimento do pensamento computacional através da robótica: fluidez digital no ensino fundamental / Mateus Madail Santin – 2014.

134 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande/FURG
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.

Orientadora: Dr^a. Silvia Silva da Costa Botelho.

Coorientador: Dr. João Alberto da Silva.

1. Fluência digital. 2. Ensino fundamental. 3. Robótica educacional.
4. Pensamento computacional. I. Botelho, Silvia Silva da Costa. II. Silva, João Alberto da. III. Título.

CDU 37:5

Catálogo na fonte: Bibliotecária Flávia Reis de Oliveira CRB10/1946

*Aos meus pais Augusto Santin e Cleci Madail Santin
(In Memoriam)
e a minha noiva Lauren Fonseca Anacker*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força interior em me manter em paz frente às dificuldades e alegrias que a vida apresenta.

À Lauren Fonseca Anacker por todo apoio, paciência e companheirismo durante os momentos que precisei que me ausentar para a realização deste trabalho.

À minha orientadora Silvia Silva da Costa Botelho por ter me acolhido junto ao grupo de pesquisa no C3, a quem aprendi a admirar pela capacidade de trabalho e competência e dinamismo de ideias.

Ao meu coorientador João Alberto da Silva, pelas excepcionais aulas do doutorado um exemplo de profissional. Teu incentivo, conselhos e disponibilidade permitiram a conclusão do trabalho. Meu mais sincero agradecimento por compartilhar de forma entusiasmada teu conhecimento junto às oficinas e publicações.

À professora Dra. Elena Ramírez Orellana por ter me acolhido na Espanha durante meu estágio doutoral, minha gratidão pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

Ao Dr. Jorge Martín Domínguez, por todo o apoio durante a realização da coleta de dados na Espanha, e pelo companheirismo, acolhimento e imersão na cultura Espanhola.

Agradeço a FURG e em especial ao Programa de Pós-graduação em Ciências, exemplo de ensino público de qualidade.

Aos colegas Carla Botelho, Celso Rodrigues, Cesar Machado, Luciano Ribeiro, Marcos Amaral, Rafael Penna e Valmir Heckler, pelo convívio harmonioso durante estes anos e pelas palavras e comentários que de alguma forma contribuíram com o trabalho. Em especial a Silvana Iahnke por ter me incentivado e apoiado para ingressar nesta jornada.

Meu agradecimento especial pela contribuição da banca do exame de qualificação e pela participação dos membros da banca examinadora da defesa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior (CAPES) por custear parte deste projeto.

Só a experiência própria é capaz de tornar sábio o ser humano.

Sigmund Freud

RESUMO

Ao contrário de outras Ciências, como a Matemática e a Biologia por exemplo, a Computação é apresentada ao aprendiz tardiamente. Mesmo sendo capazes de estabelecer conjuntos de procedimentos, alega-se que nos primeiros anos do ensino fundamental as crianças ainda não apresentam estruturas cognitivas capazes de representar simbolicamente, através das linguagens de programação existentes, os algoritmos associados a tais procedimentos. Em função disto, metodologias e ferramentas adequadas são necessárias para que se possa desenvolver o pensamento computacional destes indivíduos, pois, ao chegarem na fase adulta, apresentam dificuldade em se expressarem de forma autônoma e criativa com a tecnologia. Neste estudo é apresentada a hipótese de que a possibilidade de programação “com as mãos” e montagem de artefatos através de peças concretas, característica de dispositivos robóticos com memória cinética, possibilitariam o desenvolvimento do pensamento computacional, da didática, e o aprendizado de princípios para algoritmos, por crianças do ensino fundamental. Para sustentar esta hipótese buscou-se apoio na teoria do construtivismo de Piaget, no conceito de Fluidez Digital de Resnick e utilizou-se a robótica educacional através do mecanismo de memória cinética, para o desenvolvimento de um arcabouço metodológico, que permite o desenvolvimento da Fluência Digital desde os primeiros anos do ensino fundamental. Os dados indicam que crianças bem pequenas, que não se apropriam do sistema de escrita, são capazes de desenvolver procedimentos, através do uso de materiais robóticos, e construir indicadores de Fluidez Digital.

Palavras-chave: Fluência Digital; Ensino Fundamental; Robótica Educacional; Pensamento Computacional.

ABSTRACT

Unlike other sciences, such as mathematics and biology for example, the computing is presented to the learner late. Even being able to establish joint procedures, claims that in the early years of elementary school children still do not have cognitive structures capable of representing symbolically, through existing programming languages, algorithms associated with such procedures. Because of this, methodologies and tools are required so that we can develop computational thinking of these individuals, because when they arrived at adulthood, have difficulty in expressing themselves autonomously and creatively with technology. In this study we present the hypothesis that the possibility of programming "with hands" and mounting artifacts through concrete parts, characteristic of robotic devices with kinetic memory, would enable the development of computational thinking, di, and learning principles to algorithms for elementary school children. In support of this hypothesis we sought to support the theory of Piaget's constructivism, the Digital Melt concept of Resnick and used the educational robotics through kinetic memory mechanism for the development of a methodological framework that allows the development of Fluency digital from the early years of elementary school. The data indicate that very small children, who do not appropriate to the writing system, are able to develop procedures through the use of robotic materials, and building digital Melt indicators.

Keywords: Digital Fluency; Elementary School; Educational robotics; Computational thinking.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Modelo conceitual de Fluência Digital	26
Figura 2: Ambiente de programação	44
Figura 3: Programa exemplo com <i>Scratch</i>	45
Figura 4: Modelo dos cartões	47
Figura 5: Uma representação do sistema binário	48
Figura 6: Programação tátil da peça ativa	70
Figura 7: Conjunto de peças ativas e passivas que formam o TOPOBO	72
Figura 8: Montagem do TOPOBO com uma peça ativa	72
Figura 9: Montagem do TOPOBO com quatro peças ativas	73
Figura 10: Conjunto de etapas do arcabouço	83
Figura 11: Distribuição das fases da educação	86
Figura 12: Robô que <i>diz não</i>	93
Figura 13: Robô que <i>dança</i>	93
Figura 14: Ambiente de programação com o TOPOBO	94
Figura 15: Explosão de ideias.....	98
Figura 16: Animal imagético do grupo B1	98
Figura 17: Crianças recebendo instruções sobre o vídeo	99
Figura 18: Robô construído através da metodologia 2	100
Figura 19: Relato do aluno 1.....	101
Figura 20: Relato do aluno 2.....	103
Figura 21: Animal imagético do grupo B2.....	104
Figura 22: Contato com as peças: explicação das conexões e programação.....	105
Figura 23: Robô montado a partir da metodologia 3	105
Figura 24: Relato do aluno 4.....	106
Figura 25: Localização dos CEIP.....	108
Figura 26: Iniciam pela peça ativa	111
Figura 27: Possuem ideia do que estão montando	112
Figura 28: Recordam o processo de programação	113
Figura 29: Questiona cabo de interligação	113
Figura 30: Interligaram a fonte de energia.....	114

Lista de tabelas

Tabela 1: Exemplo de problemas não triviais e as soluções computacionais.....	28
Tabela 2 Tempo de utilização de tecnologia	50
Tabela 3: Estágios do Desenvolvimento.....	62
Tabela 4: Relação de Kits comerciais.....	64
Tabela 5: Componentes do kit TOPOBO.....	70
Tabela 6: Participantes Escola A.....	92
Tabela 7: Participantes Escola B1	97
Tabela 8: Participantes Escola B2.....	104
Tabela 9: Programação TOPOBO x Pseudocódigo	107
Tabela 10: Participantes Escolas C e D	109

SUMÁRIO

Introdução	13
1.1 Perfis Tecnológicos	14
1.2 O desafio do uso da tecnologia	15
1.3 Questão de pesquisa	17
1.4 Objetivos	17
1.5 Hipótese	17
1.6 Lista de artigos publicados	18
2 Fluidez Digital	19
2.1 Conceitos e pilares	19
2.2 Eixos de Análise	20
2.2.1 Características demográficas.....	20
2.2.2 Fatores educacionais e psicológicos	21
2.2.3 As influências sociais	22
2.2.4 Intenção comportamental ao uso de tecnologia	22
2.2.5 Oportunidade	23
2.2.6 Frequência e tipos de uso da tecnologia	24
2.3 Mapa Conceitual de Fluência Digital	25
2.4 Educação em computação	26
2.5 Conceituando ciências da computação	30
2.5.1 Algoritmos	30
2.5.2 Programa	32
2.6 Desafios e dificuldades	32
2.7 Diretrizes curriculares e propostas pedagógicas	37
2.8 A teoria do aprendizado significativo	39
2.9 Computação para jovens e crianças	41
2.9.1 O ensino de computação no ensino superior.....	41
2.10 Ensino Fundamental e Infantil	42
2.11 Ensino Médio	45
2.12 Ensino Básico e Fundamental	48
2.13 Considerações sobre o capítulo	51
3 Robótica na educação	53
3.1 Tecnologias robóticas	53
3.2 Artefatos robóticos na educação	54
3.3 As principais teorias da aprendizagem	55
3.3.1 Empirismo	55
3.3.2 Inatismo.....	56
3.3.3 Apriorismo	56
3.3.4 Associacionista	57
3.3.5 Behaviorismo	58
3.3.6 Interacionismo.....	59
3.3.7 Cognitivismo.....	61
3.4 Tecnologias didáticas utilizando conceitos de robótica	63
3.5 Panorama do currículo no ensino	66
3.6 Detalhamento sobre comunicação, cultura digital e uso de mídias	67
3.7 O Kit TOPOBO	69
3.8 Considerações sobre o capítulo	74
4 Abordagens Metodológicas	75
4.1 Metodologia e organização do trabalho	77

4.2	Aplicação da metodologia baseada no Design	77
4.3	Mostra dos sujeitos da pesquisa	80
4.4	Escolhendo as habilidades que serão trabalhadas	80
4.4.1	Suporte ao conhecimento fundamental	80
4.4.2	Suporte à resolução de problemas	81
4.5	Utilização de material de apoio	82
4.6	Socializar a oficina	82
4.7	Desenvolvimento das atividades	83
4.7.1	Instrumento de coleta de dados.....	84
4.7.2	Bloco de anotações.....	84
4.7.3	Registro audiovisual.....	84
4.7.4	Análise dos Dados	85
4.8	Abordagem metodológica 1	86
4.8.1	Objetivos da abordagem metodológica 1.....	87
4.8.2	Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 1	87
4.8.3	Planejamento e desenvolvimento da metodologia 1.....	87
4.9	Abordagem metodológica 2	87
4.9.1	Objetivos da abordagem metodológica 2.....	88
4.9.2	Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 2	88
4.9.3	Planejamento e desenvolvimento da metodologia 2.....	88
4.10	Abordagem metodológica 3	89
4.10.1	Objetivos da abordagem metodológica 3.....	89
4.10.2	Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 3	89
4.10.3	Planejamento e desenvolvimento da metodologia 3.....	89
4.11	Abordagem metodológica 4	90
4.11.1	Objetivos da abordagem metodológica 4.....	90
4.11.2	Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 4	90
4.11.3	Planejamento e desenvolvimento da metodologia 4.....	91
5	Aplicação do arcabouço metodológico: recortes das oficinas	92
5.1	Aplicação da metodologia 1	92
5.2	Aplicação da metodologia 2	97
5.3	Aplicação da metodologia 3	104
5.4	Aplicação da metodologia 4	108
6	Considerações finais e trabalhos futuros	115
6.1	Trabalhos Futuros	118
	Referências	119

Introdução

O presente capítulo aborda os diferentes perfis tecnológicos, assim como os desafios e uso da tecnologia. Em seguida, apresenta a questão de pesquisa, seus objetivos e formula a hipótese do trabalho. Por fim, o capítulo apresenta uma relação de artigos publicados, que são subprodutos da tese.

O capítulo 2 aborda o conceito de Fluidez Digital apresentando seus conceitos e pilares, os eixos de análise da Fluência Digital e, além disso, apresenta uma mapa conceitual da Fluência Digital. Neste capítulo, é abordada a educação em computação e seus principais conceitos no contexto deste trabalho. Em seguida, discute os desafios e as dificuldades na formação do cientista da computação e as diretrizes curriculares e propostas pedagógicas. Ademais, são discutidas questões sobre o ensino de computação para crianças e jovens e a teoria do aprendizado significativo.

Já no capítulo 3 é apresentada a Robótica na Educação com suas tecnologias e os artefatos robóticos utilizados no contexto da educação. São apresentadas, também, algumas das principais teorias da aprendizagem e as tecnologias didáticas que utilizam conceitos de robótica. Um panorama do currículo no ensino é discutido e, após, é feito um detalhamento sobre comunicação, cultura digital e o uso de mídias. Por fim, o Kit TOPOBO, que é utilizado para a realização das oficinas expostas no capítulo 6, é apresentado em detalhes.

No capítulo 4, por sua vez, a metodologia de organização do trabalho é descrita assim como é definida a aplicação da metodologia que está baseada no design. Além disso, são definidos os sujeitos da pesquisa e como a aplicação da metodologia possibilita escolher as habilidades que o professor irá desenvolver nas aulas. Neste capítulo são discutidos os aspectos em relação à utilização de material de apoio para a realização das oficinas e, também, a como os alunos podem socializar as oficinas. A

metodologia aborda o desenvolvimento das atividades e apresenta as quatro abordagens metodológicas que são propostas no trabalho.

O capítulo 5 apresenta um recorte das oficinas enfatizando, para cada uma das abordagens metodológicas do capítulo 4, os aspectos do desenvolvimento da Fluência Digital. Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as considerações finais e os trabalhos futuros.

1.1 Perfis Tecnológicos

A disseminação da computação em nossa sociedade é inegável, uma vez que diversos processos e serviços dentro da sociedade vêm sendo informatizados e exigem cada vez mais que as pessoas se relacionem com sistemas informatizados. Como exemplo, são caixas de autoatendimento dos bancos, serviços públicos na emissão de certidões, pagamento de tributos, dentre diversos outros serviços que podem ser realizados via internet ou através de um sistema computacional.

Em geral, a internet é o meio para que esta disseminação de serviços aconteça. O fenômeno da internet, em nível comercial, desencadeou uma abrupta expansão tecnológica e o aperfeiçoamento das transmissões de dados e do compartilhamento de informações via computadores, bem como o aparecimento de novas formas de comercialização de produtos e serviços dando início, desse modo, ao que se denominou de *Internet commerce* – comércio pela internet, além de outras denominações (*e-commerce*, *e-business*, *digital markets* etc.). Observa-se que esse tema vem sendo cada vez mais focado, tanto na literatura de negócios quanto no âmbito acadêmico, dada a sua importância no contexto atual de um mercado cada vez mais exigente e competitivo (ALBERTIN, 1999; MOUGAYAR, 1997; DOWNES; MUI, 1998; SEYBOLD, 1998).

No entanto, esse processo da década de noventa até os dias atuais vem de um período remoto, de uma época na qual a transformação das comunicações se constituía como uma inspiração de conhecimento e desenvolvimento. Além disso, esse processo de comunicação de

computadores, que conhecemos com a denominação de internet, ganha cada vez mais espaço na sociedade e é fruto principalmente da segunda Guerra Mundial, da criação dos computadores e do desenvolvimento das técnicas de comunicação, o que possibilitou que a nossa sociedade tecnológica passasse por contínuas transformações. Em virtude desse cenário de mudanças, a identificação dos conteúdos mínimos básicos necessários aos nossos alunos dos ensinos infantil e fundamental passou a ser um desafio aos educadores e cientistas da educação, já que esses conteúdos devem proporcionar a aptidão necessária ao cidadão para participar efetivamente do mundo moderno, onde é cada vez mais valorizado o conhecimento tecnológico (LEAL, 2009).

Os jovens, nascidos entre 1980 e 1994, imersos na cultura das novas mídias as consideram como parte integral de seu cotidiano e as utilizam de maneira diferencial, se comparados às gerações anteriores, com os seus professores, são denominados de **nativos digitais** (PRENSKY, 2001). O nativo digital tornou-se evidente sobretudo a partir do início dos anos 2000, quando professores e especialistas na área de educação perceberam que uma nova geração de estudantes passou a fazer parte das instituições educacionais. Segundo Tapscott (1998), essa geração pode ser definida como **geração Net**, associando esses jovens à familiaridade e confiança no uso das tecnologias de informação e comunicação. As pessoas que cresceram sem a utilização da tecnologia, porém, e que adotaram seu uso tardiamente são definidas segundo Prensky (2001) como **imigrantes digitais**. Existe um grupo denominado "**Desconhecidos digitais**", tradução livre de *digital strangers*. Esse grupo é formado por estudantes sem experiência e oportunidades, que até um determinado momento da vida não tinham usado um computador e que não têm fácil acesso à tecnologia fora do ambiente universitário (BROWN; CZERNIEWICZ 2010).

1.2 O desafio do uso da tecnologia

A tecnologia passa por transformações de forma rápida e, dessa forma, impossibilita estabelecer tecnologias específicas ou até mesmo

agregar um conjunto de conhecimentos que uma pessoa deva dominar para atuar no mundo digital. O domínio de algumas ferramentas básicas, muitas vezes aprendidas em cursos ou em aulas de informática, rapidamente torna-se obsoleto (KIST, 2008).

Segundo Dos Santos; Costa (2006), com o intuito de produzir melhores resultados no processo de aprendizagem nessas áreas, faz-se constante a necessidade de rever as práticas didáticas de ensino de forma geral. O objetivo é transformar processos abstratos em concretos através de produtos de software que possibilitem melhor compreensão dos tópicos abordados e maior interação entre aluno-objeto de trabalho (neste caso, o computador). Esse fenômeno encontra sua maior barreira nos estágios iniciais dos cursos relacionados, quando do contato com o estudo de **algoritmos, raciocínio lógico e programação**.

A informática, como disciplina da Educação Básica, faz-se necessária a partir do momento em que estamos vivenciando um mundo cheio de tecnologias digitais. Diante do avanço tecnológico, vemos a necessidade de inserir a informática no contexto educacional de diversas disciplinas e, a partir disso, precisamos entendê-la para poder utilizá-la junto a outras situações. Sendo assim, basta aprendê-la e em sincronia aplicá-la não só em todas as disciplinas, mas também no nosso dia a dia (LACERDA, 2012).

Dessa forma, o ensino de algoritmos e de seus fundamentos e conceitos básicos poderiam ser introduzidos dentro de um conceito chamado de **Fluidez Digital**, assim como as outras ciências ao longo de todo o período de formação do aprendiz, tendo início, por exemplo, logo nos primeiros anos do ciclo básico. Técnicas para o entendimento e resolução sistemática de problemas envolvendo a articulação de procedimentos poderiam ser introduzidas ao longo do ensino fundamental. Resnick nos diz:

No meu grupo de pesquisa no MIT Media Lab, ainda acreditamos no sonho de Papert de fluência computacional para todos. Mas também entendemos que transformar o sonho de Papert em realidade não é fácil. Isso irá requerer uma nova geração de tecnologias, atividades e estratégias de ensino (RESNICK, 2012).

1.3 Questão de pesquisa

É possível o desenvolvimento da Fluidez Digital, mais precisamente o ensino de fundamentos da ciência da computação, no que se refere aos conceitos de algoritmos nas séries iniciais do ensino fundamental?

1.4 Objetivos

Objetivo geral

Investigar o uso do TOPOBO como ferramenta pedagógica para o ensino de fundamentos da ciência da computação nas séries iniciais para o desenvolvimento da Fluidez Digital.

Objetivos específicos

Analisar o conceito de Fluidez Digital e do pensamento computacional no ensino de informática, propondo metodologias de ensino desses conceitos nos anos iniciais através do artefato robótico TOPOBO;

Identificar os aspectos motivacionais da utilização do TOPOBO com crianças;

Investigar a possibilidade de inserção do TOPOBO no currículo dos anos iniciais a fim de promover o desenvolvimento da Fluidez Digital;

Aplicar e analisar os resultados do arcabouço.

1.5 Hipótese

A possibilidade de programação *com as mãos* e montagem de artefatos através de peças concretas, característica de dispositivos robóticos com memória cinética, possibilitariam o desenvolvimento da Fluidez Digital e o aprendizado de algoritmos por crianças do ensino fundamental.

1.6 Lista de artigos publicados

- ARTIGO I SANTIN, M. M; SILVA, J. A. BOTELHO, S. S. C; **TOPOBO: UMA NOVA FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA A EXPERIMENTAÇÃO EM CIÊNCIAS.** In: SINTEC - Seminário Internacional De Educação Em Ciências, 2011, Rio Grande, 2011.
- ARTIGO II SANTIN, M. M; BOTELHO, S. S. C; SILVA, J. A. **Interface Experimental de Fuzificação para o TOPOBO.** In: Workshop-Escola de Informática Teórica, 2011, Rio Grande. Workshop-Escola de Informática Teórica, v. 1. 2011.
- ARTIGO III SANTIN, M. M. BOTELHO, S. S. DIMURO, G.P.; RODRIGUES, C.L.L. **Hand Skill Programming: Using Fuzzy Sets to Program Topobo Kinectis Memory Devices** In: Theoretical Computer Science (WEIT), 2011, Pelotas, RS, Brasil. Anais... IEEE, p.67-73, 2011.
- ARTIGO IV SANTIN, M. M; BOTELHO, S. S. C; SILVA, J. A. **Artefatos educacionais com memória cinética Topobo: uma abordagem para o currículo dos anos iniciais.** RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 10, p. 1-11, 2012.
- ARTIGO V SANTIN, M. M; BOTELHO, S. S. C; SILVA, J. A. **Aspectos motivacionais do uso da robótica com crianças.** RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 10, p. 10-10, 2012.
- ARTIGO VI SANTIN, M. M; BOTELHO, S. S. C; SILVA, J. A. **Educational Robotics: Introduction to Algorithms in the early years through the Topobo.** In: Simpósio Internacional de Informática Educativa, 2013, Viseu. SIIE13, p. 80-84, 2013.
- ARTIGO VII SANTIN, M. M; BOTELHO, S. S. C; SILVA, J. A. **Um estudo da fluência digital entre crianças e adultos na resolução de algoritmos.** RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 12, 2014
- ARTIGO VIII SANTIN, M. M; BOTELHO, S. S. C; SILVA, J. A. **Desenvolvimento do pensamento lógico utilizando o TOPOBO.** Sensos-e, Revista Multimédia de Investigação em Educação. v. 1, 2014

2 Fluidez Digital

2.1 Conceitos e pilares

Neste estudo trabalhou-se com crianças a partir de 5 anos de idade, considerando que elas fazem parte de um mundo onde está inserida a cultura da tecnologia e, simultaneamente, estão construindo conhecimento sobre a língua escrita e tecnológica. Dessa forma, para esse processo de apropriação de conhecimento tecnológico, utilizaremos o conceito de **Fluidez Digital**.

Foi através dos estudos de Papert e Resnick (1995) que encontramos suporte para esta definição, uma vez que os autores exemplificam a fluência com a seguinte analogia:

Para ser fluente em uma língua, você precisa saber articular uma ideia complexa ou contar uma história, em outras palavras, você precisa saber “fazer coisas” com essa língua. Fazendo a analogia, ser digitalmente fluente envolve não apenas saber como usar ferramentas tecnológicas, mas também saber como construir coisas significativas com essas ferramentas (PAPERT; RESNICK, 1995).

Atualmente temos os analfabetos digitais funcionais que, apesar de serem *nativos digitais* e serem capazes de usufruir da tecnologia e interagir com esta, não a utilizam para criar e se expressar computacionalmente, uma vez que suas expressões computacionais é por vezes o perfil em uma rede social. Mesmo que algumas vezes os jovens sejam chamados de *nativos digitais*, a maioria deles simplesmente utiliza dispositivos computacionais para navegar, conversar e rodar aplicativos e jogos: é como se eles pudessem *ler*, mas não *escrever* (RESNICK, 2012).

Assim, o Fluente Digital é a pessoa capaz de não somente utilizar as ferramentas tecnológicas, mas também é apto a construir coisas significativas com essas ferramentas. Essas pessoas também aprendem coisas com a utilização de tais ferramentas e resolvem problemas associados ao uso.

A Fluência Digital é desenvolvida ao longo da vida do sujeito que, individualmente, é diferente, pois depende de fatores como objetivos, interesse e necessidade pessoal ou profissional. A seção seguinte aborda esses fatores.

2.2 Eixos de Análise

Estudos indicam que pessoas nos países mais ricos possuem melhor acesso à internet do que nos países mais pobres (WALLSTEN, 2005). No entanto, os resultados empíricos mostram que a acessibilidade não garante um melhor uso da tecnologia (CHING; BASHAM; JANG, 2005; LI; RANIERI, 2010), tampouco certifica que um fator social ou educacional sozinho garanta que as pessoas desenvolvam a Fluidez Digital.

Wang; Basham; Jang (2012) propõem um modelo para a fluência digital que relaciona sete fatores, são eles: características demográficas, fatores psicológicos, influências sociais, fatores educacionais, intenção comportamental e oportunidade de utilização de tecnologia atual.

2.2.1 Características demográficas

A idade é um fator que determina a fluência digital, pois, dependendo da idade, o sujeito terá condições de melhor compreender determinados aspectos da tecnologia. Estudos demonstram que a idade está significativamente relacionada à fluência digital (LI; RANIERI, 2010; SALAJAN; SCHÖNWETTER; CLEGHORN, 2010). Porém, quando os grupos de pessoas que participam da pesquisa possuem uma grande diferença de idade, os resultados não apresentam uma diferença significativa (GUO; DOBSON; PETRINA, 2008; HOSEIN; RAMANAU; JONES, 2010).

Estudos ainda mostram que existe algum nível de diferença entre gênero no grupo dos fluentes digitais (HOSEIN; RAMANAU; JONES, 2010; TØMTE; HATLEVIK, 2011). Tais estudos estabelecem uma relação entre a fluência digital e a frequência do uso de tecnologia por parte de homens e mulheres. As diferenças de gênero podem ser observadas em relação à

intenção de uso da tecnologia e à confiança em utilizar a tecnologia (VOLMAN et al., 2005). Observou-se que, de diferentes modos na sociedade, as pessoas se comunicam e reforçam o seu estereótipo baseado no seu gênero (MARTIN; EISENBUD; ROSE, 1995); por exemplo: as mulheres estão interessadas em atividades que são relacionadas ao design (SELWYN, 2008) enquanto homens são mais propensos a realizar atividades relacionadas a jogos de computador (NASAH et al., 2010). Tradicionalmente os fatores de status demográficos e socioeconômicos são considerados como os principais determinantes da exclusão digital (FERRO; HELBIG; GIL-GARCIA, 2011).

A condição socioeconômica propicia diferentes níveis de perfis para o uso da tecnologia (CHING; BASHAM; JANG, 2005), seja através de uma utilização mais técnica (FERRO; HELBIG; GIL-GARCIA, 2011) ou, ainda, para a realização de tarefas que utilizem tecnologia (HARGITTAI; LITT, 2011). Quanto melhor a condição socioeconômica, o sujeito utilizará a internet em um número maior de atividades e de maneira mais informada. (HARGITTAI; LITT, 2011).

Outras características demográficas, além da idade, gênero e condição socioeconômica, são a étnica e a nacionalidade. As diferenças sobre o interesse étnico observam-se em relação ao interesse pela tecnologia; em relação à etnia (HARGITTAI; LITT, 2011); em relação ao status socioeconômico (VOLMAN et al., 2005) e em relação às oportunidades de uso da tecnologia (HARGITTAI; LITT, 2011; FERRO; HELBIG; GIL-GARCIA, 2011), assim como à habilidade de falar inglês (GUDMUNDSDOTTIR, 2010; FERRO; HELBIG; GIL-GARCIA, 2011).

2.2.2 Fatores educacionais e psicológicos

A Fluência digital difere nos estudantes de acordo com fatores educacionais, como, por exemplo, o modelo de estudo na escola de Li; Ranieri (2010) e o modelo de estudo da Universidade (HOSEIN; RAMANAU; JONES, 2010). Assim como acontece com o suporte para a aprendizagem de computação na escola (GOODE, 2010), alguns estabelecimentos de ensino possuem melhores condições tecnológicas do que outros, ou métodos que

ajudam a desenvolver as habilidades melhores (LI; RANIERI, 2010). Se considerarmos uma perspectiva social no contexto educacional, alunos que possuem colegas com maior acesso à tecnologia, e que estão melhores qualificados, estarão em vantagem, uma vez que estes podem trocar experiências de forma informal (BARRON et al., 2010).

Os fatores psicológicos como ansiedade, baixa credibilidade de conseguir realizar determinada tarefa e envelhecimento são, por vezes, as causas que impedem as pessoas de utilizarem a tecnologia (JUNG et al., 2010). Em contrapartida, o interesse pessoal é uma motivação para que as pessoas utilizem e aprimorem o seu conhecimento tecnológico. Em relação às atividades básicas e de uso geral, como buscar informações a respeito de uma determinada tarefa, as características pessoais apresentam menos influência na fluência digital (MALLIARI; KOROBILI; ZAPOUNIDOU, 2011).

2.2.3 As influências sociais

Influências sociais da família (GOODE, 2010; ZHAO et al., 2010), dos colegas (KAARE et al., 2007) e dos superiores de trabalho (ZHAO et al., 2010) contribuem para o desenvolvimento das habilidades tecnológicas. Um exemplo desse tipo de influência é mostrado em Van den Beemt et al. (2010), em que a família e os amigos, ao iniciarem a utilização da tecnologia, influenciam uns aos outros.

O professor opera como uma *mídia* potencializadora da Fluência Digital, pois desempenha influência social em seus colegas e alunos quando utiliza a tecnologia em aula (BENNETT; MATON, 2010). Entretanto, entre essas influências, o apoio social da escola tem um efeito maior em adolescentes do que em outras formas de influências sociais (ZHAO et al., 2010).

2.2.4 Intenção comportamental ao uso de tecnologia

Existe uma tendência comportamental e intencional ao uso de tecnologia atual (VENKATESH; GOSAIN; SYKES, 2009; KTORIDOU;

ETEOKLEOUS-GRIGORIOU, 2011; FERRO; HELBIG; GIL-GARCIA, 2011). Há um conjunto de fatores empíricos os quais demonstram uma relação entre a intenção comportamental e o comportamento real a respeito do uso da tecnologia (DAVIS, 1986, 1989; KOUFARIS, 2002; LU et al., 2003). A intenção comportamental é associada a conjuntos de fatores já apresentados, como características demográficas, fatores psicológicos, influências sociais e fatores de estrutura organizacional, como evidenciam os trabalhos de LI; RANIERI (2010); BARRON et al. (2010); HOSEIN; RAMANAU; JONES (2010) e GOODE (2010).

2.2.5 Oportunidade

O fator de oportunidade inclui tanto a acessibilidade como a oportunidade de utilização das facilidades que as tecnologias propiciam para as atividades diárias. A acessibilidade se relaciona com os níveis de acesso à tecnologias que a pessoa tem. A definição do termo acesso varia na literatura de estudo para estudo, mas geralmente se refere à pessoa que tem meios de se conectar à internet (HARGITTAI; LITT, 2011). Esses níveis de divisão incluem acesso ao hardware bem como o uso de software (WEI et al., 2011).

Existem, também, outros tipos de oportunidades, como as conexões rápidas à infraestrutura de internet (STERN; ADAMS; ELSASSER, 2009). Nesses casos, uma conexão mais rápida propicia uma experiência diferenciada àquele que não possui uma infraestrutura de conexão melhor. O usuário que tem auxílio tecnológico de outros (GOODE, 2010) tem melhores condições de desenvolvimento da Fluência Digital.

As diferentes oportunidades para participar de atividades criativas que fortalecem a Fluência Digital, com ferramentas que se utilize em casa (sejam elas físicas através de um hardware ou virtuais), assim como o tamanho da rede de relacionamento que o sujeito tem fora de casa, com recursos mais avançados, ampliam sua Fluência Digital (BARRON et al., 2010). A análise de fatores organizacionais e das características demográficas, discutida na seção anterior, indica um impacto na oportunidade de uso da tecnologia. Estudos mostram que o fato de possuir o próprio computador, ter acesso a

um ou à internet em casa, não são fatores que afetam a fluência no uso da tecnologia (LI; RANIERI, 2010; CHING; BASHAM; JANG, 2005). Brown; Czerniewicz (2010) constataram que há uma carência digital e uma ampliação desta em países como a África do Sul. Os autores denominam, ainda, os jovens que não têm oportunidade ou acessibilidade de usar a tecnologia, como é o caso dos desconhecidos digitais.

Da mesma forma, Goode (2010) relata que estudantes participantes com limitações ao acesso do computador em casa e na escola, e que não possuem o apoio de outras pessoas, apresentam baixa Fluência Digital desde o ensino médio até o ensino universitário. Por outro lado, estudantes com acesso à Internet ou ao computador em casa apresentam mais autonomia para utilizar a tecnologia (ZHAO et al., 2010; WEI et al., 2011) e são capazes de realizar tarefas mais complexas (BARRON et al., 2010).

2.2.6 Frequência e tipos de uso da tecnologia

Uma revisão bibliográfica de Wang; Basham; Jang (2012) apresenta que a experiência e a frequência do uso da tecnologia estão relacionadas com a fluência digital, seja através do uso completo da tecnologia (LI; RANIERI, 2010), no uso genérico da tecnologia (MALLIARI; KOROBILI; ZAPOUNIDOU, 2011) e para o uso de tecnologias específicas (PAPASTERGIOU; GERODIMOS; ANTONIOU, 2011; COTTEN et al., 2011). Existe uma correlação positiva entre frequência e fluência que está relacionada com o fato de o usuário se tornar eficiente no uso das tecnologias (HOSEIN; RAMANAU; JONES, 2010).

Os pesquisadores estão investigando os tipos de atividades relacionadas à tecnologia ao invés de investigarem a utilização das tecnologias específicas (KENNEDY et al., 2010; MALLIARI; KOROBILI; ZAPOUNIDOU, 2011). Além disso, estudos mostram que, exceto para as redes sociais e para as atividades relacionadas com a Web 2.0, são atividades menos compreendidas e menos engajadas por nativos digitais (KENNEDY et al., 2007; HARGITTAI; LITT, 2011).

O estudo das atividades baseadas em tecnologia, em vez de acessibilidade da tecnologia, destaca as diferentes variações significativas entre os grupos demográficos (BENNETT; MATON, 2010). Tais estudos apresentam que algumas atividades comuns são de fato frequentemente realizadas pelos jovens (BENNETT; MATON, 2010; JONES; CZERNIEWICZ, 2010). Assim, o tipo de atividade é considerado como um fator de mediação para a fluência digital.

Há, ainda, estudos que utilizam a frequência e o tipo de tecnologia para criar tipologia permitindo, assim, a geração de diferentes tipos de perfil de usuário ou de grupos de usuários, como os apresentados por TØMTE; HATLEVIK (2011); VALTONEN et al. (2010) e GRIMLEY; ALLAN (2010). Um exemplo são as *redes sociais* que geralmente são utilizadas por pessoas do sexo feminino e que frequentemente utilizam softwares dessa modalidade diariamente, mas raramente usam outros aplicativos. Adicionalmente, em relação às funcionalidades dos softwares, não utilizam as diversas funções que poderiam avaliar suas competências em TIC (VALTONEN et al., 2010). Em resumo, o uso da tecnologia está diretamente associado à Fluência Digital e, assim, à frequência de sua utilização e ao fator de mediação.

2.3 Mapa Conceitual de Fluência Digital

Os autores Wang; Basham; Jang (2012) (Figura 1) propõem uma ilustração do que é a fluência digital, segundo um modelo conceitual de Wang; Basham; Jang (2012).

A Fluência Digital é desenvolvida pelo uso da tecnologia. Esse uso é influenciado por duas componentes: a Oportunidade, que o sujeito tem de acesso, e a componente Comportamental Organizacional desse sujeito frente às tecnologias. Esta é a que sofre um número maior de influência, pois existe uma correlação entre elas, e aquela é influenciada por características demográficas e fatores organizacionais.

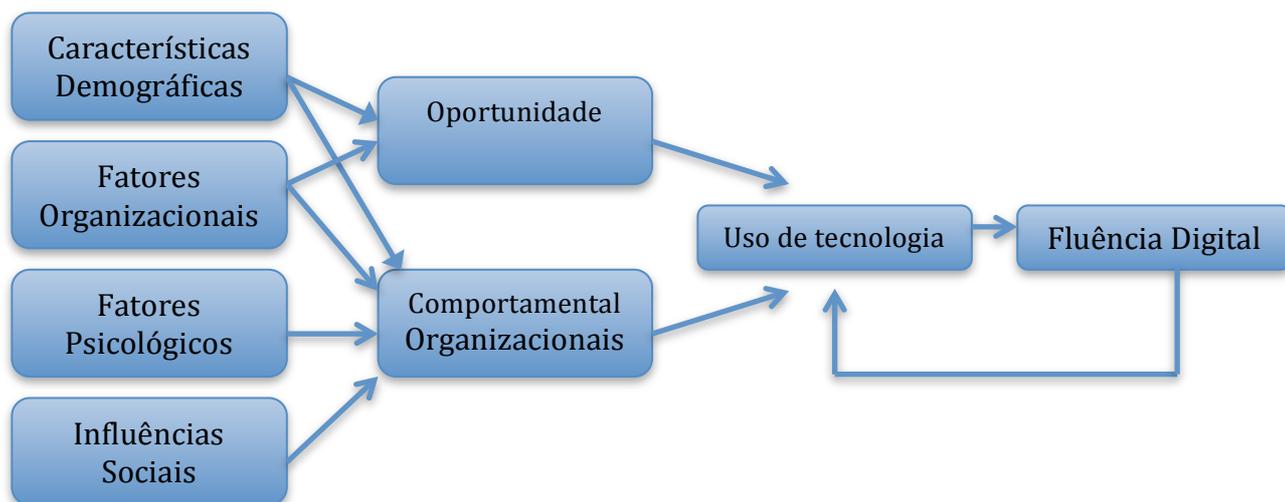


Figura 1: Modelo conceitual de Fluência Digital

Fonte: WANG, 2012

2.4 Educação em computação

O paradigma científico, que remonta a Francis Bacon, é o processo que compreende a formação de hipóteses e o teste destas através de experimentos. As hipóteses de sucesso se tornam modelos que podem explicar e prever fenômenos do mundo.

Segundo Denning (2005), a Ciência da Computação segue esse paradigma no estudo de processos de informação. Existe um sinônimo Europeu para denominar a Ciência da Computação: *informática*, que sugere mais especificamente a atuação sobre os processos de informação, e não sobre os computadores.

Para compreender a educação em computação, resgatamos algumas definições para esse campo da ciência que conhecemos como Ciência da Computação. No início da década de 1950, quando decorridos 42 anos da ACM (*Association for Computing Machinery*)¹, se discutia se a Ciência da Computação era uma ciência, uma disciplina da engenharia ou, então, meramente uma tecnologia para computação. Qual é o substancial intelectual

¹ ACM é amplamente conhecida como a principal organização da sociedade para profissionais de computação, oferecendo recursos que promovem a computação como ciência e profissão; permitem o desenvolvimento profissional e promovem políticas e pesquisas que beneficiem a sociedade. Disponível em: <<http://www.acm.org/>>. Acesso em 13/09/2014.

da disciplina? Será duradoura ou desaparecerá dentro de uma geração? O currículo principal em ciências da computação e engenharia atualmente reflete a área? Como teoria e trabalhos no laboratório podem estar integrados no currículo de computação? O núcleo do currículo fomenta o desenvolvimento da computação?

Na época, denominava-se computação como sendo uma disciplina orientada para a tecnologia cujos fundamentos estão, por exemplo, na matemática e na engenharia; algoritmos como o objeto de maior interesse e a programação e o design do hardware² como sendo as principais atividades. A relação de que a *ciência da computação* é igual à programação tem uma forte relação no currículo da época, visto que o curso introdutório é a programação, a tecnologia está na base do currículo e as ciências estão em disciplinas eletivas. Segundo Denning et al. (1989), essa forma de organização bloqueia o progresso de reformulação do currículo da computação e afasta os melhores estudantes, que almejam um desafio maior. Isto nega, ainda, a aproximação coerente entre uma ciência da computação teórica e experimental, unidas de forma harmoniosa em um currículo.

Pouco mais de uma década e meia se passou e o termo Ciência da Computação, como hoje o conhecemos, teve uma agregação importante: o termo arte. Em 1989, foi utilizado o termo *computação* em vez de *ciência da computação, matemática e engenharia*. Hoje, a ciência da computação, engenharia, matemática, arte e todas as suas combinações são agrupados sob o título *ciência da computação* (DENNING, 2005).

Fatores contraditórios acabam por envolver a área de ciências da computação, principalmente no que diz respeito à parte experimental, em que surgem pontos de vista diferentes os quais defendem se ela pode ou não ser considerada uma ciência. A experimentação em ciências da computação é algo que vem sendo discutido e causando contradições com o passar do tempo. Até mesmo o *Computer Science and Technology Board of the*

² Hardware é a parte física de um computador, é formado pelos componentes eletrônicos, como, por exemplo, circuitos de fios e luz, placas, utensílios, correntes e qualquer outro material em estado físico que seja necessário para fazer com o que computador funcione.

*National Research Council*³ não apresenta uma coerência. Em 1994, um painel argumentava que a experimentação é um aspecto fundamental para o desenvolvimento do campo da ciência da computação (NRC, 1994). Porém, no ano de 2004, um outro painel discutiu a realização de pesquisas em ciências da computação e, apesar de comentar sobre a abstração em modelos, não foi discutido sobre a tradição em experimentação (NRC, 2004).

Abelson; Sussman (1996) defendem que "a informática não deve ser considerada como uma ciência, e seu significado final tem pouca relação com os computadores". A crença desses autores é que a informática está relacionada a notações que expressam computações. Corrobora com o ponto de vista desses estudiosos o matemático APT (2002), que desenvolveu um complexo software e, além disso, frequentemente argumentava sobre o mesmo ponto de vista, acreditando que a computação é uma ciência matemática. Tichy (1998), um experimentalista desenvolvedor de software, argumenta que a informática é ciência; já Parnas (1997), engenheiro, diz que a parte de software da ciência da computação é realmente da engenharia. Graham (2004), que cresceu com os computadores e inventou a loja Yahoo!, bem como algumas das primeiras técnicas para filtros de spam⁴, identifica-se com a computação no sentido de arte.

Todavia, existem conceitos que comprovam que a ciência da computação apropria-se de soluções, que não são triviais e óbvias para leigos e, por isso, justificam que ela seja considerada uma ciência. Esses pontos podem ser observados na Tabela 1

Tabela 1: Exemplo de problemas não triviais e as soluções computacionais

Área	Problema
Computação	<ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de erros infinitos em máquinas finitas; • A <i>não computação</i> de alguns problemas importantes;

³ A missão do Conselho Nacional de Pesquisa é melhorar a tomada de decisão do governo e das políticas públicas, aumentar a compreensão do público e promover a aquisição e difusão de conhecimentos em questões que envolvem a ciência, engenharia, tecnologia e saúde. Disponível em: <<http://www.nationalacademies.org/nrc/index.html>>. Acesso em: 28/09/2014

⁴ Os filtros de spam analisam uma série de critérios para considerar se o seu e-mail é ou não uma mensagem indesejada.

	<ul style="list-style-type: none"> • Intratabilidade de milhares de problemas comuns; • Algoritmos ótimos para alguns problemas comuns; • Qualidade no desenvolvimento de compiladores. <ul style="list-style-type: none"> • Diminuição das perdas na compactação de arquivos;
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Perda na alta fidelidade do áudio durante a compressão de vídeo; • Códigos para correção de erro para canais de áudio com ruído; • Troca de chaves criptográficas seguras em redes abertas. <ul style="list-style-type: none"> • Problema de arbitragem;
Interação	<ul style="list-style-type: none"> • Erro na dependência do tempo (condição de corrida); <ul style="list-style-type: none"> • Problema de Deadlock; • Algoritmos eficientes para a previsão de taxa de transferência e tempo de resposta; <ul style="list-style-type: none"> • Protocolos para a internet • Protocolos de autenticação de criptografia. <ul style="list-style-type: none"> • Localidade; • Thrashing; • Procurar (search);
Memória	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeamento de dois níveis para acessar objetos compartilhados. • Simulações voltadas para tarefas cognitivas;
Automação	<ul style="list-style-type: none"> • Limites de sistemas especialistas; <ul style="list-style-type: none"> • Testes reversos de Turing. • Objetos e ocultação de informações; <ul style="list-style-type: none"> • Níveis;
Design	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de previsão de rendimento e tempo de resposta de servidores.

Fonte: Denning et al.(1989).

Ao longo das últimas quatro décadas, acumulou-se um conjunto de princípios que se estendiam além dos seus fundamentos matemáticos originais para incluir no currículo ciência da computação, sistemas, engenharia e design. O relatório publicado por Denning et al. (1989) e aprovado pela ACM, denominado *Computing as a discipline*, definiu o campo como:

"A disciplina de computação é o estudo sistemático dos processos algorítmicos que descrevem e transformam informações: sua teoria, análise, design, eficiência, implementação e aplicação. A questão fundamental subjacente a toda a computação é: O que pode ser (eficientemente) automatizado?".

Segundo Santos e Menezes (2005), esse conceito induz que o estudante admitido para um curso de computação tem um dom (arte) de programar ou, então, pode aprender as técnicas necessárias para aprimorar seu conhecimento. Logo, ao ingressar em um curso superior na área, o discente deve ter disciplinas que o ajudem a desenvolver o pensamento lógico para que, dessa forma, ele torne-se apto a prosseguir pelos diferentes desafios apresentados nas disciplinas durante os seus estudos. Com isso, professores de disciplinas relacionadas à programação e coordenadores de curso têm a responsabilidade de buscar e aperfeiçoar sua maneira de conduzir a estrutura disciplinar, relacionada ao conteúdo, e a estrutura curricular, relacionada ao momento em que os alunos terão que cursar diferentes disciplinas, as quais necessitam diferentes habilidades.

2.5 Conceituando ciências da computação

2.5.1 Algoritmos

É um termo que muitas vezes associamos à informática e data de muito antes do uso dos computadores modernos como hoje os conhecemos. Diversas definições podem ser dadas à palavra algoritmo. Nos dias de hoje, por exemplo, tem-se associado algoritmo à computação, porém esse termo não é restrito à computação nem foi utilizado com o desenvolvimento da computação. Na realidade, a palavra algoritmo vem do nome do matemático iraniano Abu Abdullah Mohammad Ibn Musa al-Khawarizmi, nascido em Khawarizmi (Kheva), ao sul do mar Aral, que viveu no século XVII. A contribuição de Khawarizmi no desenvolvimento da ciência, em geral, particularmente na matemática, astronomia e geografia é bastante reconhecida.

Utiliza-se o termo algoritmo em outras áreas do conhecimento, como por exemplo na engenharia e administração. Algumas definições de algoritmo podem ser associadas como sendo um procedimento passo a passo para a solução de um problema ou, também, pode-se definir como uma sequência detalhada de ações a serem executadas para realizar alguma tarefa (MEDINA; FERTIG, 2006). As ações que são necessárias para se retirar dinheiro em um caixa de banco, por exemplo, constituem um algoritmo. Outro exemplo clássico de algoritmo é uma receita culinária, em que quem se dispõe a fazê-la deve seguir a receita para concluir o prato de forma correta.

Um algoritmo, em outras palavras, é um caminho, uma sequência de passos a serem executados para se chegar à solução de um problema (ENGELBRECHT et al., 2012). Deve-se ressaltar, entretanto, que muitos são os caminhos que podem levar a uma solução satisfatória para um problema. Assim, um problema pode ser resolvido a partir de diferentes algoritmos – todos igualmente corretos. Ou seja, um problema pode apresentar diferentes versões de soluções.

Todavia, algoritmos apresentam-se como uma sequência de ações lógicas para se realizar uma tarefa. Em computação, tais sequências de ações visam à estruturação para, por fim, chegar ao desenvolvimento de um programa. Segundo Engelbrecht et al. (2012), quando referencia Knuth (1968), são destacados algumas propriedades aceitas como requisito para a sistematização de um algoritmo:

- Finitude: um algoritmo deve sempre terminar após um número finito de etapas.

- Definição: cada passo de um algoritmo deve ser definido com precisão; as ações a serem executadas deverão ser especificadas rigorosamente e sem ambiguidades para cada caso.

- Entrada: valores que são dados ao algoritmo antes que ele inicie. Essas entradas são tomadas a partir de conjuntos de objetos especificados.

- Saída: a exibição dos valores resultantes das ações do algoritmo relacionadas com as entradas especificadas.

- Eficácia: todas as operações a serem realizadas no algoritmo devem ser suficientemente básicas e podem, em princípio, serem feitas com precisão e em um período de tempo finito por um homem, usando papel e lápis.

2.5.2 Programa

O programa de computador é definido como um conjunto de instruções que serão executadas pelo processador⁵ em uma determinada sequência. Esse programa leva o computador a executar alguma tarefa (MEDINA; FERTIG, 2006).

2.6 Desafios e dificuldades

Na formação do cientista da computação existem diferentes disciplinas que lhe proporcionam o desenvolvimento do pensamento lógico. Porém, a sociedade de hoje precisa interagir com diversos dispositivos eletrônicos e informatizados para a realização de determinadas tarefas. A interação, por sua vez, exige da sociedade uma apropriação de conhecimento para utilizá-los. Conforme Syrczyk (2011), o acultramento digital é o resultado das modificações culturais, produto dos processos de contato, dominação e formação do indivíduo em relação às tecnologias de informação e comunicação.

Assim, o processo de acultramento digital conduz a contínuas transformações, impactando na necessidade de preparação de cidadãos aptos a manipularem novas tecnologias e a retirarem o melhor proveito de suas possibilidades e recursos. Essas novas demandas por conhecimentos e habilidades, envolvendo manipulação das tecnologias presentes no dia-a-dia dos indivíduos, impõem novos desafios educacionais. Cabe verificar e identificar, desse modo, quais conteúdos poderiam ser explorados nas

⁵ Basicamente, um processador é uma poderosa máquina de calcular: ela recebe um determinado volume de dados, orientados em padrão binário 0 e 1 e tem a função de responder a esse volume, processando a informação com base em instruções armazenadas em sua memória interna (GARRET, 2012).

escolas, bem como esclarecer de que forma conduzir esse processo. Estabelecer quais seriam os conceitos/ferramentas computacionais básicos a serem tratados, por exemplo, no ensino fundamental, passa a ser um desafio dos educadores e pesquisadores em educação. Dessa forma, sendo formalmente incluídos nas grades curriculares, poderiam vir a contribuir para o desenvolvimento da aptidão necessária aos cidadãos digitalmente letrados (LEAL, 2009).

A disciplina de algoritmos, inicial dos cursos de análise e desenvolvimento de sistemas, engenharia da computação, ciências da computação e compartilhada por outros diversos cursos ligados à área das exatas, apresenta um grau de dificuldade significativo ao aprendiz e é causa de frequente reprovação, o que vem demonstrando, ao longo do tempo, uma preocupação da comunidade científica em geral. Ensino e aprendizagem de programação têm sido o foco de muitas pesquisas, nas quais se pode destacar uma ênfase significativa na questão das dificuldades dos discentes no entendimento de conceitos relacionados a esse aprendizado (ROCHA, 2010).

A disciplina considerada desafiadora para professores e alunos é geralmente denominada de Algoritmos, mas em alguns currículos pode ter o nome de Algoritmos e Programação. A disciplina Algoritmos exige que os professores interajam com os alunos de maneira constante, de modo que possam, através da interação entre professor/aluno, solucionar dúvidas, avaliá-los e mediá-los, todavia, é ministrada nos anos iniciais. Devido à quantidade de alunos e à pouca homogeneidade encontradas nas turmas, o que acarreta uma diversidade de dificuldades, o professor precisa de um acompanhamento quase que individualizado ao aluno. Ocorre que em muitas ocasiões não são detectadas as dificuldades em tempo suficiente para evitar reprovações e desistências.

A necessidade de interação frequente do professor com turmas pouco homogêneas e com elevada quantidade de alunos é encontrada em nível nacional e internacional (KASSBOLL, 1998; ESMIN, 1998; MENDES, 2001; MENEZES; NOBRE, 2002; WHITE; SIVITANIDES, 2002; PIMENTEL;

FRANÇA; OMAR, 2003; LISTER; LEANEY, 2003; BRUCE et al., 2004; RODRIGUES, 2004). Essa disciplina exige do aluno o desenvolvimento de estratégias fundamentadas na base lógico-matemática para a resolução de problemas, entretanto para grande parte dos alunos essa habilidade é abstrata e distante de seu cotidiano.

Rodrigues (2004) apresenta resultados de pesquisas anteriores que apontam algumas causas para as dificuldades no ensino de algoritmos:

- i) A dificuldade de os alunos desenvolverem o próprio raciocínio lógico, quando acostumados a apenas decorar o conteúdo das aulas (RODRIGUES, 2004), aliada à falta de um acompanhamento mais individual dos professores/tutores para com os alunos gerando o acúmulo de dúvidas, insegurança e apatia;
- ii) A construção de algoritmos e o entendimento da lógica de programação exigem um nível de abstração para o qual os alunos ainda não estão acostumados no início do curso (geralmente a disciplina introdutória de programação está alocada no primeiro ano do curso), momento em que o aluno está em processo de familiarização do ambiente acadêmico;
- iii) Falta de motivação do aluno, gerada pelo despreparo, e o desânimo quando acredita que a disciplina constitui um obstáculo extremamente difícil de ser superado (RODRIGUES, 2004) ou quando não fica claro qual a real utilidade da disciplina e se realmente utilizarão aquele conteúdo na vida profissional (BORGES, 2000);
- iv) O inconveniente de seguir o *modelo tradicional* de ensino, em que o professor é o detentor de informações, e o único a ter algo novo a dizer, e os alunos apenas recebem conteúdos de forma passiva e não-participativa (BORGES, 2000);

Medina e Fertig (2006) reforçam os aspectos relacionados à importância da disciplina de Algoritmos enfatizando, ainda, a questão da dificuldade de aprendizado, por parte dos alunos iniciantes, estar no fato que os algoritmos são fundamentais à formação acadêmica na área da

computação. Entretanto, as disciplinas de Algoritmos e programação tendem a criar os maiores traumas nos alunos iniciantes, tornando-se até mesmo corresponsáveis pelos altos índices de desistência que ocorrem nos primeiros anos dos cursos superiores dessa área.

Também como fator importante para a dificuldade dos alunos em aprender algoritmos destaca-se a motivação. Um dos grandes problemas do modo tradicional de ensino é o fato de não conseguir motivar facilmente o aluno a se interessar pela disciplina (PEREIRA JÚNIOR; RAPKIEWICZ, 2004). Nesse contexto, os fundamentos de algoritmos estão classificados entre os tópicos que exigem maior atenção na formação dos bacharéis em cursos da área de Computação. Uma equipe composta pela ACM (*Association for Computing Machinery*), AIS (*Association for Information Systems*) e IEEE-CS (*Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society*) indicou que os conteúdos relacionados a esses fundamentos devem ter um máximo no que se refere à sua importância e necessidade de especialização (5 pontos em uma escala entre 1 e 5) (CSTA, 2005).

Um importante campo de estudos para os iniciantes em ciências da computação e áreas afins é a disciplina comumente denominada Algoritmos. Nela, o professor desenvolve conceitos de atribuição, tomada de decisões e repetições dentro de programas de computadores. Além de ser uma disciplina base para diversas outras, como Estrutura de Dados e Programação, independentemente da linguagem que será abordada, seja ela a linguagem C++, JAVA, Python, etc. Segundo Wirth (1989), o conceito de programação é a arte ou a técnica de construir e formular algoritmos de uma forma sistemática. O estudo dos algoritmos é um ponto importante para este trabalho visto que, segundo Campos; Ascenio (2003), Algoritmo é a descrição de uma sequência de passos que deve ser seguida para a realização de uma tarefa; e, ação, é um acontecimento que, a partir de um estado inicial, após um período de tempo finito, produz um estado final previsível e bem definido. Assim, um algoritmo é a descrição de um conjunto de comandos que, quando obedecidos, resultam em uma sucessão finita de ações.

Inegável é a atual preocupação com o ensino de algoritmos que, no entanto, busca nas Ciências Exatas seu pilar de sustentação muito em função de que disciplinas nessa área despertam o raciocínio matemático-lógico para resolução de problemas. Conforme Pereira Júnior et al. (2005), alguns autores preconizam a necessidade de domínio de habilidades matemáticas prévias ou ao menos integradas ou, ainda, pelo menos desejável, sendo considerado até um bom indicador de sucesso para o processo. Para outros, o próprio nível de conhecimento prévio de lógica matemática é discutido.

Existe na programação, mais especificamente nos algoritmos, a base da ciência da computação. Assim, a abordagem deve ocorrer de forma que o aprendiz seja capaz de desenvolver programas de computador. Na estrutura curricular constante nas Diretrizes Curriculares do MEC (MEC, 2012), a matéria de Programação faz parte da área de formação básica em Ciência da Computação, juntamente com as matérias Computação e Algoritmos e Arquitetura de Computadores.

Entende-se que após uma compreensão dos conceitos de algoritmos é que o estudante pode ter contato com uma linguagem de programação, observando-se assim que, já nos primeiros anos do ensino fundamental, é possível iniciar o aprendiz no desenvolvimento de algoritmos. Dessa forma, deve-se entender que ensinar programação não é simplesmente ensinar uma linguagem de programação. Esse ensino envolve, sobretudo, entender problemas e descrever formas de resolução, de maneira imparcial para que então sejam codificadas em uma linguagem de programação. Entretanto, Algoritmos é uma disciplina necessária para os cursos da área de Computação (SEEDGEWICK; WAYNE, 2011 e conhecida pelas dificuldades de aprendizagem imposta aos alunos, sendo considerada por muitos autores como corresponsável pelas altas taxas de evasão existente nos cursos da área (MEDINA; FERTIG, 2006; ENGELBRECHT et al., 2012). Dentre as atividades desenvolvidas nas aulas de Algoritmos, destaca-se a elaboração de exercícios contendo os passos (comandos) necessários para resolução de um problema. Tais exercícios podem ser implementados e testados em um

ambiente de programação, gerando um elevado número de interações entre o aluno e o computador.

Segundo Sedgewick; Wayne (2011), a disciplina de Algoritmos é parte fundamental da Ciência da Computação e, além disso, é considerada básica para os estudantes da área. Conforme Iepsen (2013):

Como Algoritmos é a base para o desenvolvimento de programas em qualquer linguagem, é muito difícil o aluno evoluir de forma satisfatória nas disciplinas que abordam o ensino destas linguagens de programação sem um bom domínio das técnicas trabalhadas em Algoritmos. O ensino de linguagens de programação – como Java, PHP, C, Delphi - geralmente ocorrem a partir do segundo semestre, tendo também Algoritmos como pré-requisito.

Devido a essas situações e à quantidade de conteúdos que precisam ser assimilados, uma linha de pesquisa, visando melhorias no ensino básico em Computação, é aquela direcionada para a tendência de utilizar ferramentas computacionais como ambientes de estudo. Segundo Soares (2004), a partir de observações nas disciplinas de graduação, percebe-se também um melhor resultado no aprendizado por meio de atividades práticas de desenvolvimento de simuladores e ferramentas visuais didáticas de representação de conceitos abstratos.

2.7 Diretrizes curriculares e propostas pedagógicas

No ano de 2012, no Brasil, foi realizada uma modificação na base de currículos dos cursos relacionados à computação. Para analisar o ensino da computação, resgataram-se os aspectos principais do ensino da computação segundo as diretrizes do MEC (2012) para os cursos de Bacharelado e Licenciatura, bem como para o curso de Ciências da Computação.

Os conteúdos curriculares da formação tecnológica e básica para todos os Cursos de Bacharelado e de Licenciatura são: sistemas operacionais; compiladores; engenharia de software; interação humano-computador; redes de computadores; sistemas de tempo real; inteligência artificial e computacional; processamento de imagens; computação gráfica;

banco de dados; dependabilidade; segurança; multimídia; sistemas embarcados; processamento paralelo; processamento distribuído; robótica; realidade virtual; automação; novos paradigmas de computação; matemática discreta; estruturas algébricas; matemática do contínuo [cálculo, álgebra linear, equações diferenciais, geometria analítica; matemática aplicada (séries, transformadas), cálculo numérico]; teoria dos grafos; análise combinatória; probabilidade e estatística; pesquisa operacional e otimização; teoria da computação; lógica; algoritmos e complexidade; linguagens formais e autômatos; abstração e estruturas de dados; fundamentos de linguagens (sintaxe, semântica e modelos); programação; modelagem computacional; métodos formais; análise, especificação, verificação e testes de sistemas; circuitos digitais; arquitetura e organização de computadores; avaliação de desempenho; ética e legislação; empreendedorismo; computação e sociedade; filosofia; metodologia científica; meio ambiente; fundamentos de administração; fundamentos de economia.

Já os conteúdos básicos e tecnológicos, específicos para os cursos de Ciência da Computação, são os seguintes: algoritmos; complexidade; computabilidade; linguagens formais e autômatos; fundamentos da programação; teoria de domínios; teoria de tipos de dados abstratos; métodos formais; verificação formal; teoria da prova; demonstração automática de teoremas; semântica formal; criptografia; teoria e modelos de concorrência; teoria de compilação; arquitetura avançadas de computadores; lógica; estruturas algébricas; matemática discreta; teoria dos grafos; teoria das categorias; modelos estatísticos e probabilísticos; métodos quantitativos da computação.

Dessa forma, pode-se perceber que há um enfoque no conteúdo, sendo que o raciocínio lógico e o pensamento computacional não estão claramente definidos nessas diretrizes, cabendo ao professor desenvolver com os alunos essas habilidades dentro de cada disciplina.

Algumas metodologias são empregadas para o ensino de algoritmos, uma delas é a utilização de pseudocódigo. Hostins; Raabe (2007) afirmam que o uso de pseudocódigo para a representação dos programas com

palavras reservadas em idioma português é uma tendência observada tanto nos trabalhos desenvolvidos pela comunidade acadêmica brasileira, quanto em livros didáticos utilizados para a introdução das noções fundamentais de programação. Tal uso, segundo os autores, permite direcionar a aprendizagem para os aspectos da lógica de programação, sem se deter em detalhes específicos de sintaxe das linguagens e reduzindo, também, a barreira do idioma estrangeiro utilizado nas linguagens de programação. Os autores, Hostins; Raabe (2007) destacam ainda que o alto índice de problemas de aprendizagem entre os estudantes de lógica de programação é o fator motivador para a construção de diversas ferramentas e metodologias, visando auxiliar a reduzir esses problemas.

Face às dificuldades de introduzir a CC como uma disciplina nos currículos escolares, muitos trabalhos têm inserido esse tema através de atividades extracurriculares. Futschek; Moschitz (2011) utilizaram um cenário lúdico chamado de *Tim the Train* para trabalhar o conceito de abstração com estudantes em idade escolar que estão aprendendo programação. Essa abordagem orientada por cenários proporciona a oportunidade de desenvolver capacidades úteis para resolver problemas mais avançados da Ciência da Computação.

No Brasil, algumas ações têm explorado o ensino de lógica da programação, visando à preparação dos estudantes para a Olimpíada Brasileira de Computação (OBI) nas escolas. Um exemplo são os trabalhos de Garcia; Correia; Shimabukuro (2008) e Barros; Ribeiro; Oeiras (2009). Essas metodologias abordam mais do que o conhecimento formal da lógica, o aprendizado de algoritmos, e, dessa forma, o aprendizado de Computação pode ocorrer de forma disjunta, constituindo-se de uma ciência formal em si mesma, como a física, a biologia e a matemática, mesmo que sua contextualização possa fazer uso da integração com as demais.

2.8 A teoria do aprendizado significativo

A teoria de aprendizado significativo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1968), que tem exercido influência na educação, está baseada em um

modelo construtivista dos processos cognitivos humanos. Em particular, a teoria da assimilação descreve como o estudante adquire conceitos e como organiza a sua estrutura cognitiva. Segundo os mesmos autores, “o aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes na sua estrutura cognitiva” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1968). Essa questão vai ao encontro da teoria psicogenética de Piaget (1971; 1972), de adaptação através da assimilação e acomodação de conhecimentos. As etapas da teoria de assimilação acentuam que o aprendizado significativo requer que a estrutura cognitiva do aprendiz contenha conceitos base com os quais ideias novas possam ser relacionadas. Por esse motivo, Ausubel; Novak; Hanesian (1968) argumentam que o fator individual mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe. Deve-se primeiro determinar quanto sabe e, depois, ensinar os alunos de acordo com esse conhecimento prévio. A aprendizagem significativa envolve a assimilação de conceitos e proposições novas mediante a sua inclusão nas estruturas cognitivas e referenciais simbólicos existentes. Os resultados cheios de significado surgem quando uma pessoa, consciente e explicitamente, estabelece ligações deste novo conhecimento com os conceitos relevantes que ela já possui.

Segundo Ausubel (2003), “a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados” e para que ocorra, no que se refere a um determinado conteúdo, são necessárias as seguintes condições: material instrucional, com conteúdo estruturado de maneira lógica; existência, na estrutura cognitiva do aprendiz, de conhecimento organizado e relacionável com o novo conteúdo; vontade e disposição desse aprendiz de relacionar o novo conhecimento com o já existente.

Proporcionar essas condições nos dias de hoje é um obstáculo, pois é comum se referir aos jovens como *nativos digitais* devido à sua fluência aparente com tecnologias digitais (PRENSKY, 2001). Essa afirmação, de fato, é verdade, pois os jovens são muito confortáveis ao enviar mensagens de texto, participar de jogos online e navegar na web, por exemplo. Contudo,

será que isso realmente faz com que os jovens sejam fluentes com as novas tecnologias? Embora eles interajam com a mídia digital o tempo todo, poucos são capazes de criar os seus próprios jogos, animações, desenvolver programas e algoritmos ou simulações.

2.9 Computação para jovens e crianças

2.9.1 O ensino de computação no ensino superior

Nas universidades americanas, o ensino do raciocínio lógico e do pensamento computacional são questões para as quais os pesquisadores já estão desenvolvendo métodos para aplicar esses conceitos na formação dos alunos das escolas. Além disso, tais conceitos não estão sendo ensinados apenas para os alunos que querem aprender computação, mas sim de forma a atender a todos os alunos da classe. É denominado *Computational Thinking* ou pensando como computador. Não estamos falando de aprender a utilizar o computador, manipular um editor de texto ou uma planilha eletrônica, já que essas funções devem ser consideradas básicas para os dias de hoje em que qualquer interessado podem aprendê-las, até mesmo sozinho. Estamos falando de pensar com lógica e que essa teoria seja difundida de forma a atender o maior número de alunos possíveis, tanto nas escolas como nas universidades.

Da mesma forma que devemos saber ler, escrever e calcular, precisamos ser capazes de aplicar técnicas baseadas no uso da abstração, avaliar compromissos de diversas ordens, planejar a execução passo a passo de tarefas, reconhecer virtudes e defeitos (RSBC, 2011).

Um grupo de trabalho composto por especialistas da área de computação, bem como por membros representantes da SBC, UnB e SESu/MEC, trabalham na implementação da alteração curricular dos cursos de relacionados a grande áreas como Ciências Exatas e Engenharias (RSBC, 2011).

Em reunião inicial, foram relatados os impactos da divulgação da já referida proposta da SESu⁶ para as Diretrizes Curriculares Nacionais sobre os cursos da área. Tais relatos permitiram concluir que, embora o CNE⁷ não tenha concluído ainda o processo para sua aprovação, os princípios, recomendações, linhas de formação e nomenclaturas contidas no documento foram adotados pela quase totalidade das Instituições de Educação Superior, o que demonstra o caráter fundamental da proposta original e o papel que esta desempenhou na organização da oferta dos cursos de Computação (BARONE, 2012).

2.10 Ensino Fundamental e Infantil

O contato de crianças com a computação, e mais precisamente com as noções de algoritmos, ainda não é uma prática, tendo em vista que geralmente o seu uso é de forma lúdica através de jogos de entretenimento. Segundo Valente (1993), nas escolas de 1º e 2º graus o computador é empregado para ensinar conceitos de informática ou para "automação da instrução" através de software educacionais tipo tutoriais, exercício-e-prática, simulação simples, jogos e livros animados. Os resultados desse tipo de uso têm sido questionados em termos do custo e dos benefícios educacionais alcançados (JOHNSON, 1996).

O projeto *Scratch* é um exemplo de ensino de computação em que o autor desenvolve a Fluidez Digital através do uso de mídias. As mídias na Educação passaram por várias fases dentre as quais pode-se destacar a invenção da impressão por Gutenberg, em 1439, a partir da qual se originaram os livros didáticos projetados inicialmente por Comenius, em 1627. Hoje, utiliza-se muito a mídia digital e é importante salientar o surgimento da Informática educativa que teve como grande precursor Papert, que em 1968 criou a linguagem de programação denominada LOGO, derivada do grego *logos*, que traduzido para o português significa *palavra* (MARTINS, 2012). O termo mídia ganhou força junto com a informática na educação, agregando os termos algoritmos, programação e mídias, em especial as mídias digitais. Assim, para desenvolver a Fluidez Digital, o projeto *Scratch* utiliza o conceito de mídias. Diferentemente da metodologia

⁶ Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SESu/MEC).

⁷ Conselho Nacional de Educação.

apresentada no ensino de fundamentos de ciências da computação, esse projeto utiliza o computador e a internet para promover a Fluidez Digital.

Resnick (2012), ao apresentar o *Scratch* através do conceito de **Fluidez Digital**, enfatiza que devemos propor meios de ensino que permitam uma alfabetização digital, a fim de tornar as pessoas capazes de se expressar por meio da computação e ampliar a concepção da alfabetização digital, incluindo a concepção e criação, não apenas navegar e interagir. Ainda conforme Resnick (2012), o *Scratch* é um ambiente de programação visual que permite que os usuários (principalmente com idades entre 8 e 16 anos) aprendam programação de computador enquanto trabalham com projetos pessoalmente significativos. Esses projetos são, por exemplo, histórias e jogos animados. Para o projeto *Scratch*, a meta principal é apoiar a aprendizagem de forma autodirigida por ajustes e com a colaboração dos pares. *Scratch*, por sua vez, tem por objetivo tornar as pessoas fluentes digitais e, para tanto, tem por base três princípios de projetos, que são: Flexibilidade, Aprendizado Significativo e Sociabilidade.

O *Scratch* é dito como **more tinkerable**, ou traduzido de forma livre como **mais flexível**. Resnick (2012) explica o uso desse termo a partir do seu trabalho no *Lifelong Kindergarten no MIT Media Lab* (<http://llk.media.mit.edu>) junto a *Lego Company* (<http://www.lego.com>), uma vez que o *Lifelong* ajudou a desenvolver a robótica que está presente no *Lego Mindstorms*, bem como outros 17 kits. Assim, a concepção de programação no *Scratch* é similar à montagem do Lego, já que as crianças podem começar simplesmente encaixando os blocos em diferentes sequências e combinações para ver o que acontece. Não há nenhuma sintaxe obscura, portanto, ou regras de sintaxe que as impeçam de criar e de dar forma a sua imaginação, o que torna uma experiência lúdica. Essa forma de trabalho permite que as características demográficas da Fluidez Digital, como idade e gênero, sejam satisfeitas para utilizar essa tecnologia, porém a situação socioeconômica e a habilidade de ler na língua inglesa podem ser impeditivas para o desenvolvimento da Fluência Digital através da ferramenta. Outra característica que o *Scratch* possui é a de ser **more meaningful**, que está associada ao **aprendizado significativo**. Resnick classifica esse termo no

sentido de que as pessoas aprendem melhor e disfrutam mais quando apoiados por projetos que têm significado para elas.

No desenvolvimento do *Scratch* foram colocados dois aspectos de projeto como altamente prioritários: Diversidade e Personalização. Em relação à **Diversidade**, o *Scratch* permite variados tipos de projetos, tais como histórias, jogos, animações e simulações, pois considera que as pessoas possuem interesses diferentes. A característica do *Scratch* relacionada à **Personalização**, por sua vez, permite que seja fácil para as pessoas personalizarem seus projetos, como na situação de importar fotos, clips, música; gravar vozes e criar gráficos, ações relacionados às mídias. Esses fatores estão relacionados aos fatores educacionais e psicológicos da Fluidez Digital.

Por fim, a última característica do *Scratch* é o fato de ser **more social**, em que os projetos podem ser compartilhados na Web e, desse modo, qualquer pessoa pode executá-lo, comentar sobre ele ou votar no projeto. Dessa forma, é possível que uma pessoa interessada possa realizar o download do *script*, desenvolvido por um membro da comunidade *Scratch*, e aprender com esse código. Essa característica relaciona-se às influências sociais da Fluidez Digital e está relacionada ao apoio social da escola (ZHAO et al., 2010). A Figura 2 e Figura 3 mostram, respectivamente, o ambiente de programação do *Scratch* e um exemplo de programação através dos blocos.

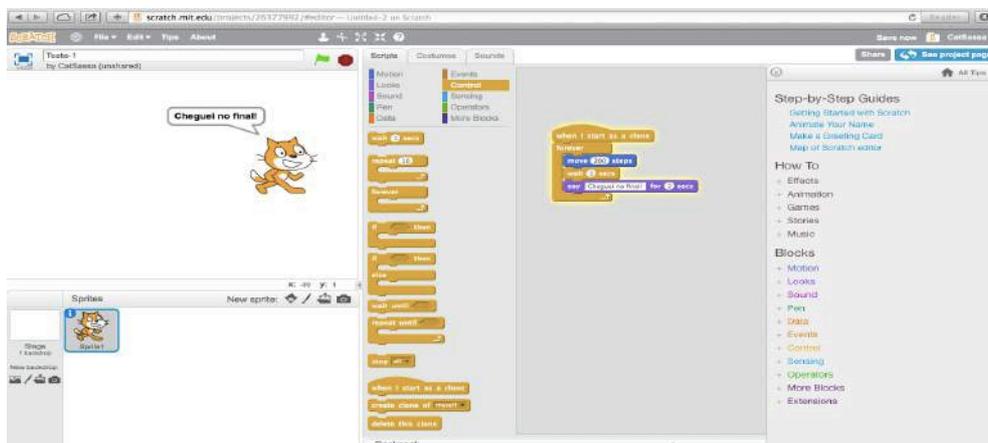


Figura 2: Ambiente de programação

Fonte: Utilização pelo autor



Figura 3: Programa exemplo com Scratch
Fonte: Utilização pelo autor

2.11 Ensino Médio

Segundo Bell (2010), existem diversos exercícios e técnicas para o desenvolvimento do raciocínio lógico para alunos do ensino médio. Os conteúdos abordados nas atividades repousam sobre conceitos fundamentais da Ciência da Computação, o que torna seu uso abrangente e evita a defasagem do conteúdo ao longo do tempo. Tais atividades têm sido aplicadas e revisadas por diversos pesquisadores e professores ao redor do mundo dentro e fora de salas de aulas. O site do projeto Computer Science *Unplugged* (BELL; WHITTEN; FELLOWS, 2010) disponibiliza o livro gratuitamente em diversos idiomas e prevê atividades extras, além de oferecer vídeos demonstrativos.

Recentemente, no *Symposium on Computer Science Education* (2011), foram discutidas as principais iniciativas internacionais para melhorar o ensino da Ciência da Computação. Um grande projeto norte-americano, para desenvolver o ensino da Computação em escolas e universidades, foi apresentado: CSJOK habilita professores a ensinar computação nas escolas e é um projeto colaborativo, que visa ajustar o currículo e as questões pedagógicas na escola com o ensino de Ciência da Computação, em especial nas escolas de nível médio e nos cursos de introdução à Computação no ensino superior. Esse projeto objetiva aproximar um número

significativo de colaboradores dentre os quais estão acadêmicos, agências governamentais, fundações e iniciativa privada. O objetivo, portanto, é atingir 10 mil professores em 10 mil escolas, ensinando um novo currículo de Computação até 2015. Os desafios de aplicar o projeto incluem a falta de interesse na Computação, o pouco envolvimento das minorias na área e a presença negligenciada da Computação nos ensinos médio e fundamental (RSBC, 2011).

Um esforço para o ensino de computação e de seus fundamentos pode ser observado no livro de Bell; Whitten; Fellows (2010), estruturado em três partes, que apresenta os seguintes tópicos: “Representando as Informações”, “Algoritmos” e “Representando Procedimentos”. O capítulo dedicado aos Algoritmos reforça a importância do termo como sendo fundamental no ensino de ciências da computação. Neste, é também abordado os métodos computacionais de uso frequente no cotidiano, como o conceito de algoritmos de ordenação e de busca de informação. Esse conjunto de conceitos e de atividades lúdicas são: números binários e alfabetos, ordenação e busca de dados, autômatos de estados finitos, grafos e ocorrência e situações de impasse (*deadlocks*). Essas atividades, por seu turno, são executadas sem o uso do computador e algumas até mesmo podem ser realizadas ao ar livre, o que representa um diferencial importante em relação aos processos de aprendizagem convencional. A utilização dessa metodologia pode ser aplicada em locais com pouca infraestrutura e ao ar livre, além de estimular as habilidades sociais, em que os ambientes naturais parecem melhorar a função cognitiva (atenção), estimular a atividade lúdica e a criatividade e diminuir os efeitos negativos dos eventos de estresse (WELLS, 2000).

O livro denomina a Atividade 1 como “Contando os pontos Números Binários”, apresentada abaixo a fim de exemplificar como são as atividades propostas. A atividade consta, basicamente, em discutir como os dados são armazenados em computadores e transmitidos como uma série de zeros e uns. Além disso, discute como são representadas palavras e números usando apenas os dois símbolos, no caso da numeração binária. A atividade está relacionada à matemática com os seguintes conteúdos: Representação

de números em outras bases além da base decimal; Representação de números na base dois; Sequências e padrões sequenciais; descrição de uma regra para um padrão e padrões e relacionamentos com as potências na base dois. Ademais, desenvolve as habilidades de Contar, Correlacionar e Ordenar e, ainda, é sugerida para crianças a partir dos sete anos de idade.

Por se tratar de uma atividade sem o uso do computador, é necessário produzir o material, que ocorre por meio de folhas A4 na forma de cinco cartões com números binários para a demonstração. Antes de se introduzir as atividades propostas, o material sugere fazer uma demonstração dos fundamentos para o grupo. São necessários cinco cartões, conforme mostrado na Figura 4 , com pontos marcados de um lado e nada grifado sobre o verso (BELL; WHITTEN; FELLOWS, 2010).

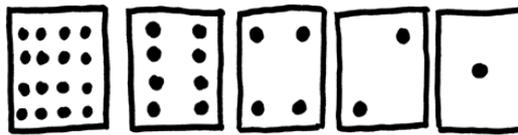


Figura 4: Modelo dos cartões

Fonte: <http://csunplugged.org/>

Após, são escolhidas cinco crianças para segurar os cartões de demonstração na frente da turma – os cartões devem estar na ordem da Figura 4. Para discutir essa atividade é sugerido que o professor seja um mediador da atividade questionando os alunos sobre:

- O que você percebeu sobre o número de pontos nos cartões? (Cada cartão tem duas vezes mais pontos que o cartão à sua direita);
- Quantos pontos teria o próximo cartão colocado à esquerda? (32) E o próximo?

É indicado, também, que as crianças utilizem os cartões para representar números, virando alguns deles para baixo e adicionando os pontos dos cartões com a face voltada para cima. Dessa forma, é solicitado às crianças para representarem os números 6 (cartões com 4 e 2 pontos), 15 (cartões com 8, 4, 2 e 1 pontos) e, em seguida, 21 (cartões com 16, 4 e 1 ponto). Após, pode-se solicitar que os alunos tentem contar de zero em

diante. Nesse momento, o resto da turma deve prestar atenção sobre como os cartões são virados para tentar reconhecer um padrão (cada cartão é virado metade das vezes do que as vezes do cartão a sua direita). É possível que essa atividade seja experimentada com mais de um grupo.

Quando um cartão está com a face para baixo, sem mostrar os pontos, é representado por um zero. Já quando os pontos são exibidos, o cartão é representado por um. Este é o sistema numérico binário que utiliza o zero e o um para representar se um cartão está virado para cima ou não (Figura 5). O zero indica que os pontos do cartão estão escondidos, e o um significa que os pontos do cartão são visíveis (BELL; WHITTEN; FELLOWS, 2010). Por exemplo:

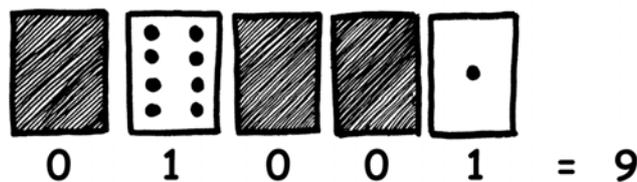


Figura 5: Uma representação do sistema binário

Fonte: <http://csunplugged.org/>

Pode-se solicitar às crianças para formarem o número 01001. Qual o seu número equivalente em decimal? (9) Como seria o número 17 em binário? (10001). Nesse tipo de atividade, é indicado executá-la algumas vezes como exemplos até que as crianças compreendam o conceito. Há cinco opções de atividades de extensão no livro que podem ser utilizadas como reforço e as crianças devem fazer o maior número de atividades possíveis.

2.12 Ensino Básico e Fundamental

Existe um interesse em ensinar a Computação na educação básica, e esse é um tema que vem sendo tratado em vários países, sendo que em alguns já se utiliza um currículo mínimo para o ensino de CC, como é o caso

em Israel (GAL-EZER et al., 1995), Canadá (MEO, 2011) e Estados Unidos. Neste, o modelo de currículo investe no ensino de conteúdos que exploram a chamada Educação Imperativa, em que mais importante do que aprender temas ligados às tecnologias está a capacidade de desenvolver o pensamento computacional (CSTA, 2005).

No caso do ensino de informática com crianças, a utilização do computador está associada ao lúdico, na forma de um jogo, ou em realizar tarefas exercício-e-prática. As estatísticas de uso dos programas de exercício-e-prática nas escolas dos Estados Unidos da América indicam que cerca de 40% do tempo que a criança, das primeiras séries do 1º grau, passa no computador é consumido em programas dessa modalidade (VALENTE, 1993). Nos dias atuais, a realidade não destoa do que foi observado por Valente (1993). Brito (2011), em seu trabalho Atividades de crianças do pré-escolar e educadores de infância com o computador, em Portugal, investigou 363 educadores infantis daquele país e concluiu, de acordo com o estudo, que 59% dos Educadores inquiridos consideraram que utilizar as TIC no Pré-Escolar é muito importante e que 86% referiram que utilizam as tecnologias de informação. O estudo relata, ainda, dados a respeito das atividades desenvolvidas no computador: as atividades preferidas para a utilização no computador eram os CD-ROM's (84%), MS Paint™ (71%) e MS Word™ (68%). Um recorte dos dados obtidos no estudo é transcrito abaixo.

Brito (2011) destaca que nas aulas de informática do jardim de infância, uma professora mencionava que tinha o cuidado de proporcionar às crianças softwares em que elas aprendessem alguns conteúdos e que as atividades tivessem objetivos. Já outra professora também do jardim de infância, não tinha esse cuidado, e as aulas de informática acabavam por ser apenas um entretém para as crianças. Assim, a utilização da informática para aulas que abordem conteúdo ou entretenimento é semelhante. Observa-se que a forma como as crianças se relacionam com o computador pode ser transcrito para os dias atuais, em que as crianças, das primeiras séries do 1º grau, utilizam o computador com atividades do tipo exercício-e-prática (VALENTE, 1993).

Conforme será discutido, o ensino de computação não deve *a priori* estar sustentado no raciocínio lógico matemático, e sim deve-se manter uma visão mais ampla, sustentando-se como uma disciplina de educação básica, assim como a matemática, a física e a biologia têm seus conceitos claramente definidos. Como ponto de partida para abordar esses assuntos, dois conceitos são importantes no ensino da computação: o raciocínio lógico e o pensamento computacional. Estes deveriam ser ensinados desde cedo, pois aumentam a capacidade de dedução e conclusão de problemas.

Esta ação tem sido incentivada pela Sociedade Brasileira da Computação (SBC) há muitos anos. É importante salientar que devemos primar pela qualidade do ensino em todos os níveis da cadeia de formação de recursos humanos. Entendemos que a Computação deva ser ensinada desde o ensino fundamental, a exemplo de outras ciências como Física, Matemática, Química, Biologia, etc. Esses são pontos muito importantes para que no futuro tenhamos recursos humanos qualificados para enfrentar os desafios que advirão (RSBC, 2011).

Por outro lado, a utilização de tecnologia por crianças, de forma precoce, é questionada em relação aos seus benefícios, já que segundo a Academia Americana de Pediatria (CLYBURN; HAMBURG, 2013) e a Sociedade Canadense de Pediatria (CPS, 2010) a utilização de tecnologia por parte de crianças e jovens deve ser restrita (Tabela 2).

Tabela 2 Tempo de utilização de tecnologia

Idade	Exposição à tecnologia
0 a 2 anos	Nenhuma exposição
3 a 5 anos	Uma hora por dia
6 a 18 anos	Duas horas por dia

Fonte: <http://www.huffingtonpost.com>

Contudo, nos dias de hoje, crianças e jovens usam a tecnologia em quantidade de 4 a 5 vezes maior do que o recomendado, o que está resultando em consequências graves e ameaças vitais. (KAISER 2010; ACTIVE HEALTHY KIDS CANADA, 2012). Um fato relevante a ser mencionado é que a lei nº 11.114/05 instituiu a obrigatoriedade da matrícula a partir dos seis anos de idade permitindo, assim, que mais crianças estejam na escola. Para tanto, é necessário criar mecanismos que possam promover o contato das crianças com algoritmos, uma vez que elas utilizam a tecnologia desde cedo, embora o contato com os algoritmos chegue tardiamente ao aprendiz.

2.13 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou o conceito de Fluidez Digital, suas características em relação aos aspectos demográficos e seus fatores educacionais e psicológicos. Além disso, nele foram destacadas as influências sociais na Fluidez Digital, a intenção comportamental quanto ao uso de tecnologia, a oportunidade, a frequência e, ainda, mostrados os tipos de uso da tecnologia e o modelo conceitual sobre Fluidez Digital segundo Wang; Basham; Jang (2012). Abordamos, também, a educação em computação, em que discutimos se ela é ou não uma ciência, e conceituamos alguns termos relacionados à ciência da computação.

Apresentamos os desafios e as dificuldades do ensino de computação com especial atenção à disciplina de algoritmos, considerada uma disciplina básica dos cursos de computação e engenharia, assim como foram apresentadas as diretrizes curriculares da computação e algumas propostas metodológicas envolvidas no ensino de computação. Por fim, houve uma discussão ao longo do capítulo acerca de uma abordagem no ensino superior, médio e fundamental e de como está sendo abordado o ensino de computação nestas etapas. Em relação ao ensino fundamental, ressaltamos que o contato de crianças com a computação está relacionado a metodologias que preconizam o uso dos computadores como entretenimento,

exercício-e-prática, simulações, entre outros, e que não apresentam o uso do computador para o desenvolvimento do pensamento lógico e da Fluidez Digital. Ademais, abordamos que existe pesquisadores que defendem que o uso de tecnologia por crianças deve ser restrito e que, em algumas idades, não deve-se utilizar tecnologia.

3 Robótica na educação

3.1 Tecnologias robóticas

Os robôs são utilizados para realizarem tarefas dentre as quais as são consideradas insalubres, que colocam a vida em risco e que necessitam precisão ou atividades consideradas repetitivas para os seres humanos. Em sua grande maioria, essas atividades estão associadas a um robô industrial usado nas linhas de produção. A utilização de robôs torna mais flexível a produção e apresenta respostas mais rápidas às necessidades de adequação da produção ao mercado. Em decorrência dos robôs serem reprogramáveis, apresentam benefícios em relação aos custos, incluindo aumento da produção, redução de custos operacionais, aumento na qualidade do produto, eliminação de perigos para a segurança e saúde dos operadores, alta precisão, operação em turnos sem paradas e redução do espaço fabril no chão de fábrica (CRISPIM; MEDINA, 2010).

Outras aplicações da utilização de robôs ocorrem em ambientes inóspitos, como, por exemplo, limpeza de resíduos tóxicos, exploração espacial, mineração, busca e resgate de pessoas e localização de minas terrestres. A manufatura continua sendo o principal mercado em que os robôs são utilizados; em particular, robôs articulados (similares em capacidade de movimento a um braço humano). Na realização de etapas da produção, é comum encontrar células robotizadas, por exemplo: na indústria automobilística, os postos de trabalho humano estão sendo continuamente substituídos por células robotizadas, o que pode ser comprovado através do resultado de estudo realizado no Brasil em 1998, em que cerca de 65% dos robôs existentes no país estavam instalados em montadoras (ROSÁRIO, 2005).

Além disso, a robótica pode ser encontrada nos brinquedos, através de kits de produtos que simulam robôs, os quais podem ser controlados ou serem programados para operarem de forma autônoma. Empresas como a LEGO têm investido muito em produtos que se aproximam de protótipos profissionais e permitem, ao usuário, uma experiência única de design e

programação de dispositivos robóticos, uma vez que estão ao alcance de crianças nas lojas de brinquedos em todo o país e no mundo todo (CAMPOS, 2011).

3.2 Artefatos robóticos na educação

O desenvolvimento de atividades relacionadas à robótica na educação envolve a concepção, implementação/construção, automação e controle do dispositivo desenvolvido. A realização de atividades pedagógicas, que envolvem a robótica em algumas escolas, está associada a uma forma interdisciplinar de se promover o aprendizado. É evidente o potencial da robótica como ferramenta interdisciplinar, uma vez que a proposta de construção de um novo mecanismo, ou a solução de um novo problema, frequentemente extrapola o conteúdo de uma disciplina isolada. Na tentativa natural de buscar uma solução, o aluno questiona professores de outras disciplinas que podem ajudá-lo a encontrar o caminho mais indicado para a solução do seu problema (D'ABREU; GARCIA, 2010).

No Brasil, a Robótica Educativa está presente, em sua maioria, nos mais diversos segmentos do ensino médio e profissionalizante. Lopes (2008), afirma que há poucos projetos articulados com o ensino fundamental. É função da escola, além de oportunizar o conhecimento formal, desenvolver habilidades e competências com o objetivo de formar cidadãos autônomos, críticos e socialmente participativos. As tecnologias da informação e comunicação (TIC) surgem como recursos pedagógicos que podem ser utilizados neste novo contexto educacional. O Projeto Amora apresenta os resultados que revelam uma maior autonomia por parte dos estudantes que utilizam TIC's nas atividades escolares (ABRUZZI, 2012).

A Robótica na educação se justifica e permite aos alunos desenvolverem habilidades de maneira autônoma, conforme apontam os estudos de Lopes (2010) e Campos (2011) os quais sustentam que ela é uma ferramenta importante para o desenvolvimento dos alunos. Além disso, existe um aumento das publicações de pesquisas na área de desenvolvimento tecnológico e de materiais envolvendo a robótica. Entretanto, as publicações

em pesquisa básica, envolvendo as ciências cognitivas nesses contextos, permanecem mais escassas (CAMPOS, 2011). É mais comum encontrar artigos e estudos que tratem das aprendizagens mais específicas de conceitos de determinada área do conhecimento, como a Física e a Matemática. Todavia, poucos são os estudos que tratam de gerar conhecimento sobre os processos de aprendizagem em geral, ou seja, os invariantes que podem servir de base para se pensar as aprendizagens de qualquer área do conhecimento (LOPES, 2008).

Segundo a definição de Campos (2011), a robótica é um recurso tecnológico diferenciado, que ao ser incorporado ao processo de aprendizagem na educação básica, permite criar um ambiente motivador e criativo, proporcionando ao educando uma experiência única de aprendizagem significativa.

3.3 As principais teorias da aprendizagem

As teorias de aprendizagem buscam explicar o desenvolvimento da mente humana e o processo de mudanças cognitivas adquiridas pela experiência sendo, assim, um conjunto de conceitos relacionados à prática pedagógica. Tais conceitos se aplicam na relação entre professor e estudante, revelando um método, uma forma de produzir conhecimentos, o que se aprende e como isso acontece. A seguir, algumas das principais abordagens encontradas na literatura.

3.3.1 Empirismo

Essa teoria tem como princípio o fato de que o conhecimento humano é a experiência adquirida em função do meio físico mediado pelos sentidos. O indivíduo precisa aprender a partir de um estado inicial onde nada conhece. A mente é considerada inerte e as ideias vão sendo gravadas a partir das percepções. Essa visão pode ser justificada nas palavras de

Popper (apud MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010), quando diz: "não há nada no nosso intelecto que não tenha entrado lá através dos nossos sentidos".

O desenvolvimento do empirismo aconteceu na Inglaterra, nos séculos XVII e XVIII, tendo à frente John Locke (apud MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010). Para o filósofo, "o homem não pode atingir a verdade definitiva, pois tem nos fatos, e não nele, a fonte principal para tal explicação". Refuta a ideia, desse modo, das teorias inatas e com isso destaca a importância da educação e da instrução na formação do homem. Dito de outra maneira, a fonte do conhecimento está na experiência; o conhecimento vem de fora, evolui à medida que o sujeito adquire novas experiências. Para os empiristas, ensinar é modificar o ambiente, controlar as estratégias de trabalho para operar as mudanças desejadas nas respostas dos alunos.

3.3.2 Inatismo

O Inatismo, ou Nativismo, é a teoria do aprendizado a qual argumenta que as particularidades do sujeito são herdadas desde o nascimento, e que as explicações para as diferenças físicas e psicológicas resumem-se à hereditariedade (GAONAC'H; GOLDBER, 1995). As formas de conhecimento estão pré-estabelecidas no indivíduo que aprende. No Inatismo, as estruturas mentais atualizam-se na medida em que o ser humano amadurece sua inteligência pelas percepções da realidade, tornando-se capaz de realizar aprendizagens cada vez mais complexas. A aprendizagem, dessa forma, consiste no armazenamento das informações prontas, acabadas, através da memória. O grau de aprendizagem mede-se pelo estoque de informações acumuladas.

3.3.3 Apriorismo

A epistemologia apriorista contrapõe-se ao empirismo por entender que o sujeito, ao nascer, possui as condições do conhecimento e da

aprendizagem que se manifestarão ou imediatamente (Inatismo) ou progressivamente, pelo processo natural de maturação. Toda a atividade de conhecimento é exclusiva do indivíduo e o meio que este indivíduo está inserido não interfere no processo de aprendizagem.

Dentro do apriorismo, surge a teoria da forma ou da gestalt: o conhecimento produz-se, porque existe no ser humano uma capacidade interna, inata, que predispõe o sujeito ao conhecimento; há uma supervalorização da percepção como função básica para o conhecimento da realidade – chega a confundir percepção com cognição (HILGARD, 1973). Tal teoria versa sobre traços de memória, os quais são marcas deixadas, experiências no sistema nervoso. Esses traços de memória formam totalidades isoladas chamadas gestalts. Aprender não é uma questão de adicionar novos traços e subtrair os antigos, mas sim transformar uma gestalt em outra. A gestalt concebe os processos psicológicos como função do campo presente e nega o papel explicativo às experiências passadas, nas situações que seguem umas às outras.

A teoria da gestalt, conhecida como a da aprendizagem por insight, veio questionar o associacionismo americano, principalmente com as obras de Koffka e Köhler (apud MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010).

3.3.4 Associacionista

Essa teoria tem como objetivo explicar que o comportamento complexo é a associação de comportamentos simples. Como percussoras dessa corrente, destacam-se as teorias de comportamento reflexo ou estímulo-resposta fundamentadas pelos autores Edward L. Thorndike e B.F. Skinner (GOODING; PITTENGER, 1977).

Para Thorndike (apud GOODING; PITTENGER, 1977), o padrão básico da aprendizagem é uma resposta mecanicista às forças externas. Um estímulo provoca uma resposta e se a resposta é recompensada, é aprendida. Quanto a Skinner, a questão fica em torno do controle do comportamento, com os reforços que ocorrem com a resposta ou, após esta,

com o propósito de atingir metas específicas ou definir comportamentos manifestos.

3.3.5 Behaviorismo

O fundador do comportamentalismo/behaviorismo, John Broadus Watson (MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010), a partir de um programa de estímulo e resposta, realizou pesquisas sobre a influência do meio no comportamento animal e humano. Todo estímulo eficaz provoca sempre uma resposta imediata, de alguma espécie. Utilizando o termo behaviorismo, Watson definiu a psicologia como sendo "a ciência que estuda o comportamento observável, mensurável e possível". As teorias comportamentais entendem que o aprendiz é um ser que responde a estímulos do meio exterior não levando em consideração o que ocorre dentro de sua mente durante o processo. A aprendizagem é interpretada somente como mudança de comportamento.

Skinner, psicólogo americano, utilizou o modelo experimental de Watson para o estudo do comportamento humano, sendo sua teoria conhecida como "Condicionamento Operante". Para os behavioristas, o homem é uma caixa preta, na qual não se enxerga o que ocorre dentro, somente o que nela entra e dela sai. Por isso, um estímulo gera uma resposta e isso basta. O estímulo pode ser chamado de reforço, que nada mais é do que a recompensa. Esse reforço pode ser positivo quando o estímulo apresentado após a resposta aumenta a probabilidade de ocorrência desta. Por outro lado, o reforço é dito negativo quando a resposta reforçada é aquela que elimina um estímulo aversivo. Tanto os reforços positivos como os negativos aumentam a probabilidade de resposta. A extinção do estímulo elimina uma resposta pela supressão do reforço, e uma punição visa à eliminação de uma resposta pela apresentação de um estímulo aversivo.

Para o behaviorismo, a aprendizagem é entendida como uma modificação do comportamento provocada pelo agente que ensina, através

da utilização adequada dos estímulos reforçadores sobre o sujeito que aprende.

3.3.6 Interacionismo

Vygotsky (1998) traz importantes contribuições através de sua teoria sobre o complexo processo de aprendizagem, chamado histórico-cultural. Atualmente, essa teoria passou a ser conhecida como sócio-interacionista, e é baseada em uma visão de desenvolvimento apoiada na concepção de um organismo ativo, em que o pensamento é construído gradativamente em um ambiente histórico e, em essência, social, emergindo de processos psicológicos e de estruturas orgânicas. As estruturas orgânicas possibilitam as interações entre o sujeito em aprendizagem e o meio cultural, planejando ações a serem realizadas em momentos posteriores, para que aconteçam mudanças no seu desenvolvimento.

Segundo o autor, a interação social é a origem e a principal razão da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual. As funções no desenvolvimento do ser humano aparecem primeiro no nível social (interpessoal), depois no nível individual (intrapessoal). A aprendizagem humana pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as pessoas penetram na vida intelectual daquelas que as cercam. Os estudos de Lev Vygotsky (1998), associados ao Interacionismo, postulam principalmente na origem social da inteligência e no estudo dos processos sócio-cognitivos. Ainda segundo o autor, as estruturas dos estágios cognitivos descritos por Piaget são processos mentais elementares e estes correspondem ao estágio de inteligência sensório-motora, tendo em vista que estão ligados à maturação biológica e à experiência da criança com seu ambiente físico. O meio, quando interposto entre o sujeito e o objeto, pode ampliar possibilidades de transformação. À medida que o indivíduo interage com o objeto, amplia a capacidade de expressar o pensamento e estruturar o processo de aprendizagem. Enquanto Piaget defende que a estruturação do organismo precede o desenvolvimento, para Vygotsky (1998) é o próprio processo de aprender que gera e promove o desenvolvimento das estruturas

mentais superiores. Essas estruturas constituíram-se ao longo da história social do homem através da sua relação com o mundo, mediada pelos instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente, fazendo com que o homem se diferencie dos outros animais nas suas formas de agir no e com o mundo.

O ponto central da teoria de Vygotsky (1987) está ligado ao conceito em torno das três fases do desenvolvimento da criança, podendo ser estendido a qualquer aprendiz. As fases são:

- Nível de desenvolvimento real: determinado pela capacidade de o indivíduo solucionar independentemente as atividades que lhe são propostas;
- Nível de desenvolvimento potencial: determinado através da solução de atividades realizadas sob a orientação de uma outra pessoa mais capaz ou da cooperação com colegas mais capazes;
- Zona de desenvolvimento proximal: considerada como um nível intermediário entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial.

A "zona de desenvolvimento proximal" é potencializada através da interação social, ou seja, as habilidades podem ser desenvolvidas com a ajuda de um adulto ou através da colaboração entre pares. Já o "nível de desenvolvimento real" é considerado como as funções mentais do indivíduo que já estão estabelecidas, decorrentes das etapas de desenvolvimento inteiramente cumpridas pelo sujeito.

Quanto às estruturas mentais superiores, a mesma ideia é reforçada por Oliveira (1999) quando diz que são construídas ao longo da história social do homem. A maturação biológica e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores dependem, segundo Fialho (1998), do meio social que é essencialmente semiótico. Aprendizado e desenvolvimento interagem entrelaçados, de forma que um acelere ou complete o outro.

A abordagem Sócio-interacionista concebe a aprendizagem como um fenômeno que se realiza na interação com o outro. Para Maturana (1998),

educar constitui-se no processo de convivência com o outro e, ao conviver com o outro, o sujeito transforma-se espontaneamente e seu modo de vida passa a acontecer progressivamente com o espaço de convivência do outro.

A aprendizagem acontece por meio da internalização, a partir de um processo anterior, de troca que possui uma dimensão coletiva. Segundo Vygotsky (1998), a aprendizagem deflagra vários processos internos de desenvolvimento mental, que tomam corpo somente quando o sujeito interage com objetos e sujeitos em cooperação. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento.

3.3.7 Cognitivismo

A teoria de aprendizagem cognitivista foi desenvolvida pelo suíço Jean Piaget (1983), que se dedicou inicialmente aos estudos científicos relacionados à natureza biológica do aprendizado. Mais tarde, o epistemólogo interessou-se pela inteligência humana, que considera tão natural como qualquer outra estrutura orgânica embora mais dependente do meio do que qualquer outra – fato este que a inteligência depende do próprio meio para sua construção, estabelecendo-se através da ação. Em 1924, o autor publica “A Linguagem e o Pensamento da Criança”, em que apresenta o progresso da inteligência da criança através da modificação de suas características e não pela eliminação de erros. Piaget (1926) descreve o método clínico, que viria a ser a base metodológica da Psicologia Genética, fundamentada na observação e entrevista clínica. Após inúmeras publicações, relatando a evolução de seus estudos, em 1950, publica “Introduction à l’Épistémologie Génétique” que, em 1970, é publicado na forma de um breve resumo, sob o título “Epistemologia Genética”.

Piaget (1975) aborda, em sua obra sobre a Epistemologia Genética, que o indivíduo, desde o nascimento até a idade adulta, passa por um processo contínuo de construção de estruturas variáveis que, ao lado de características que são constantes e comuns a todas as idades, refletem o seu grau de desenvolvimento intelectual. O autor explica ainda que as estruturas variáveis são maneiras de organização das atividades mentais,

que se conectam aos aspectos motor, intelectual e afetivo. Além disso, para Piaget (1982) dois são os processos que regulam tais atividades mentais: a assimilação e a acomodação. Na assimilação, a estruturação ocorre por incorporação da realidade exterior a formas advindas à atividade do sujeito. Na acomodação, as estruturas modificam-se em função do meio, de suas variações. A adaptação intelectual constitui-se, então, em um "equilíbrio progressivo entre um mecanismo assimilador e uma acomodação complementar" (Ibid., 1982). Piaget defende que o indivíduo passa por várias etapas em sua vida e, a partir da integração de sucessivas estruturas, na perspectiva de que cada uma conduz à construção da seguinte, o autor dividiu tal desenvolvimento em grandes estágios ou períodos que obedecem basicamente aos estágios de desenvolvimento dessas estruturas. A Tabela 3 apresenta os estágios apresentados na obra do autor.

Tabela 3: Estágios do Desenvolvimento

Idade	Período	Características
0-2 anos	Sensório motor	Desenvolvimento da consciência do próprio corpo, diferenciado do restante do mundo físico. Desenvolvimento da inteligência em três estágios: reflexos de fundo hereditário, organização das percepções e hábitos e inteligência prática.
2-7 anos	Pré-operacional	Desenvolvimento da linguagem, com três consequências para a vida mental: a) socialização da ação, com trocas entre os indivíduos; b) desenvolvimento do pensamento, a partir do pensamento verbal; c) desenvolvimento da intuição.
7-12 anos	Das operações concretas	Desenvolvimento do pensamento lógico sobre coisas concretas; compreensão das relações entre coisas e capacidade para classificar objetos; superação do egocentrismo da linguagem; aparecimento das noções de conservação de substância, peso e volume.
12 anos em diante	Das operações formais	Desenvolvimento da capacidade para construir sistemas e teorias abstratos, para formar e entender conceitos abstratos; pensamento concreto, sobre coisas, passa para o pensamento abstrato.

Fonte: PILETTI, 2009

3.4 Tecnologias didáticas utilizando conceitos de robótica

A ideia de que os objetos físicos podem contribuir no processo de aprendizagem é uma ideia relativamente nova. Até o século XIX, a educação formal priorizava o modelo de aulas e recitais. Um dos primeiros defensores da "aprendizagem com as mãos" foi o educador suíço Johann Heinrich Pestalozzi. O pedagogo afirma que os alunos precisam aprender através de seus sentidos e através da atividade física, defendendo "coisas antes de palavras, concreto antes abstrato" (PESTALOZZI apud RESNICK et al., 1998).

Friedrich Froebel, que criou o primeiro mundo jardim de infância na Alemanha, em 1837, foi influenciado pelas ideias de Pestalozzi. Froebel possuía objetos para as crianças brincarem. Ele desenvolveu um conjunto específico de 20 objetos físicos como bolas, blocos e pedaços de pau para as crianças usarem no jardim de infância. Esses objetos ajudam as crianças a reconhecer e avaliar padrões encontrados na natureza.

Maria Montessori, inspirada por Froebel, desenvolveu objetos que foram utilizados por crianças maiores e inspirou uma rede de escolas a utilizarem tais objetos. Dessa forma, a rede de escolas priorizava os materiais manipuláveis para o ensino. Como um esforço para criar a "educação dos sentidos", a educadora esperava que os seus materiais colocassem crianças no controle do processo de aprendizagem, capacitando-as a aprender através da investigação pessoal e exploração (MONTESSORI, 1912).

Jean Piaget forneceu uma base epistemológica para essas ideias educacionais, visto que teorizou que as crianças devem primeiro construir o conhecimento através de "operações concretas" antes de passar para "operações formais" (MONTESSORI, 1912). Sherry Turkle e Seymour Papert, por exemplo, têm defendido uma "reavaliação do concreto", sugerindo que "raciocínio abstrato" não deve ser visto como mais avançado ou superior do que as manipulações concretas (TURKLE; PAPERT, 1990).

Dentre o amplo espectro de ideias e propostas, no que se refere aos artefatos computacionais, é notório observar que a maioria das soluções apresentadas exploram *apenas* a vertente do software. No entanto, a demanda por novos aparatos de hardware na educação vem crescendo, sendo evidenciada, sobretudo, pelos esforços da comunidade acadêmica em propor a inserção da robótica com fins pedagógicos apoiados em resultados favoráveis à sua aplicação (ALVES; BLIKSTEIN; LOPES, 2005; SANTOS; MENEZES 2005; SCHONS; PRIMAZ; WIRTH, 2004; ZILLI, 2004; STEFFEN, 2002; D'ABREU et al., 2002).

A Tabela 4, uma adaptação do trabalho de Braz (2010), mostra uma relação dos principais kits educacionais encontrados hoje no mercado. Pode-se observar para os *kits*, algumas características, a abordagem metodológica e o site para mais informações.

Tabela 4: Relação de Kits comerciais

Kit	Características/ Habilidades	Abordagem metodológica	Site
GoGo Board (Robô com material Reciclado)	Gogo é uma coleção de dispositivos eletrônicos de código aberto, projetados principalmente para uso educacional.	Multiuso. Alunos podem usar a placa para construir robôs, medir e armazenar dados ambientais, conduzir projetos de investigação científica, criar controles para jogos, instalações artísticas.	http://www.gogoboard.org/cocoon/gogosite/home.xsp?lang=pr
Topobo (Brinquedo de construção com memória cinética, com capacidade de gravar e reproduzir movimento físico)	Alguns componentes possuem memória de movimento (<i>kinetic memory</i>), permitindo que se monte um robô e ensine quais são os movimentos que ele deve realizar; prêmio de melhor	Uma interface que permite criar robôs a partir da metodologia desenvolvida para games, podendo ser utilizado futuramente em atividades domésticas ou industriais.	http://www.brunocampagnolo.com/log/2009/02/15/siftables-Topobos-e-novas-maneras-de-interagir-com-o-computador/

brinquedo
robótico.

LEGO
(Considerado o
kit educacional
comercial mais
popular)

Kit de montagem
educacional
(especial para
uso e criações
em robótica)
composto por
429 peças com
várias
possibilidades de
montagem e
programação.

O kit educacional,
além do tijolo,
motores,
sensores e
demais peças,
vem
acompanhado
com material
didático
pedagógico –
Projetos de
Ensino sugeridos
na (Revista)
LegoZoom.

http://www.lego.com.br/site/projeto_areatecnica.php

**Kit
Fischertechnik**
(Concorrente
LEGO empresa
alemã)

Kit de montagem,
inclui sistemas
eletromecânicos
que podem ser
motorizados,
automatizados e
controlados pelo
computador.

Destinado à
introdução de
estudantes ao
mundo da
robótica; vem
com
microcontrolador,
sensores,
motores, etc.

<http://www.fischertechnik.de/de/>

VEX
(Desenvolvido
por empresa
americana
Innovation First
Inc)

Oferece uma
plataforma
excitante para
aprender sobre
áreas ricas, com
oportunidades de
carreira de
Ciência,
Tecnologia,
Engenharia e
Matemática; VEX
Robotics
incentiva a
liderança,
trabalho em
equipe e solução
de problemas
entre os grupos;

Utiliza a
metodologia
baseada na
resolução de
problemas, é
semelhante ao
método científico.
O processo é
geralmente
iniciado com uma
situação
problema e é
finalizado com
solução para o
problema, mas os
passos
intermediários até
chegar a solução

<http://www.vexrobotics.com/>

	também permite aos educadores facilmente personalizarem projetos para atender o nível de habilidades dos alunos.	podem variar; também permite atender o nível de habilidades dos alunos.	
Littlebits (Marca registrada da littleBits Electronics)	O littleBits é um brinquedo de armar que permite fazer vários tipos de circuitos eletrônicos.	O kit é recomendado para crianças a partir de 8 anos.	http://littlebits.cc
Curlybot	Permite gravar e reproduzir.	A partir dos 4 anos de idade.	http://tangible.media.mit.edu/project/curlybot/
Cubelets	São blocos de robôs magnéticos que se encaixam para montar uma variedade infinita de robôs de brinquedo.	A partir dos 4 anos de idade.	http://www.modrobotics.com

Fonte: Adaptação de BRAZ, (2010)

3.5 Panorama do currículo no ensino

O governo federal Brasileiro está promovendo ações que visam alterar o currículo do ensino médio. Trata-se do Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI), instituído pela Portaria nº971/2009⁸, que é o instrumento que visa a elaboração do redesenho curricular nas escolas de Ensino Médio. O texto aborda que o novo currículo será mais dinâmico e flexível e, além disso, permitirá que os conhecimentos das diferentes áreas esteja inserida na realidade dos estudantes, atendendo suas necessidades e expectativas (MEC, 2014). Essas mudanças, em nosso ponto de vista, ainda necessitam

⁸ Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13439>

de uma abordagem mais específica ao que se propõe, a respeito do desenvolvimento do pensamento lógico através de Áreas tecnológicas como a robótica.

O projeto propõe que a escola deverá contemplar os três macrocampos obrigatórios* e pelo menos mais dois macrocampos a sua escolha, assim, ações em no mínimo cinco macrocampos, quais sejam:

1. Acompanhamento Pedagógico
2. Iniciação Científica e Pesquisa*;
3. Leitura e Letramento*;
4. Línguas Estrangeiras*;
5. Cultura Corporal;
6. Produção e Fruição das Artes;
7. Comunicação, Cultura Digital e uso de Mídias;
8. Participação Estudantil.

3.6 Detalhamento sobre comunicação, cultura digital e uso de mídias

O macrocampo Comunicação, Cultura Digital e Uso de Mídias, deverá desenvolver processos relacionados à educomunicação⁹, para a criação de sistemas comunicativos abertos, dialógicos e criativos nos espaços educativos, os quais possibilitarão condições de acesso às diferentes mídias e tecnologias, ferramentas, instrumentos e informações que desenvolvam a ampliação da cultura digital e suas múltiplas modalidades de comunicação.

⁹ Educomunicação é definida como o conjunto das ações destinadas a ampliar o coeficiente comunicativo das ações educativas, sejam as formais, as não formais e as informais, por meio da ampliação das habilidades de expressão dos membros das comunidades educativas e de sua competência no manejo das tecnologias da informação, de modo a construir ecossistemas comunicativos abertos e democráticos, garantindo oportunidade de expressão para toda a comunidade. O ecossistema comunicativo designa a organização do ambiente, a disponibilização dos recursos e o conjunto das ações que caracterizam determinado tipo de ação comunicacional (MEC, 2014).

As ações deverão permitir o desenvolvimento de múltiplas formas de comunicação e processos criativos, proporcionando o domínio dos instrumentos e formas de comunicação, bem como a reflexão sobre o uso crítico das diversas tecnologias nos diferentes espaços de interação social.

A partir de processos criativos, as atividades deverão envolver vivências em espaços de atuação e interação que ampliem a utilização de métodos, técnicas e dinâmicas, utilizando recursos tecnológicos e compreendendo as novas relações na comunicação, mais democráticas, igualitárias e menos hierarquizadas. Poderão ser desenvolvidas, por exemplo, uma diversidade de atividades como: fanzine, cordéis, informática e tecnologia da informação, rádio escolar, jornal escolar, histórias em quadrinhos, fotografia, vídeos, atividades de pesquisa, dentre outros (MEC, 2014).

O documento menciona ainda que as atividades desenvolvidas nesse macrocampo poderão estar articuladas a outros macrocampos e ações interdisciplinares da escola, mas não relaciona diretamente o desenvolvimento do pensamento lógico e da robótica. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), por seu turno, nos norteiam acerca do ensino e das técnicas de ensino-aprendizagem: “o ensino por meio de projetos, além de consolidar a aprendizagem, contribui para a formação de hábitos e atitudes, e para a aquisição de princípios, conceitos ou estratégias que podem ser generalizados para situações alheias à vida escolar”. O ensino de projetos é comumente utilizado pela robótica educacional.

As dificuldades encontradas em oferecer novos conteúdos aos alunos do Ensino Médio e Fundamental, no que se refere ao pensamento algorítmico aplicado à Modelagem Matemática, faz dessa pesquisa um meio importante para apresentar resultados, que servirão como referencial teórico no processo de ensino aprendizagem. De acordo com Valladares (2003), o ser humano é capaz de raciocinar e aprender com os erros e experiências, o que permite que se façam mudanças para aperfeiçoar seus métodos de trabalho e de produção. Além do mais, pode-se fazer ajustes dentro de um procedimento a fim de clarificar alguma instrução mal compreendida ou,

então, modificá-la para que fique mais eficiente e com isso obtenha melhores resultados na implementação dos métodos.

Ao contrário de outras Ciências, como a Matemática e a Biologia, por exemplo, a Computação é apresentada ao aprendiz tardiamente. Mesmo capazes de estabelecer conjuntos de procedimentos, alega-se que nos primeiros anos do ensino fundamental as crianças ainda não apresentam estruturas cognitivas capazes de representar simbolicamente, através das linguagens de programação existentes, os algoritmos associados a tais procedimentos. Para Fonseca (2007):

Nas ciências mais tradicionais – Filosofia, Matemática, Física, Biologia, etc. – existem sempre estudos de história junto a muitos outros dedicados a pensadores, inventores e conquistadores de primeira, segunda ou terceira grandeza, além de inúmeras monografias. No caso da Computação, é necessário que apareçam trabalhos para servir de base e referência aos estudantes, novos pesquisadores e aqueles interessados pelos aspectos teóricos que estão por detrás dessa tecnologia que domina o cotidiano neste fim e início de milênios.

3.7 O Kit TOPOBO

O kit TOPOBO, apresentado nessa seção, permite que a programação seja executada com as mãos através do conceito de **memória cinética**, que permite ao aprendiz criar estruturas e dar movimento a elas através da conexão das peças fixas com as peças móveis, dispensando o uso de um computador para programar o movimento. O conceito da memória cinética desse dispositivo é explorado no ensino de algoritmos com crianças. TOPOBO integra a modelação física e movimento através da programação tangível (RAFFLE, 2004).

Na Figura 6, é mostrada a forma de programação de uma peça ativa que possui uma estrutura simples passiva, conectada na saída do motor.



Figura 6: Programação tátil da peça ativa
Fonte: adaptação RAFFLE, 2004

Um TOPOBO ativo é programado por manipulação direta, em que cada ativo sincroniza os registros por ele mesmo. Para registrar um movimento, um usuário pressiona o botão em um ativo, torce as peças ativas e produz um movimento na criação. Assim, realiza-se uma programação na forma de uma sequência de comportamentos. Ao pressionar o botão novamente, a criação imediatamente entra no modo de reprodução. Nesse modo, é reproduzido o movimento várias vezes até que o botão seja pressionado pela terceira vez para fazer com que o programa termine.

Na Tabela 5 é apresentado o nome de cada um dos kits e uma descrição das peças ativas e passivas disponíveis em cada um deles. Os kits são coleções de peças ativas e passivas que variam em número e que, além disso, trazem um manual com sugestão de montagem. Alguns apresentam uma peça ativa diferenciada, denominada *queen*, que quando conectada a outras peças ativas sincroniza o movimento da estrutura, fazendo com que as peças ativas não mais fiquem independentes em relação ao movimento. Dessa forma, todo o movimento realizado na peça *queen* é transmitido às demais peças ativas, criando um movimento sincronizado entre elas.

Tabela 5: Componentes do kit TOPOBO

Nome do KIT	Peças disponíveis
Starter Set	Permite construir dezenas de criações diferentes.

	<ul style="list-style-type: none"> - 92 Passives, em 9 diferentes formas - 95 de força extra-pinos conector - 1 Independente (azul) Active - Bateria 1 com baterias - Livreto invenção <p>Neste kit foi adicionado uma rainha ativa para o conjunto inicial com 50 unidades.</p>
Starter Set + Queen	<ul style="list-style-type: none"> - 1 ativa e independente - 1 Queen Ativa - 92 Passives, em 9 diferentes formas - 95 pinos do conector - Caixa de bateria - Livreto invenção <p>Com este kit pode-se obter uma experiência.</p>
100 Piece Set + Queen	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Actives Independentes - 1 Queen Ativa - 85 Passives, em 9 diferentes formas - 95 pinos do conector - 2 cabos de ligação - Fonte de alimentação - Livreto invenção <p>Permite Construir centenas de criações diferentes.</p>
Topobo 100 Piece Experimenter Set	<ul style="list-style-type: none"> - 85 Passives, em 9 diferentes formas - 95 de força extra-pinos conector - 2 independentes (azul) Actives - Cabo conector 1 - Caixa de bateria 1 com baterias - Livreto invenção. <p>Testado com até 12 estudantes simultâneos, inclui:</p>
500 Piece Workshop Set	<ul style="list-style-type: none"> - 425 Passives, em 9 diferentes formas - 450 de força extra-pinos conector - 8 Independentes (azul) Actives - 4 Rainha (laranja) Actives - 8 cabos de ligação, comprimentos diferentes - 4 fontes de alimentação - 4 livretos de invenção <p>Criações absolutamente enormes. Permite até 24 pessoas.</p>
1,000 Piece Classroom Set	<ul style="list-style-type: none"> - 850 Passives, em 9 diferentes formas - 950 de força extra-pinos conector - 16 independentes (azul) Actives - 8 Rainha (laranja) Actives - 16 cabos de ligação, comprimentos diferentes - 8 fontes de alimentação - 8 livretos invenção.

O nome TOPOBO é derivado das palavras *topology*, *botanical* e *robot*, constituindo um sistema de modelagem em 3D que permite ser configurado de diferentes formas e programado para se mover fisicamente. A capacidade

de representação 3D do TOPOBO permite que o aluno contextualize e crie objetos relacionados com a sua percepção. Na Figura 7 estão ilustradas as peças passivas e a peça ativa.

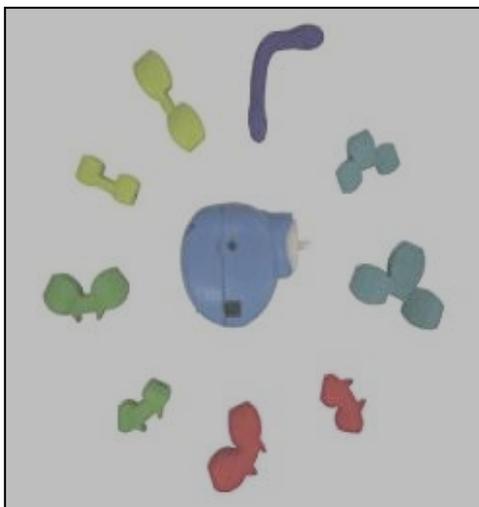


Figura 7: Conjunto de peças ativas e passivas que formam o TOPOBO

Fonte: www.topo.com

O TOPOBO é composto de dez blocos primitivos básicos que se conectam em diversas orientações. Nove desses blocos são chamados de peças *passivas*, pois formam ligações estáticas, sendo que quatro formas geométricas ocorrem em duas escalas. A décima primitiva, denominada *ativa*, é um circuito eletrônico envolvido por uma capa plástica composta de um motor associado a componentes eletrônicos, constituindo uma tecnologia embarcada. A Figura 8 mostra uma criação TOPOBO de uma peça ativa:



Figura 8: Montagem do TOPOBO com uma peça ativa

Fonte: www.topo.com

Quando essas peças são unidas, cria-se uma rede *peer-to-peer*¹⁰ descentralizada. A Figura 9 mostra a rede de peças ativas interconectadas que podem ser programadas manualmente e de forma independente.



Figura 9: Montagem do TOPOBO com quatro peças ativas

Fonte: www.topo.com

Os componentes passivos com função de encaixe estrutural do TOPOBO associados com a peça ativa que possui a memória cinética possibilitam, por meio de um botão liga/desliga, que a rotação da peça ativa possa ser registrada nela mesma. Assim, o usuário pode executar manualmente a movimentação de uma junção da peça ativa e, através dessa ação direta, com as mãos sobre as peças, modificar o movimento da estrutura como um todo.

Outra tecnologia disponível para a manipulação dos elementos é um tipo especial de peça ativa, denominado rainha. Essa peça permite que o sistema replique a outras peças ativas o movimento realizado, transmitindo a estas o mesmo movimento executado na rainha. A utilização dessa peça permite que a criança reflita sobre problemas complexos, como o movimento de uma tesoura ou as patas de um animal (RAFFLE, 2004).

¹⁰ Uma arquitetura de sistemas distribuídos caracterizada pela descentralização das funções na rede, em que cada nodo realiza tanto funções de servidor quanto de cliente.

3.8 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou tecnologias envolvidas na robótica e abordou o uso de tais tecnologias na educação. Após, foram enunciadas as principais teorias da aprendizagem e algumas tecnologias didáticas que são utilizadas para o ensino de robótica.

O texto apresentou, de forma geral, o panorama do currículo do ensino médio enfatizando as modificações que o governo federal vem promovendo, através do Ensino Médio Inovador, para adequar o currículo à realidade dos estudantes. Em seguida, apresentou ações que permitem o desenvolvimento de múltiplas formas de comunicação e de processos criativos e reflexivos sobre o uso crítico das diversas tecnologias nos diferentes espaços de interação social. Por fim, o capítulo apresentou em detalhes o TOPOBO, o artefato robótico utilizado neste trabalho.

4 Abordagens Metodológicas

Alguns trabalhos são encontrados na literatura a fim de discutir e explorar métodos para o ensino de computação, em especial os algoritmos. Todavia, esses trabalhos podem ser classificados em três grupos: Ferramentas, Estratégias e Ferramentas e Estratégias (WAZLAWICK, 2009). Trabalhos que incluem a apresentação da computação através de ferramentas computacionais buscam facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Em outro grupo de trabalho, o de Estratégias, são discutidas as estratégias de ensino e/ou de avaliação de competências. E um terceiro grupo, que engloba os dois anteriores, Ferramentas e Estratégias, são tratados os trabalhos que discutem a utilização de uma ferramenta computacional associada a uma estratégia de ensino. Juntamente com o uso de uma ferramenta computacional, deve-se tentar ajustar algumas propostas pedagógicas de trabalho disciplinar, com cada vez mais foco de pesquisas na área de Computação principalmente no âmbito internacional (PEREIRA JÚNIOR; RAPKIEWICZ, 2004).

A fim de exemplificar, selecionamos uma relação de trabalhos que abordam o uso de Ferramentas, Estratégias e de Ferramentas e Estratégias. Uma abordagem baseada na colaboração, proposta por Faria e Coello (2005), parte do princípio de que o conflito sócio-cognitivo entre os aprendizes pode melhorar o aprendizado. Foi desenvolvido um avaliador de programas, realizado através da linguagem C, denominado Verificador de Diferenças Significativas entre Programas (VDSP) cuja função é avaliar o programa desenvolvido pelos alunos e os pontuar. A pontuação é utilizada para montar grupos de alunos que precisam refazer o código, alterando pontos de vista e considerações. Esse avaliador foi utilizado de forma experimental com alunos do curso de Sistemas de Informação da PUC Minas Arcos, especificamente alunos que cursavam a disciplina de Algoritmos e Estrutura de Dados. Em Silva; Pinto (2013), foi proposto um Ambiente Virtual de Aprendizagem de Algoritmos (AVAA) que fundamenta o aprendizado na forma de desenvolvimento de jogos. Com o intuito de utilizar os jogos para auxiliar o desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes, tanto para

leitura de algoritmos quanto para posterior elaboração de algoritmos simples, foi desenvolvida a metodologia quebra-cabeça, cuja concepção gira em torno dos problemas de ensino/aprendizagem de Algoritmos e Programação, mas sem deixar de lado os aspectos lúdicos do ato de jogar para garantir, desse modo, a motivação dos estudantes (SILVA; PINTO, 2013). Nesse ambiente, o professor ainda propõe a construção de diversos jogos que são executados no AVAA através de plug-ins que utilizam a linguagem de programação da Adobe Flex.

Em Pereira Júnior et al. (2005), foi citado que o Grupo de Trabalho de Licenciatura em Computação (GT-3), da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), estabeleceu entre as metas para 2004-2005 desenvolver experiências relativas ao ensino de programação no nível médio. O objetivo é melhorar o comportamento dos futuros ingressos em cursos de Computação e Informática, tendo como principal abordagem os problemas relacionados ao pensamento algorítmico mais cedo.

Por fim, destaca-se o trabalho de Garcia; Rezende; Calheiros (1997), que trata da produção de um trabalho com animações de algoritmos e de estruturas de dados. Vários desses sistemas exploram a potencialidade do uso de visualizações gráficas das operações realizadas nas estruturas de dados como ferramenta de ensino. O uso de movimento em tempo real, cores e sons, enriquecem ainda mais o poder de comunicação. De fato, algumas experiências positivas foram relatadas na literatura, principalmente com o uso de sistemas que utilizam a abordagem ativa, na qual o aprendiz interage com as animações na criação de instâncias para testes (DOS SANTOS; COSTA, 2006).

O arcabouço metodológico deste trabalho utiliza uma metodologia baseada no *design*. Por se tratar de um método que pode ser aplicado com crianças que não desenvolveram habilidades de leitura e escrita, tal metodologia preconiza a utilização de objetos concretos que chamem a atenção pelas cores e que tenham fácil manipulação e programação. Assim como os computadores, podem ser vistos como um material de construção

universal, expandindo, em muito, o que as pessoas podem criar e o que elas podem aprender no processo (RESNICK, 1998).

4.1 Metodologia e organização do trabalho

Toda pesquisa tem uma intencionalidade, que é a de elaborar conhecimentos que possibilitem compreender e transformar a realidade; como atividade, está inserida em determinado contexto histórico-sociológico, estando, portanto, ligada a um conjunto de valores, ideologias, concepções de homem e de mundo que constituem este contexto e que fazem parte também daquele que exerce esta atividade, ou seja, o pesquisador (PADUA, 2004).

Esta pesquisa caracteriza-se, quanto à natureza, como pesquisa aplicada, pois seu interesse é prático e deseja-se que os resultados sejam utilizados na solução de problemas que ocorrem na realidade (MARCONI; LAKATOS, 2001). Além disso, este estudo tem finalidade exploratória, uma vez que procura conhecer mais, e melhor, o problema, além de aprimorar ideias, elaborar hipóteses e ampliar o entendimento do problema (GIL, 2002). Para tanto, são empregados métodos qualitativos, tendo como foco principal de abordagem o processo e seu significado.

A pesquisa aplicada utiliza o conhecimento da pesquisa básica para resolver problemas relacionados a aplicações concretas. Logo, não apresenta uma divisão estanque, tal como o faz esta pesquisa, que possui simultaneamente elementos de pesquisas básica e aplicada.

4.2 Aplicação da metodologia baseada no Design

O conceito de design prioriza a concepção; visa o criar e não apenas utilizar ou interagir; a personalização, que é criar algo que seja pessoalmente significativo e relevante; a colaboração, desenvolvendo o trabalho com outras pessoas no processo criativo e colaborativo e, por fim, a reflexão, que é rever e repensar as práticas criativas de cada um. A aprendizagem baseada no conceito de design é particularmente adequada para a computação criativa, uma vez que apoia o desenvolvimento das ligações pessoais dos alunos com

a computação, com base na criatividade, imaginação e interesses pessoais ou coletivos.

O aspecto pedagógico das oficinas do TOPOBO está fundamentado no construtivismo piagetiano. Piaget mostrou que, desde os primeiros anos de vida, a criança possui mecanismos de aprendizagem que desenvolve mesmo sem ter frequentado a escola. A criança aprende diversos conceitos matemáticos, como, por exemplo, o conceito de volume, no qual a criança tem a ideia de que a mesma quantidade de líquido pode ser colocada ou em um copo alto e estreito ou em um copo mais largo e baixo. Essa ideia é aprendida utilizando copos de diferentes tamanhos, sem explicitamente ter sido ensinado o conceito de volume. O desenvolvimento da capacidade intelectual é desenvolvido quando a criança interage com os objetos do ambiente onde ela vive, utilizando o mecanismo de aprendizagem. Não existe um processo explícito de transmissão do conhecimento. Além do conceito de volume, outros conceitos podem ser adquiridos através do processo de interação.

As oficinas com o TOPOBO buscam justamente resgatar esse processo de aprendizagem através da manipulação de objetos reais, pertencentes ao universo da criança na forma de brinquedo. Duffy; Jonassem (1992) afirmam que para apreender realmente, os indivíduos precisam de problemas realistas inseridos em contextos reais. Dessa forma, ao interagir com os objetos pertencentes ao seu mundo, a criança pode desenvolver conceitos relacionados à ciência da computação. Do ponto de vista pedagógico, alguns aspectos dessa metodologia com o TOPOBO são destacados: um deles é que o processo de controle da aprendizagem está prioritariamente com o aprendiz, e não com o professor. Isso ocorre pelo fato de que é o aprendiz quem irá explorar o TOPOBO da maneira que julgar adequada, através das habilidades motoras que ele possui, e não através de normas pré-estabelecidas pelo professor. Será o aprendiz quem irá propor o objeto que se deseja criar, através do TOPOBO, em que os projetos estão relacionados ao universo dele. O professor tem uma função importante nesse processo, pois é quem propõe mudanças no projeto, para auxiliar no ajuste do projeto ao nível do aprendiz, e quem irá fornecer novas informações e

contextualizar conteúdos inseridos nas atividades. O papel do professor, dessa maneira, não deve ser o de inibir o aprendiz, tampouco tirar sua motivação pelo projeto. Piaget (1982) diz que a experiência física com objetos, a transmissão social (informação que o adulto passa à criança) e o equilíbrio são os conhecimentos construídos pelo sujeito.

Outro aspecto a considerar é que as oficinas propiciam ao aprendiz a oportunidade de aprender fazendo, ou seja, “ensinando sua criação TOPOBO” a executar um movimento ou tarefa. Dessa forma, o aprendiz passa a expressar a resolução da tarefa/problema segundo a manipulação da peça ativa, fazendo com que a manipulação seja uma descrição formal e precisa da resolução. A verificação através da execução, e o resultado desta, permitem ao aluno confrontar suas ideias originais com o resultado realizado pela criação ao ser inicializada. Assim, o aprendiz pode analisar suas ideias com os conceitos aplicados na construção do objeto.

Ao perceber que a execução do objeto não está em conformidade com suas ideias e conceitos, visto que existe uma diferença entre o planejado e o executado, o aluno pode modificar a construção para identificar a origem do erro. O erro, para a teoria construtivista, é a maneira que o aprendiz tem de aprender, sendo assim, o erro ou acerto irá servir de base para construção dos seus conceitos ao invés de apenas verificar o quanto foi repassado para o aprendiz e se realmente foi assimilado (ALVES et al., 2004).

A situação de erro mais interessante do ponto de vista do aprendiz é o erro conceitual. No momento de criação da estrutura do TOPOBO, a programação da peça ativa que a criança faz pode ser vista como uma descrição do seu processo de pensamento. Isso significa dizer que existe uma proposta de solução do problema, em nível de ideia, e uma descrição desta ideia, em nível de construção e programação. É possível, desse modo, a comparação da intenção com a atual implementação da resolução do problema com as peças e a programação. Se ao programar a estrutura não se produz o esperado, significa que ele está conceitualmente errado. A análise do erro, por parte do aprendiz, e sua correção constitui uma grande oportunidade para o aluno entender o conceito envolvido na resolução do

problema em questão. Portanto, nas abordagens metodológicas com o TOPOBO, o erro é uma situação que nos leva a entender melhor nossas ações e conceitos. Assim que aprende uma série de conceitos antes de entrar na escola, a criança é livre para explorar e os erros são usados para depurar os conceitos, e não para se tornarem a arma do professor (VALENTE, 1993).

4.3 Mostra dos sujeitos da pesquisa

Para a escolha dos participantes, estabeleceu-se como critério a escolha de alunos do ensino fundamental, com idade a partir dos cinco anos até os sete anos. Incluiu-se a esse grupo, alunos das séries finais do infantil, próximos à faixa etária dos cinco anos, pois segundo os autores Piaget; Inhelder, 1966; Inhelder; Kamii, 1971; Sinclair; Bovet, 1974; Kohlberg; Mayer, 1979, corresponde a um período de transição mais permeável a uma estimulação cognitiva.

Os colaboradores participaram de oficinas distribuídas em quatro escolas, sendo duas no Brasil e duas na Espanha. Os sujeitos da pesquisa, portanto, compreendem estudantes da Educação Infantil e do Ensino Fundamental, com idades que variam de 5 a 7 anos.

4.4 Escolhendo as habilidades que serão trabalhadas

Em relação à viabilidade, a metodologia escolhida é perfeitamente adaptada ao contexto e à realidade da escola, sendo viável ao professor e aos alunos, incluindo alunos dos primeiros anos do ensino fundamental, pois requerem uma mínima intervenção do professor.

4.4.1 Suporte ao conhecimento fundamental

Estruturas de conhecimento fundamentais são aquelas que se aplicam em todos os domínios – habilidades como sequenciamento, estimativa, previsão, composição e decomposição. O arcabouço propõe formas de

desenvolver de forma generalista. As crianças exploram o conceito de sequenciamento quando conectam as primitivas passivas através dos conectores a fim de desenvolverem a estrutura macro.

Como utilizam diferentes tipos de peças passivas, desenvolvem habilidades de estimativa “Quantos?” ou “Até onde?”. As crianças são incentivadas a prever o que irá acontecer quando a estrutura micro e macroestrutura forem conectadas ou quando iniciaram o movimento da estrutura através do mecanismo de memória cinética. A estrutura do TOPOBO fornece um retorno imediato a respeito da previsão de suas estimativas e previsões.

Parte do processo é explorar conceitos matemáticos comuns para as classes em que os estudantes têm entre sete e oito anos, principalmente o sentido numérico (magnitude) e medição. Dentro dessas áreas, as crianças podem desenvolver a exploração quantitativa. Diferentes tipos de medições, além disso, estão incluídos, por exemplo: distância, rotação, tempo e interações.

4.4.2 Suporte à resolução de problemas

O arcabouço pode facilmente ser integrado ao currículo e, assim, o professor pode propor a resolução de problemas, quais sejam: a) identificação de um objetivo; b) elaboração de um plano; c) desenvolvimento de uma primeira tentativa de cumprir a meta; d) resultados de testes, avaliação e compartilhamento; e) revisão de cada tentativa com base no feedback que o TOPOBO permite a cada interação.

O trabalho com o TOPOBO explora essa característica na forma metodológica quando permitimos que as crianças criem de forma autônoma, e, através de uma experiência lúdica, passem a desenvolver as atividades de forma que o que é apresentado passe a ser significado para elas. Em nosso caso, a significação dos projetos está associada ao processo do brincar da criança, em que a imaginação dá forma aos robôs. Dessa forma, o modelo que se propõe para o trabalho permite que a criança imagine suas criações e

lhes dê a forma que desejar, segundo o interesse individual ou do grupo, dependendo da abordagem metodológica.

Há um componente social que podemos observar durante todo o processo, inclusive no momento da montagem, pois as crianças compartilham ideias ao mesmo tempo em que as executam. Segundo a metodologia de trabalho escolhida pelo professor, os aprendizes podem estar dispostos em duplas de trabalho, o que permite que troquem experiência com o colega e também entre os colegas da outra dupla.

4.5 Utilização de material de apoio

Na oficina, o professor pode utilizar materiais de apoio, tais como canetas, folhas, caderno, projetor, entre outros, que auxiliam no processo de investigação das ações dos alunos. A observação como técnica de coleta de dados insere-se na análise da questão da afetividade na Educação Infantil como uma forma de desenvolvimento das capacidades da criança e de seu aprendizado, visto que as práticas que envolvem o afeto e o emocional funcionam como um elo entre o professor e a criança, sendo o professor o que norteia o desenvolvimento infantil (SANTOS, 2013).

4.6 Socializar a oficina

Nessa etapa da metodologia das oficinas tem-se por objetivo a socialização das criações. O professor poderá solicitar um texto, um desenho ou o texto seguido de um desenho. Quando os participantes da oficina são alunos do ensino fundamental, o professor pode propor que a criação seja demonstrada para o(s) colega(s). Dessa forma, o aluno tem a oportunidade de expor o quanto o seu desejo de criação condiz com o objeto concreto.

Para os aprendizes do ensino fundamental, sugere-se que o professor solicite que expressem-se oralmente, já que, dessa maneira, a criança amplia seus horizontes de comunicação, exercita o pensar, socializa com os demais, organiza a sua mente, interpreta o mundo, expõe ideias, debate opiniões,

expressa sentimentos e emoções, desenvolve a argumentação, comunica-se com facilidade, além de se preparar para um futuro profissional no qual ela seja capaz de expressar em público seus conhecimentos e ideias (CHAER; GUIMARÃES, 2012).

A Figura 10 apresenta de forma genérica as etapas metodológicas que são desenvolvidas nas oficinas.

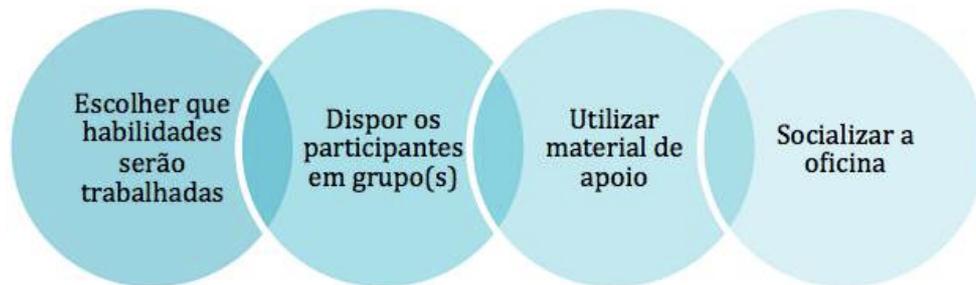


Figura 10: Conjunto de etapas do arcabouço.

Fonte: o autor.

4.7 Desenvolvimento das atividades

O arcabouço metodológico proposto foi aplicado em estudos de caso envolvendo crianças das primeiras séries do ensino fundamental, analisando seu uso através da identificação e categorização dos perfis dos estudantes.

Bunge (1995) categoriza as ciências quanto ao objeto de estudo entre: formais (estabelecem entes ideais formais e suas relações – matemática e lógica) e fractais (naturais ou sociais, empiricamente verificam seus postulados). Recentemente essa classificação vem sendo ampliada de forma a abranger as questões interdisciplinares e as necessidades das pesquisas abordarem a resolução de problemas da sociedade. Dessa forma, surgem novas metodologias de pesquisa envolvendo seus processos, testes e avaliações. Por exemplo: na área de Ciência da Computação, e suas aplicações nas mais diferentes áreas, passa-se a adotar o método de pesquisa analítica baseada em prototipação.

A metodologia baseada em prototipação parte do estudo teórico e consequente proposição de um modelo, construindo-se um protótipo para seu teste e validação. De forma mais genérica, é desenvolvido um estudo exploratório, em que as questões associadas ao desenvolvimento de algoritmos, utilizando o kit robótico TOPOBO e o Lúdico na educação, são abordadas. O método de pesquisa é baseado em prototipação, em que o desenvolvimento de robôs a partir do kit TOPOBO e a programação destes foram testados através da realização de estudos de caso.

4.7.1 Instrumento de coleta de dados

Neste trabalho, por se tratar de testes empíricos, combinam-se diversos métodos de coleta de dados, tais como bloco de anotações, registro audiovisual e análise qualitativa de análise dos dados.

4.7.2 Bloco de anotações

Foi utilizado um bloco de anotações, que trata-se de uma ferramenta muito comum nas pesquisas. Nele, são feitas anotações em seguida ao momento que se vive na investigação. Assim, foi escrito o que foi examinado e visto; em um segundo momento, as anotações foram digitadas e reorganizadas, de modo que fosse possível tecer comentários que complementassem o vivido. Dessa forma, manteve-se o registro intacto e, em paralelo, escreveram-se as observações e as impressões das próprias observações. Ao realizar as análises, colocamos de forma paralela o que foi escrito durante as observações e as interpretações. Dessa maneira pareceu uma forma de melhor mostrar a realidade, dividindo-se entre não sucumbir à tentação de julgar o que se está analisando, bem como precisando compreender o que ocorreu com uma linguagem pessoal.

4.7.3 Registro audiovisual

O uso do vídeo contribuiu na captação de imagens que revelam os sujeitos pesquisados em suas peculiaridades, bem como que evidencia a

dinâmica do mundo cultural que circunda as produções infantis ao manipularem o TOPOBO. O emprego da filmagem nas pesquisas é uma maneira de se obter dados mais próximos possíveis ao movimento dos sujeitos, pois, segundo Batista (1998), a filmagem é uma forma importante de obtenção de dados. A contemplação dessa forma de registro deu-se pela possibilidade de resgatar, por meio da filmagem, a organização do tempo e do espaço, situações de vivências entre as crianças, entre crianças e adultos e entre crianças e objetos no contexto educacional pedagógico da creche sem perda de detalhes que outras metodologias poderiam deixar de registrar. Utilizando a imagem, temos a possibilidade de captar com maior fidedignidade aquilo que não é perceptível à primeira vista. Ademais, é possível rever nossas percepções tantas vezes sejam necessárias, até nos darmos por satisfeitos com os nossos objetivos, percebendo novas significações e novas interpretações. Nesse caso, a filmagem foi tornando-se para os pesquisadores uma memória audiovisual, uma vez que a imagem captada espontaneamente pode traduzir uma situação que não se reproduz uma segunda vez.

4.7.4 Análise dos Dados

Os alunos foram inseridos em oficinas com o kit robótico TOPOBO e analisados a partir dessas oficinas, nas quais buscou-se promover a Fluidez Digital dos participantes. As oficinas foram apoiadas no conceito de Storytelling (contando uma história).

Desde os primórdios da humanidade, o ser humano usa as histórias como forma de propagação de informação (LELIC, 2001), sendo consideradas um meio comum de comunicação e de organização de conhecimento difícil (LAUREL, 1991). Portanto, uma história é uma descrição geral ou abstrata, verdadeira ou falsa, de um conjunto de acontecimentos com um significado, traduzindo uma relação causal ou temporal entre pessoas, fatos e coisas (BROOKS, 1997).

O *Storytelling* é um ato de contar uma história cuja finalidade é a aquisição, estruturação e produção de conhecimento (ALLEN; ACHESON,

2000; LELIC, 2001). As histórias divertem, educam e dão identidade cultural, visto que criam o desejo de continuar a aprender e a imaginar. E, assim, ao lado da razão, constituem um mecanismo básico de conhecimento do mundo, que possibilita o desenvolvimento do pensamento criativo (CARVALHO; SALLES; GUIMARÃES, 2002).

A seguir são apresentadas três abordagens metodológicas de trabalho, que podem ser usadas nas diferentes séries (Figura 11) do ensino fundamental e na educação infantil, com o intuito de desenvolver o raciocínio lógico na educação infantil e nos primeiros anos do ensino fundamental.



Figura 11: Distribuição das fases da educação

Fonte: Adaptado de <http://www.brasil.gov.br/educacao/>

O arcabouço metodológico está desenvolvido para atender mais especificamente os alunos dos anos finais da educação infantil e os alunos dos primeiros anos ensino fundamental. De forma geral, serão apresentadas três propostas metodológicas.

4.8 Abordagem metodológica 1

A abordagem metodológica 1 prevê a apresentação da ferramenta robótica de forma tangível, através do contato com as peças e um robô previamente montado. Essa metodologia, como será demonstrado no capítulo

cinco, seção 5.1, apresenta uma maior socialização na parte de montagem e execução do artefato robótico.

4.8.1 Objetivos da abordagem metodológica 1

O objetivo dessa abordagem para o desenvolvimento da Fluidez Digital é introduzir o artefato robótico TOPOBO de forma tangível, através de um robô previamente montado que executa uma função definida.

4.8.2 Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 1

Os sujeitos da pesquisa têm idade de sete anos, sendo 14 meninos e dez meninas, pertencentes a mesma classe de aula, o segundo ano do ensino fundamental.

4.8.3 Planejamento e desenvolvimento da metodologia 1

Para se trabalhar com essa metodologia, o professor coloca algumas peças sobre a mesa e, de posse de um robô previamente montado, demonstra o mecanismo de memória cinética e as conexões das peças. Durante o processo, o professor indaga os alunos e responde os questionamentos. Após a demonstração e esclarecidas as dúvidas, o professor desmonta o robô, colocando as peças junto com as demais, isto é, sobre as peças. Com as peças misturadas, é solicitado que os alunos construam o robô apresentado de maneira que ele mantenha a funcionalidade explicada pelo professor durante a apresentação.

4.9 Abordagem metodológica 2

Essa abordagem metodológica prevê a apresentação da ferramenta robótica de maneira virtualizada, em forma de vídeo. Além disso, essa metodologia, como será demonstrado no capítulo cinco seção 5.2, não apresenta uma maior socialização na parte de montagem e execução do artefato robótico.

4.9.1 Objetivos da abordagem metodológica 2

O objetivo dessa abordagem é introduzir o artefato robótico TOPOBO de forma virtualizada, através de um vídeo para o desenvolvimento da Fluidez Digital.

4.9.2 Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 2

Os sujeitos da pesquisa têm idade de seis anos e cursam o primeiro ano do ensino fundamental, formando um grupo de cinco meninas e três meninos pertencentes a mesma classe de aula.

4.9.3 Planejamento e desenvolvimento da metodologia 2

Para se trabalhar com essa metodologia, o professor escolhe um tema de interesse e o adapta aos objetivos da disciplina, bem como define os conteúdos que serão abordados e os desenvolve a partir de uma explosão de ideias¹¹ sobre o tema com os alunos. O professor ainda solicita que os alunos desenhem a proposta que será implementada. Com base na quantidade de peças disponíveis, o professor divide a turma em grupos de, no máximo, dois alunos por peça ativa. Após, é apresentada a ferramenta TOPOBO na forma de vídeo, sendo que os vídeos podem previamente ser produzidos pelo professor ou realizados por download através do site do fabricante¹². Feita a montagem, é sugerido ao professor que os alunos desenvolvam, na forma de desenho ou escrita, a experiência realizada. Os passos para essa metodologia são os seguintes:

- Escolher um tema de interesse comum da turma;
- Traçar os objetivos a serem trabalhados;
- Definir os conteúdos;
- Proporcionar uma explosão de ideias com os alunos a respeito do tema de interesse;
- Solicitar que os alunos desenhem a proposta;
- Dividir a turma conforme o número de peças ativas;

¹¹ A técnica de explosão de ideias é adequada para desenvolver a criatividade, a linguagem oral e a flexibilidade.

¹² Disponível em: <<http://www.topobo.com/videos.html>>

- Apresentar a robótica educacional aos alunos: apresentação do TOPOBO através de um **vídeo**;
- Compartilhar com a turma a experiência da montagem em forma desenho ou escrita.

4.10 Abordagem metodológica 3

Essa abordagem foi proposta para alunos do primeiro ano do ensino fundamental e apresenta o artefato robótico através da demonstração das peças, priorizando a programação da peça ativa.

4.10.1 Objetivos da abordagem metodológica 3

O objetivo dessa abordagem é introduzir o artefato robótico TOPOBO de forma tangível, permitindo uma maior socialização para o desenvolvimento da Fluidez Digital.

4.10.2 Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 3

Os sujeitos da pesquisa têm idade de seis anos, sendo cinco meninos e três meninas pertencentes a mesma classe de aula do primeiro ano do ensino fundamental.

4.10.3 Planejamento e desenvolvimento da metodologia 3

Inicia-se definindo um tema que seja de interesse comum à turma; em seguida, o professor estipula quais objetivos interdisciplinares deseja abordar na oficina e define os conteúdos que serão trabalhados. A introdução do tema é feita através de uma explosão de ideias, em que os alunos devem expor seu conhecimento prévio sobre o tema de interesse. Realiza-se a divisão da turma conforme o número de peças ativas disponíveis no kit TOPOBO. Após, dá-se continuidade com a apresentação do material robótico através da demonstração das peças. Nesse momento, os alunos finalizam a

atividade através da autoria de um desenho ou de uma escrita sobre o tema.

Os passos são:

- Escolher um tema de interesse comum da turma;
- Traçar os objetivos a serem trabalhados;
- Definir os conteúdos;
- Proporcionar uma explosão de ideias com os alunos a respeito do tema de interesse;
- Solicitar que os alunos desenhem o animal de seu interesse;
- Dividir a turma conforme o número de peças ativas;
- Apresentar a robótica educacional aos alunos: apresentação do TOPOBO através do funcionamento das peças;
- Compartilhar com a turma a experiência da montagem em forma desenho ou escrita.

4.11 Abordagem metodológica 4

Esse tipo de abordagem metodológica é indicado para ser usado com crianças do ensino fundamental, partindo do pressuposto de que elas não possuem habilidade para ler e escrever.

4.11.1 Objetivos da abordagem metodológica 4

O objetivo dessa abordagem é introduzir o artefato robótico TOPOBO de forma tangível utilizando-se da técnica de *Storytelling* permitindo, desse modo, uma maior socialização para o desenvolvimento da Fluidez Digital.

4.11.2 Mostra dos sujeitos analisados na metodologia 4

Os sujeitos da pesquisa têm idade de cinco anos e totalizam 20 meninos e 12 meninas pertencentes a duas escolas, sendo que em cada escola os alunos são da mesma turma e cursam o equivalente ao ensino básico.

4.11.3 Planejamento e desenvolvimento da metodologia 4

Apresenta-se o artefato robótico na forma de peças e explica-se como é feita a conexão de tais peças. Nessa fase, a conexão é bastante intuitiva, porém o professor deve deter-se na explicação da peça ativa para demonstrar o mecanismo de programação. Durante o processo de montagem, o professor realiza questionamentos para que possa analisar o progresso do aluno em relação à manipulação das peças e o encadeamento das ideias. A intervenção do professor é necessária e conveniente no processo de ensino-aprendizagem, além da interação social ser indispensável para o desenvolvimento do conhecimento. De acordo com o Referencial Curricular Nacional da Educação Infantil (BRASIL, 1998), utilizar do artifício pedagógico de contar uma história é uma maneira de motivar os alunos a desenvolver o robô.

Ao final da montagem, um aluno demonstra para o colega o funcionamento da sua montagem. A metodologia se apresenta da seguinte forma:

- Pesquisa com crianças da educação infantil;
- Demonstração do TOPOBO e do mecanismo de memória cinética;
- Contextualização da construção através de uma história;
- Observação dos alunos montando os objetos, questionamento sobre a montagem e proposta de modificações;
- Apresentação para o colega da criação através da demonstração.

5 Aplicação do arcabouço metodológico: recortes das oficinas

Este capítulo está organizado conforme foram apresentadas as metodologias no capítulo quatro. Sendo assim, um recorte das oficinas é apresentado para cada uma das metodologias propostas, enfatizando situações em que a Fluidez Digital está sendo desenvolvida. No total, foram realizadas oficinas em quatro escolas, sendo duas no Brasil e duas na Espanha. No Brasil, foram realizadas oficinas na Escola Municipal Helena Small (Escola A) e na escola de Ensino Fundamental Bento Gonçalves (denominada Escola B). Já na Espanha, foram realizadas oficinas em dois CEIPS (*Centro de Educación Infantil y Primaria*) que são CEIP "Gabriel y Galán" (Escola C), situado na cidade de Villoria, e no CEIP "Severiano Montero" (denominados Escola D).

Para a aplicação da metodologia um, utilizou-se de uma turma completa; a aplicação das metodologias dois e três realizou-se na Escola B, em uma mesma classe, porém dividiu-se a turma em dois grupos que serão denominados B1 e B2. Por fim, a aplicação da metodologia quatro foi realizada com os alunos das Escolas C e D.

5.1 Aplicação da metodologia 1

As oficinas da Escola A foram realizadas com seis grupos, em que as crianças têm idade de sete anos conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Participantes Escola A

Meninos	Meninas
14	10

Essa abordagem metodológica é composta da montagem de dois robôs previamente apresentados. Na Figura 12 apresenta-se o robô que *diz não* e na Figura 13, o robô que *dança*.



Figura 12: Robô que *diz não*
Fonte: arquivo pessoal do autor.



Figura 13: Robô que *dança*
Fonte: arquivo pessoal do autor.

Quando analisamos uma programação com foco nas ações tangíveis, observamos o aluno e a interação dele com as peças, ao contrário de um ambiente de programação voltado para comandos e sintaxe em que o foco é

a tela do computador. Nesse caso, o ambiente de programação tangível (Figura 14) é uma mesa, com as peças do TOPOBO, cuja superfície permite a cooperação entre os pares e entre os grupos.



Figura 14: Ambiente de programação com o TOPOBO

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Existe pouca interação do professor nesse método, pois os alunos, com auxílio da figura, possuem toda a informação necessária para a montagem. A inicialização das variáveis de programação passa por uma tomada de decisão e, de posse da peça ativa 5, a criança inicia o processo de montagem.

Além disso, nesse método, as crianças concentraram-se nas peças e no modelo (foto do robô) a maior parte do tempo. Observou-se que a interação entre os alunos é intensa, pois precisaram recorrer uns aos outros para que as peças fossem alcançadas. Notou-se, também, que as crianças não discutiam funcionalidades ou conexões, mas observavam o que a outra dupla fazia. Após um tempo, uma dupla exclamou: “Acabou!”; demonstrando de uma clara satisfação em ter realizado a tarefa e uma ansiedade por testar a funcionalidade, ou seja, comprovar se a criação montada *diria não*. O desenvolvimento de conteúdos conceituais aproxima-se do pensamento computacional, ao considerarmos que aqueles possibilitam a construção ativa das capacidades intelectuais para operar com símbolos, ideias, imagens e representações que permitem organizar a realidade (RAMOS, 2014).

Os alunos esperavam ansiosos para conectar o cabo de energia na peça ativa e programá-la através do mecanismo de memória cinética da criação. Essa atividade aconteceu automaticamente, assim que o cabo foi alcançado aos alunos, uma vez que estes fizeram a conexão e realizaram todos os procedimentos para que o robô programado fizesse o movimento de *não* com a cabeça. Dessa forma, a intimidade com as conexões elétricas/eletrônicas é notória e inata nas crianças analisadas. A vontade de conhecer motiva a atividade do sujeito, o que implica uma perspectiva de interação entre as sensações do mundo exterior e as capacidades de perceber do cérebro. Enquanto uma dupla de alunos procedia com os testes de programação, a outra dupla seguia montando o robô. Os aprendizes focavam no modelo da foto e no modelo criado pela dupla que executou primeiro a tarefa e, com as peças em mãos, moviam-se mais rapidamente para montar. Dessa maneira, o foco e a concentração nas peças e no modelo aumentaram.

A dupla que terminou a montagem primeiro interagiu pela voz e pediu para que o robô *dissesse não*. Assim, um ar de satisfação tomou conta da dupla em função da resposta positiva do robô ao comando, gerando várias risadas. Enquanto a dupla não havia concluído a criação, optamos por solicitar modificações na programação, por exemplo: pedimos para que o robô *dissesse não* mais rápido. O resultado foi positivo, uma vez que prontamente os alunos manipularam a criação para que essa tarefa fosse executada. Essas interações foram importantes para que se verificasse o quanto as crianças assimilaram os conceitos de programação através do mecanismo de memória cinética. Nesse sentido, nota-se que a essência do bom professor está na habilidade de planejar metas para aprendizagem das crianças, mediar suas experiências, auxiliar no uso das diferentes linguagens, realizar intervenções e mudar a rota quando necessário (GONZAGA, 2009).

Após o término da criação pela segunda dupla, os alunos fizeram os mesmos testes de programação, que consistia em *dizer não* e *dizer não* mais rapidamente. Observou-se que a satisfação não era a mesma, visto que eles terminaram após a outra dupla, mas se mantiveram interessados.

Então, mostramos o modelo através de uma foto do robô que *dança* e solicitamos que os discentes o montassem. Notou-se, nessa etapa, um entendimento maior por parte das duplas, tendo em vista que ambas iniciaram a montagem pela peça ativa. Houve uma apropriação da função da rotação do motor e, desse modo, as crianças associaram que era aquela peça que permitia a criação de executar as tarefas *dizer não* e *dançar*.

As crianças, além disso, levantaram-se da cadeira para melhor acomodarem-se e interagirem com as peças sobre a mesa. Em função do trabalho ter sido realizado em grupo e por somente uma peça ativa ter sido necessária para executar a construção, ocorreu que quando uma das crianças da dupla tomou em mãos a peça ativa, a outra ficou observando o modelo da foto e o que a criança que tinha a peça ativa estava montando tomando, assim, a função de sugerir peças. A outra criança espontaneamente iniciou a montagem da cabeça, que tem a conexão somente com peças passivas. Dessa forma, ao mesmo tempo em que conferiam o modelo, as crianças também interagiam com mais frequência. Nessa situação, a dupla que havia terminado tardiamente a primeira montagem, em relação ao primeiro grupo, agora terminou mais rapidamente. Observamos que existiu uma maior reflexão entre os alunos antes deles colocarem as peças, já que eles tinham confiança no que estavam montando e percebiam que o que foi montado refletia o modelo.

Solicitou-se que as crianças fizessem o robô dançar outra música e, desse modo, elas associaram essa ação à alteração da programação, em função da velocidade e do tempo, e reprogramaram a peça ativa, fazendo com que o mecanismo *dançasse* mais rápido.

Quando a dupla que se encontrava tardia na montagem finalmente a concluiu, exclamaram: “Terminamos!”. Isso mostra que a aprendizagem torna-se um processo de cuidado para que o amadurecimento das ideias aconteça (SILVA, 2012). Além disso vale mencionar que, durante o processo, uma das crianças se levantou rapidamente e foi em direção ao robô que estava funcionando para retirar o cabo de energia e testar a criação da sua dupla. Nesse momento, as crianças ficaram paradas e concentradas para ver

a criação entrar em funcionamento. O tempo total da atividade foi de aproximadamente vinte minutos.

5.2 Aplicação da metodologia 2

No segundo ano do ensino fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Bento Gonçalves, denominada Escola B, a turma, que foi dividida em dois grupos é composta de 16 alunos sendo oito meninos e oito meninas com idade média de seis anos. Analisaremos, nesta seção, o grupo denominado B1, cuja distribuição em relação ao gênero pode ser vista na Tabela 7.

Tabela 7: Participantes Escola B1

Meninos	Meninas
3	5

Para aplicação da oficina foram seguidos os passos descritos no capítulo quatro seção 4.9, quais sejam:

- Escolher um tema de interesse comum da turma;
- Traçar os objetivos a serem trabalhados;
- Definir os conteúdos;
- Proporcionar um debate de ideias com os alunos a respeito do tema de interesse;
- Solicitar que os alunos desenhem o animal de seu interesse;
- Dividir a turma conforme o número de peças ativas;
- Apresentar a robótica educacional aos alunos: apresentação do TOPOBO através do funcionamento das peças.

A turma participou de uma explosão de ideias sobre o tema animais. Na fase da explosão de ideias (Figura 15), o professor coordenou as ações e estimulou os alunos a respeito do tema. Nesse caso, perguntou-se aos alunos porque eles gostavam de dinossauros, a razão desses animais não existirem mais, como eram e de onde eles os conheciam.



Figura 15: Explosão de ideias
Fonte: arquivo pessoal do autor.

Após a explosão de ideias, e conseqüentemente a introdução no assunto, o professor pôde explorar os aspectos definidos nos objetivos os adequando à realidade dos alunos. Foi solicitado que as crianças desenhassem um animal de seu interesse e, assim que os componentes dos grupos desenharam, foram orientados a eleger um animal para realizar a montagem. O animal da Figura 16 foi o escolhido para ser montado pelo grupo B1.



Figura 16: Animal imagético do grupo B1
Fonte: arquivo pessoal do autor.

As crianças foram encaminhadas à biblioteca para assistirem o vídeo sobre o TOPOBO, conforme Figura 17, e dessa forma terem o contato com o artefato. Através do vídeo, foi possível que o alunos observassem como são feitas as conexões do TOPOBO e como é realizada a programação da peça ativa, o dispositivo que possui memória cinética.



Figura 17: Crianças recebendo instruções sobre o vídeo

Fonte: arquivo pessoal do autor.

A professora já trabalhava com a turma na escola e, por isso, tinha conhecimento prévio dos interesses dos alunos que, em geral, se interessavam por dinossauros. Dessa forma, o primeiro item metodológico foi alcançado. A escolha do tema em comum da turma foi *Dinossauros*. Sendo assim, optou-se por trabalhar esse tema de forma genérica, a partir de animais, até chegar-se ao assunto de interesse (dinossauros).

Após, definiu-se que objetivos seriam desenvolvidos a respeito do tema e quais as relações poderiam ser exploradas com relação à interdisciplinaridade. Nesse caso, abordou-se o cuidado com os animais, o gênero, os animais domésticos e selvagens, a relação com o número de patas e a diferença entre eles e o homem. De posse dessas informações claramente definidas, passou-se para a próxima etapa da metodologia: a divisão da turma.

No exemplo, foram traçados os seguintes objetivos:

- Incentivar a criatividade e a imaginação através da robótica educacional;
- Reconhecer os diversos tipos de animais (domésticos e selvagens);
- Estimular o cuidado com os animais;
- Apresentar a robótica educacional aos alunos;
- Construir o animal de seu interesse através de desenho (croqui);
- Classificar na forma de conjuntos (cores, forma e tamanho) as peças utilizadas para construir o animal;
- Produzir uma história a partir do animal construído com o TOPOBO;
- Pesquisar sobre o animal escolhido.

Uma vez que os objetivos da oficina foram determinados, passou-se a definir quais seriam os conteúdos. Dessa forma, nessa oficina os conteúdos abordados foram:

- Conjuntos, numerais ordinais e cardinais (matemática);
- Produção textual (português);
- Animais: características e preservação da espécie (ciências).

A Figura 18 ilustra o grupo com a montagem dos artefatos robóticos.

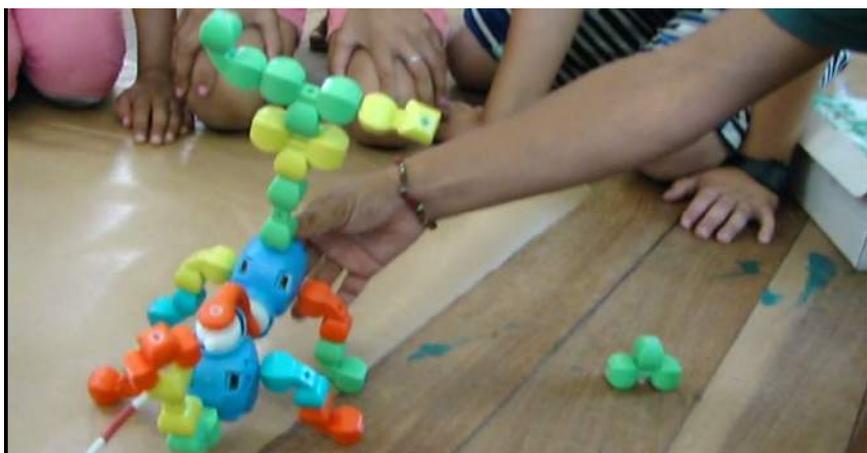


Figura 18: Robô construído através da metodologia 2

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Nesse relato, a aluna expõe:

“Era uma vez várias pecinhas que davam para montar vários robôs várias coisas...”. Ela associa que as peças disponíveis podem realizar mais de uma criação. Percebeu-se que esse conceito pode ser explorado mais tarde, associando esse conhecimento ao dos blocos de instrução em programação. Em um estudo realizado por Ambrósio et al. (2011), que visou compreender as dificuldades de aprendizagem dos alunos em computação, os autores ressaltam: apenas um aluno disse recorrer à subdivisão do problema em problemas menores para obter a solução: segundo o mesmo aluno o problema é como um quebra-cabeças, que vai se juntando pecinha a pecinha, de modo a montar o produto final.

O relato de outro aluno, que participou da oficina com o TOBOPO, diz:

“Era uma vez um dinossauro chamado Ispininosauro ele dançava para lá e para cá ele dançava diferente ele tinha muitos espinhos na cabeça os pés era colorido ele tinha placas e o pescoço gigante”.

No relato desse aluno (Figura 20), mais especificamente quando informa que “dançava para lá e para cá, ele dançava diferente”, há referência em relação à alteração da programação da memória cinética. A forma com que cada aluno associa a programação do robô é individualizada, considerando o seu nível de fluência digital. Dentre as características que ampliam a fluência digital dos alunos, podemos citar as diferentes oportunidades para participar de atividades criativas, que fortalecem a fluência digital com ferramentas que se utilize em casa e o tamanho da rede de relacionamento que o sujeito tem fora de casa, com recursos mais avançados (BARRON et al., 2010).

UNIDADE DIDÁTICA

ESCOLA: E.M.E.F. BENTO GONÇALVES

PROFESSORA REGENTE: ELISÂNGELA SOLDERA

TURMA: 21

NOME DO ALUNO: Marcia Vitória

era um rex um dinossauro chamado Triceratops
ele dormia pra lá e pra cá
ele dormia diferente
ele tinha ossos na cabeça e os pés
era colorido ele tinha placas
e o pescoço gigante.

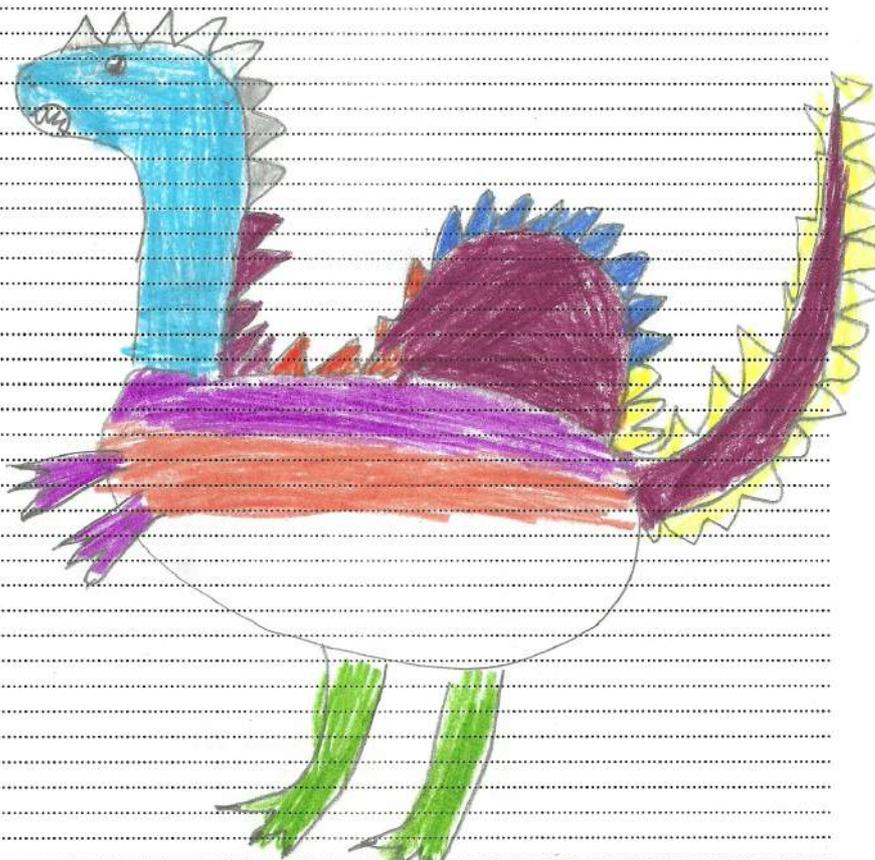


Figura 20: Relato do aluno 2

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Assim, a totalidade dos alunos que foram expostos com as peças seguiu o tema proposto e, desse modo, construíram um robô com a intenção de ser um dinossauro.

5.3 Aplicação da metodologia 3

Para a aplicação da oficina fundamentada na metodologia três, foi realizada a explosão de ideias com a turma em conjunto com os alunos descritos na seção 5.2. Contudo, o contato com o TOPOBO deu-se de forma tangível e não virtual, conforme expresso na metodologia dois. A distribuição desses alunos, que constitui o grupo B2, pode ser observada na Tabela 8.

Tabela 8: Participantes Escola B2

Meninos	Meninas
5	3

O animal imagético desenhado pelas crianças do grupo B2 é apresentado na Figura 21. Nota-se que o animal proposto está dentro da ideia realizada na explosão de ideias, porém durante a criação do robô foi construído um humanoide.



Figura 21: Animal imagético do grupo B2

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Realizada a etapa de distribuição das crianças em grupo, passou-se para a introdução das peças robóticas do TOPOBO para o grupo. Dessa forma, dedicou-se um tempo para que os alunos conhecessem a ferramenta

e pudessem sanar as dúvidas antes de dar continuidade ao desenvolvimento das tarefas (Figura 22).



Figura 22: Contato com as peças: explicação das conexões e programação

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Posteriormente, solicitou-se que as crianças montassem o robô do desenho da Figura 23 com as peças programando o mecanismo de memória cinética do TOPOBO fazendo, desse modo, com que ele se deslocasse na sala.



Figura 23: Robô montado a partir da metodologia 3

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Na Figura 24, abaixo, considerando que o tema da oficina era *dinossauros*, observou-se que a representação do TOPOBO desenvolvida pelos alunos referiu-se a um humanoide. Assim, nota-se que o fato desses alunos terem tido contato pela primeira vez com o artefato robótico através das peças ocasionou uma fuga ao tema proposto, um aspecto de criação influenciou o desenvolvimento. Todos os alunos que tiveram contato com as peças apresentaram o mesmo comportamento, desviando-se do tema proposto durante a montagem do objeto conforme observa-se no relato de um aluno (Figura 24).

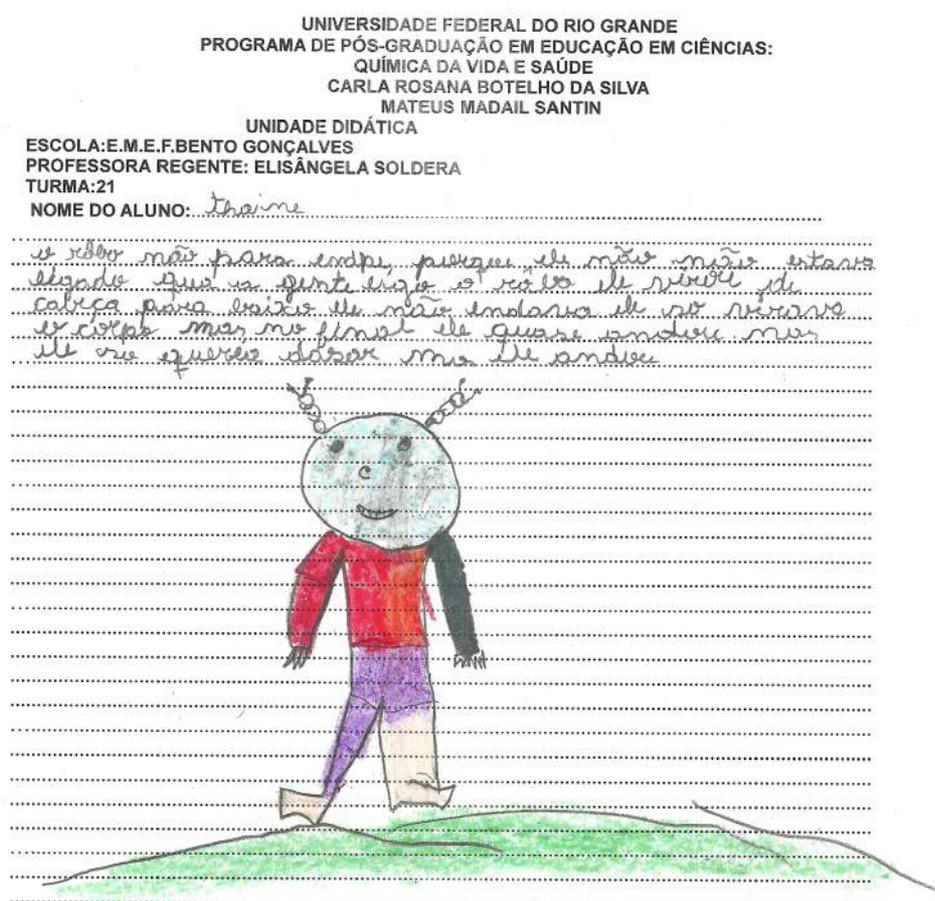


Figura 24: Relato do aluno 4

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Além da questão do equilíbrio, observou-se que os alunos fizeram associações a estados de ligado e desligado, e a algumas condições, conforme expresso no relato do aluno: “o robô não para em pé, porque ele

não estava ligado que a gente ligo o robô ele virou de cabeça para baixo ele não andava ele só virava o corpo mas no final ele quase andou mas ele só queria mas ele andou”.

Adicionalmente, ao analisar o relato do aluno, observou-se a dificuldade dos participantes em articular uma ideia, visto que o vídeo assistido não mostrava um humanoide: “O robô que eu e os meus colegas fizemos no começo não andava passou e o robô parou em pé e nós trocamos de sala ele mais fizemos um desenho dele mais”. Além de associarem a ideia do robô ao humano, as crianças relataram dificuldades em deixá-lo em pé e programá-lo para andar. Essas dificuldades talvez não ocorressem se os alunos tivessem montado um dinossauro, que era o tema proposto, em função do equilíbrio do robô se dar sobre quatro patas.

A Tabela 9 mostra um pseudocódigo para as ações de reflexão do aluno e um indicativo da sua intencionalidade, assim como os indicativos de Fluência Digital a partir de associações concretas com as peças e um possível pseudocódigo.

Tabela 9: Programação TOPOBO x Pseudocódigo

Pseudocódigo	Ações observadas
IF (!parar em pé) { Não está ligado }	O aluno testa a programação, o robô não se sustenta se não tiver movimento.
IF (ligado == 1) { THEN “vira a cabeça” }	A criança percebe que ao pressionar o botão a cabeça do robô se move.
WHILE (altera programação) { WHILE (vira o corpo == 1) { Robô não anda } }	O aluno está tentando fazer o robô se deslocar e fica alterando a programação da peça ativa na base da experimentação. O segundo while indica outra suposição: enquanto o robô somente vira o corpo, ele não anda indicando que falta corrigir a programação para se deslocar.

```
WHILE (altera programação) {  
  Tenta andar.  
}
```

Quando o aluno diz: “mas no final ele quase andou”, percebe-se que há a compreensão de que a alteração da programação da memória cinética é o que produz a alteração do movimento.

5.4 Aplicação da metodologia 4

Essas práticas foram desenvolvidas na Espanha durante o ano de 2014 e seguem a metodologia 3 do arcabouço. A metodologia foi aplicada em dois CEIP (*Centro de Educación Infantil y Primaria*), que são CEIP "Gabriel y Galán" (Escola C) na cidade de Villoria, e CEIP "Severiano Montero" (denominado Escola D), localizado na cidade Peñaranda de Bracamonte, conforme localização (Figura 25).



Figura 25: Localização dos CEIP

Fonte: Google Maps

A pesquisa apresentada adotou um estudo modelo de casos de práticas reais com a utilização do kit TOPOBO de 100 peças. No estudo, foram analisadas as práticas de 32 alunos com cinco anos de idade, sendo que o grupo foi composto de meninos e meninas entre as duas escolas (Tabela 10).

Tabela 10: Participantes Escolas C e D

Meninos	Meninas
20	12

Essa metodologia busca o desenvolvimento da criatividade, fazendo com que a manipulação do TOPOBO seja o principal meio com que os alunos possam se expressar. Por se tratar de crianças pequenas, não buscamos seguir um modelo. Segundo Ramos (2014), cabe ao professor o papel de mero espectador do processo de exploração do software pelo aluno, uma vez que não é necessário uma preparação profunda nem muita fundamentação pedagógica. É necessário, entretanto, que o professor saiba dominar os recursos básicos de manipulação do computador e que tenha habilidade no uso do software específico. Como não tratamos de software computacional nessa situação, usamos as observações de Ramos (2014), para aplicar a metodologia na programação do TOPOBO.

A ideia é simular os programas computacionais que pertencem à abordagem de softwares de simulação, que são os programas CAI (*Computer Assisted Instruction*) ou Instrução Auxiliada por Computador, em que o computador atua como uma máquina de *ensinar* o aluno, sujeito passivo – transmitindo informações ou verificando a quantidade de conhecimento adquiridos sobre determinado conteúdo.

Esses programas, assim como a programação com o TOPOBO, são usados de forma criativa desde que o professor provoque os alunos a testarem diferentes ideias sobre os conteúdos apresentados. Segundo Belloni (2002), o uso do computador nessa concepção é uma maneira de tornar as rotinas de ensinar e aprender mais fáceis, sendo usado no ensino tradicional.

A metodologia, de forma geral, segue o seguinte:

- Desenvolver atividades com crianças da educação infantil;
- Demonstrar o TOPOBO e o mecanismo de memória cinética;

- Contextualizar a construção através de uma história;
- Observar os alunos montando os objetos, questionar a montagem e propor modificações;
- Sugerir que o aluno apresente para o colega a criação demonstrando a programação.

Para este estudo, contou-se com a participação de crianças na faixa etária dos cinco anos de idade. Colocando as peças espalhadas sobre a mesa, incluso duas peças ativas e um cabo que permite a interconexão entre elas, passou-se para a fase de separação das crianças em grupos. Definidas as duplas, foi explicado o funcionamento da peça ativa e mostrado como poder-se-ia programar a peça para que se movimentasse permitindo, assim, movimentar a estrutura que fosse desenvolvida pelos alunos.

A atividade com o TOPOBO, portanto, torna explícito o processo de aprender, de modo que é possível refletir sobre esse artefato a fim de compreendê-lo e depurá-lo. Tanto a representação da solução do problema quanto a sua depuração são muito difíceis de serem conseguidas através dos meios tradicionais de ensino e, portanto, estão omitidas do processo de ensino. Assim, o uso do TOPOBO busca resgatar a aprendizagem construtivista e tentar provocar uma mudança profunda na abordagem do trabalho nas escolas. Isto é, uma mudança que coloca a ênfase na aprendizagem ao invés de colocar no ensino; na construção do conhecimento e não na instrução.

Neste estudo, observaram-se seis variáveis durante a montagem, são elas: Peça ativa, Ideia da montagem, Lembrança da programação, Questiona cabo, Energia e Sustenta. Cada uma dessas variáveis tem uma intencionalidade determinada a que se relaciona com o desenvolvimento de um programa tradicional, ou seja, com o uso de um computador para o desenvolvimento de um programa.

Por fim, a partir das estruturas montadas avaliaram-se quais se sustentavam por si e quais necessitavam ser sustentadas pelos alunos.

Dessa forma, à característica da montagem demos o nome de *sustenta*. Sendo assim, há seis momentos, classificados como variáveis, que podemos dizer que é o algoritmo para montagem e programação de um robô através da Robótica Educacional Tangível, conceito possível através do mecanismo de memória cinética do TOPOBO.

A apresentação dos resultados está organizada de forma a responder a pergunta que queremos analisar. Dessa maneira, dividiu-se a análise em cinco momentos e observou-se cada um desses momentos enquanto os alunos faziam a montagem da estrutura. Para cada um dos momentos, denominamos variáveis da programação manual (VPM). A primeira variável analisada é a *Peça Ativa*, que indica se o aluno iniciou a montagem por ela mesma ou por outra peça, como, por exemplo, uma peça passiva. Entende-se que o *natural* nesse desenvolvimento é iniciar pela peça ativa, pois é ela quem produz o movimento.

Na Figura 26 é mostrada a primeira relação de programação, quando os alunos iniciam o processo de criação.

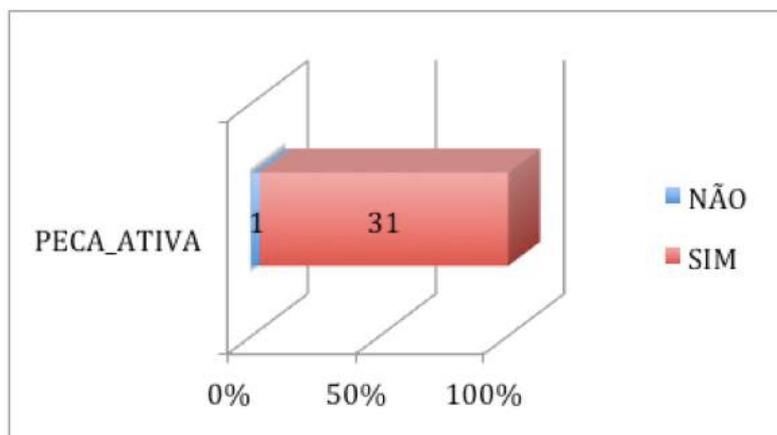


Figura 26: Iniciam pela peça ativa

Fonte: o autor.

Após os alunos iniciarem a manipulação das peças, questionou-se o que eles estavam montando e, desse modo, denominou-se essa variável de *Ideia da montagem*. Nessa variável, interessava saber se, ao manipularem as peças, os alunos possuiriam ideia prévia da montagem e como fariam as

conexões entre as peças (Figura 27). O conhecimento não é fornecido ao aluno para que ele dê as respostas (concepção instrucionista). Ramos (2014) aponta que é o aluno quem coloca o conhecimento no computador e indica as operações que devem ser executadas. Esse mesmo princípio utilizado na educação de algoritmos no trabalho do autor, com alunos de 10 anos de idade, pode ser verificado com alunos que não desenvolveram habilidades de leitura e escrita.

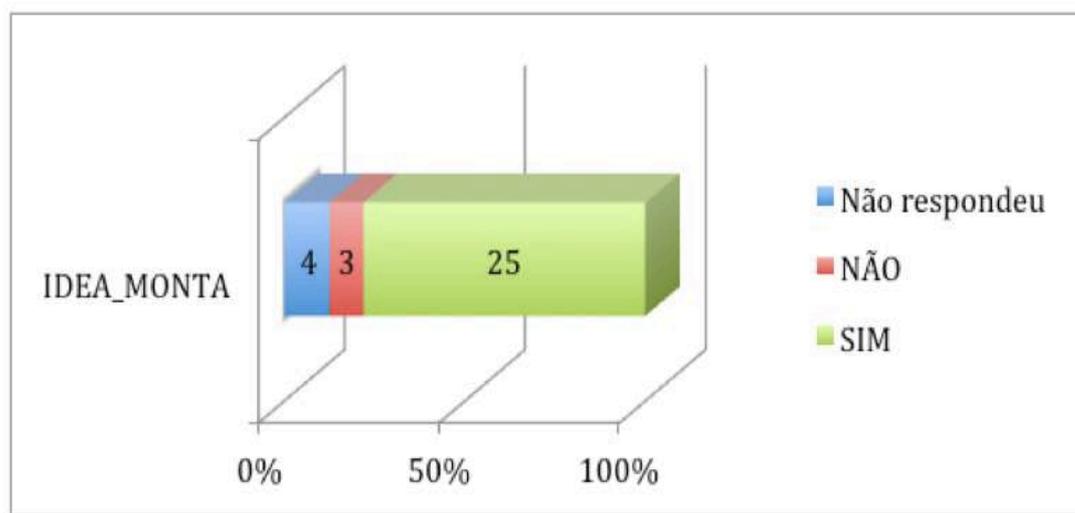


Figura 27: Possuem ideia do que estão montando

Fonte: o autor.

Nesse ponto da oficina, surgem diversas ideias para as criações, sendo que as mais frequentes são *robô* e *carro*.

Quando os alunos terminaram a montagem, solicitou-se que eles explicassem como funcionava a estrutura montada. A Figura 28 representa os alunos que souberam *inicializar* a variável *Lembra da programação*. Comprovou-se que a maioria dos alunos tinha ideia de como a peça ativa iria mover-se dentro do projeto de programação que eles previamente pensaram.

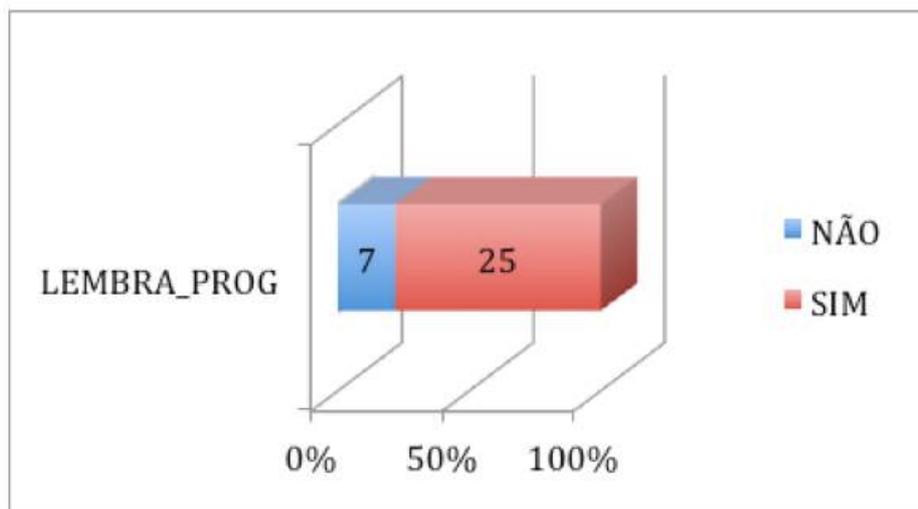


Figura 28: Recordam o processo de programação

Fonte: o autor.

Deixou-se um cabo que permitia fazer a interligação entre peças ativas sobre a mesa. Objetivou-se, assim, avaliar quais alunos iriam associar que as peças ativas poderiam ser interconectadas, conforme pode-se notar na Figura 29, associando, nesse momento, a variável *Questiona cabo*.

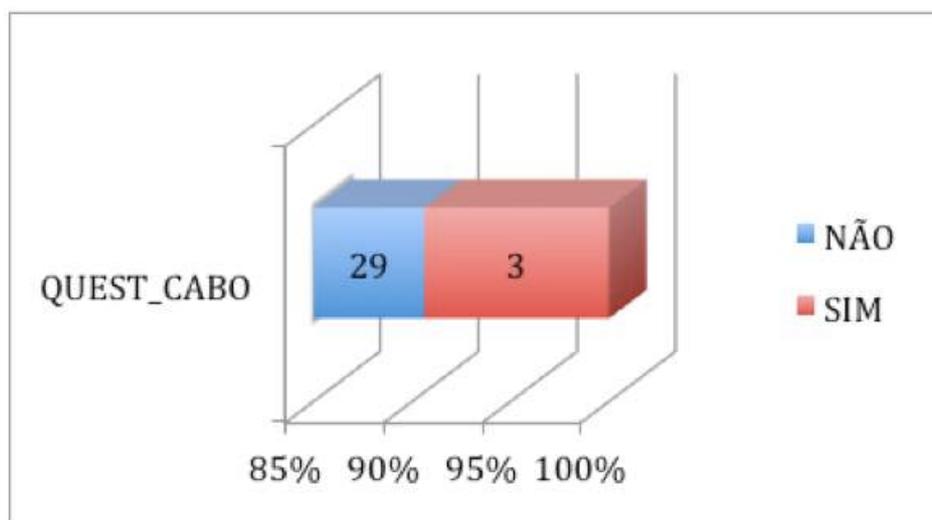


Figura 29: Questiona cabo de interligação

Fonte: o autor.

A variável *Energia* diz respeito ao momento de conectar a estrutura, a peça ativa e o cabo de força, o qual dará o movimento. A Figura 30 mostra a relação dos alunos que fizeram a conexão da peça ativa com a fonte de energia.

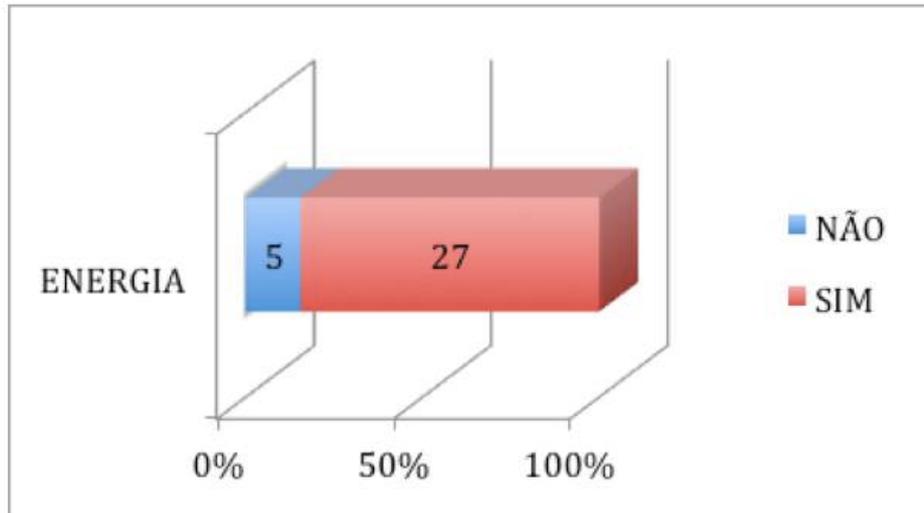


Figura 30: Interligaram a fonte de energia

Fonte: o autor.

6 Considerações finais e trabalhos futuros

Neste trabalho, questionou-se se é possível o desenvolvimento da Fluidez Digital, mais precisamente o ensino de fundamentos da ciência da computação no que se refere aos conceitos de algoritmos nas séries iniciais do ensino fundamental.

A partir da tese, é possível afirmar que a Fluidez Digital é possível de ser desenvolvida no ensino fundamental haja vista que os artefatos de memória cinética permitem que as crianças manipulem diretamente os objetos e planejem comandos e ações usando as mãos. Assim, dificuldades próprias desse período escolar, tais como a dificuldade de leitura e compreensão de textos, não surgem nesse momento, mostrando que os artefatos de programação tangível permitem a programação direta das crianças. Esse tipo de programação desenvolve o pensamento lógico e as principais primitivas para programação, sem ainda ter demandas de outros conhecimentos que esses sujeitos ainda não possuem. Mais do que aprender a programar, a ideia de Fluidez Digital já permite a imersão da criança em um pensamento computacional que favorece e estimula o raciocínio quando da aquisição de uma linguagem de programação estruturada.

Um objetivo geral permitiu conduzir este trabalho, que foi: propor o uso do TOPOBO como ferramenta pedagógica para o ensino de fundamentos da ciências da computação nas séries iniciais para o desenvolvimento da Fluidez Digital. A partir das estratégias utilizadas e dos estudos empreendidos, verificou-se que outras ferramentas e outros materiais disponíveis para o ensino de programação com crianças não são tão eficientes quanto o TOPOBO. A maioria envolve algum tipo de linguagem escrita ou pseudocódigo, o que resulta em uma dificuldade adicional para crianças que ainda estão adquirindo o sistema alfabético. Por outro lado, as tecnologias tangíveis com manipulação do dedo, tais como as telas *touchscreen*, não são tão interessantes porque ainda exigem uma virtualidade do pensamento ao lidar com símbolos e representações, enquanto que no TOPOBO se trabalha diretamente com o movimento cinético e com a ação em si mesma, o que favorece o pensamento mais

concreto das crianças e implica uma maior possibilidade e facilidade de desenvolvimento da Fluidez Digital.

Objetivos específicos foram definidos para responder a questão de pesquisa e, assim, foi estudado o conceito de Fluidez Digital no ensino de informática e o pensamento computacional. O pensamento computacional, em um primeiro momento, pode parecer como a aquisição das linguagens de programação. Todavia, mais do que adquirir a compreensão sobre o funcionamento de uma linguagem, qualquer que seja, importa o domínio dos princípios básicos e da possibilidade de lidar com ferramentas computacionais. Assim, entendemos que o pensamento computacional está estreitamente ligado com a ideia de Fluidez Digital, que é a capacidade do sujeito de lidar de modo dinâmico com a tecnologia, dominando as ações e não somente reproduzindo comandos.

Outro objetivo foi o de estudar as ferramentas utilizadas no ensino de informática. Ao estudá-las, com suas maiores ou melhores qualidades, notamos que em ampla maioria elas dependem do domínio da escrita, o que impediria o seu uso por crianças pequenas que ainda não dominam o sistema alfabético. Além disso, a maioria dessas ferramentas ocorre de modo virtual, sem possibilidade de ação física sobre os materiais, o que também dificulta o pensamento de um sujeito que está mais voltado para o concreto.

Em relação ao objetivo de estudar o artefato robótico TOPOBO, analisamos esse artefato como ferramenta para o desenvolvimento do ensino. A partir do estudo das ferramentas computacionais e do reconhecimento de suas limitações, entendemos que o TOPOBO, por ser um artefato de memória cinética tangível, permite a ação das crianças diretamente sobre os materiais a fim de ordenar, orientar e aplicar instruções que gostaria que fossem executadas. A partir dessas ações, o sujeito vai já se familiarizando desde muito cedo com princípios, tais como a ordem pela qual insere os comandos, o tempo em que ocorrem, as interrupções que surgem e os feedbacks que recebe. Essas diferentes possibilidades de ação sobre o TOPOBO e desenvolvimento de ideias corrobora na aquisição de uma fluência digital sobre o pensamento computacional, permitindo que

mesmo crianças muito pequenas, que não dominem a escrita e que tenham um pensamento mais concreto, possam ter acesso a um ferramental que lhe permita entrar em contato e desenvolver um pensamento computacional.

No objetivo de identificar os aspectos motivacionais da utilização do TOPOBO com crianças constatamos que o TOPOBO traz em si vários aspectos motivacionais que mobilizam o interesse dos estudantes do ensino fundamental. Além das possibilidades de ação sobre o material que permitem a livre e ampla manipulação das crianças, o fato de ser um recurso robótico, no qual os objetos se movimentam após a programação dos eventos, constitui-se num importante atrativo para os pequenos. Quando executamos um programa em uma tela é necessário um conjunto de conhecimentos para que possamos compreendê-lo e que ele se torne significativo. No caso do TOPOBO, o movimento em si já é atrativo e significativo. Além disso, a possibilidade de construção de qualquer objeto ou contexto com o uso dos encaixes das peças e da própria imaginação da criança favorece um interesse especial pelo desenvolvimento projetos. Por exemplo: em um dos casos que coletamos dados, as crianças estavam muito motivadas pelo tema dinossauros. A possibilidade do TOPOBO de compor diferentes construções, mais a imaginação das crianças, permitiu que várias estruturas próximas de como se imaginava ser um robô-dinossauro fossem montadas. Ao fazer o projeto da estrutura, ao verificar as peças que precisavam utilizar, ao programar os movimentos da peça ativa, os alunos estavam, justamente, desenvolvendo um pensamento computacional através da Fluidez Digital.

Em relação a investigar a utilização do TOPOBO no currículo dos anos iniciais a fim de promover o desenvolvimento da Fluidez Digital foi possível destacar, a partir das aplicações realizadas, que o TOPOBO, dada as qualidades e vantagens destacadas, permite o desenvolvimento da Fluidez Digital sendo plenamente aplicável no ensino fundamental. Esse artefato educacional apresenta aspectos motivacionais relevantes e permite, ainda, a exploração de inúmeros eventos e construção de estruturas. Esses processos de testagem de hipóteses, orientação das ações e programação do tempo dos eventos aproximam os indicadores da ideia de Fluidez Digital e permitem que as crianças desenvolvam o pensamento computacional.

6.1 Trabalhos Futuros

Esta tese é um primeiro passo no que tange ao ensino de computação a partir dos primeiros anos de estudo de crianças. Pretende-se realizar um trabalho continuado, contribuindo com o desenvolvimento da Fluência Digital através dos anos, acompanhando um conjunto de alunos desde sua iniciação do ensino fundamental até a conclusão de seus estudos universitários.

Pretende-se, dessa forma, desenvolver produtos lúdicos que explorem os conceitos de memória cinética do TOPOBO a fim de disponibilizar no mercado alternativas para desenvolvimento de programação sem o uso do computador, mas que mantenham em sua concepção a ideia tecnológica. Além disso, objetiva-se desenvolver toda uma linha de pesquisa nova para uso de tecnologias tangíveis que permitam o desenvolvimento da Fluidez Digital com crianças pequenas.

Referências

- ABELSON, H. G.; SUSSMAN, G.J. **Structure and Interpretation of Computer Programs**. 2. ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1996.
- ABRUZZI, L. G. **O uso das TIC's na educação: autonomia e conhecimento**. 2012. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Sociais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2012.
- ACTIVE HEALTHY KIDS CANADA. **Is active play extinct?**, 2012. Disponível em: <<http://rachelshantz.uberflip.com/i/108219>>. Acesso em: 12 jul. 2014.
- ALBERTIN, A. L. Comércio eletrônico: um estudo no setor bancário. **Rev. Adm. Contemp.**, v.3, n.1, p.47-70, 1999.
- ALLEN, R. B.; ACHESON, J. Browsing the structure of multimedia stories. In: **Proceedings of the fifth ACM conference on Digital libraries**. ACM, p.11-18, 2000.
- ALMEIDA, P. N. Educação Lúdica Técnicas e Jogos Pedagógicos. 11.ed. São Paulo, Brasil: Loyola., 2003.
- ALVES, A. C.; BLIKSTEIN, P.; LOPES, R. D. Robótica na periferia? Uso de tecnologias digitais na rede pública de São Paulo como ferramentas de expressão e inclusão. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXV, 2005. **Anais...** São Leopoldo: WIE, 2005, p.2594-2602.
- ALVES, J. C.; SAMPAIO, L. C.; CARVALHO, C.M.; ALDEIA, A. C. P. G.; GUELPELI, M.V.C. Metodologia para avaliação de software de autoria como uma ferramenta computacional para auxílio no desenvolvimento de conteúdos didático-pedagógicos. In: Simpósio de Informática do CEFET-PI, 2, 2004, Teresina. **Anais...** Teresina: CEFET, 2004.
- AMBRÓSIO, A.; ALMEIDA, L.; MACEDO, J.; SANTOS, A.; FRANCO, A. Programação de Computadores: Compreender as Dificuldades de Aprendizagem dos Alunos. **Revista Galego-Portuguesa de Psicologia e Educación**, v. 19, n. 1, p. 185-197, 2011.
- APT, K. R. Edsger Wybe Dijkstra (1930-2002): A Portrait of a Genius. **Formal Aspects of Computing**, v.14, n.2, p.92-98, 2002.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003. v.1.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.

BARONE, P. M. V. B. **Parecer do MEC CNE/CES**, n. 136, 2012.

Disponível em:

<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=11205&Itemid=>](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=11205&Itemid=). Acesso em: 08 ago. 2014.

BARRON, B.; WALTER, S. E.; MARTIN, C. K.; SCHATZ, C. Predictors of creative computing participation and profiles of experience in two Silicon Valley middle schools. **Computers and Education**, v. 54, n.1, p.178-189, 2010.

BARROS, L.; RIBEIRO, S. P. S.; OEIRAS, J. Projeto de Extensão Universitária para apoio e realização da Olimpíada Brasileira de Informática em Escolas. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXIX – Workshop sobre Educação em Computação, XVII, 2009, Bento Gonçalves - RS. **Anais...** Bento Gonçalves – RS: WEI, 2009.

BATISTA, R. **A rotina no dia-a-dia da creche: entre o proposto e o vivido**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

BELL, T.; WHITTEN, I.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged**.

Nova Zelândia: University of Canterbury, 2010. Disponível em:

<<http://csunplugged.org>>. Acesso em: 04 dez. 2013.

BELLONI, M. L. (org.) **Formação na Sociedade do espetáculo**. São Paulo: Loyola, 2002.

BENNETT, S.; MATON, K. Beyond the “digital natives” debate: Towards a more nuanced understanding of students’ technology experiences. **Journal of Computer Assisted Learning**, v.26, n.5, p 321-331, 2010.

BODEN, M. A. **Dimensões da criatividade**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1999.

BORGES, M. Avaliação de uma metodologia alternativa para a aprendizagem de programação. In: Workshop de Educação em Computação, VIII, 200, Curitiba. **Anais...** Curitiba: WEI, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial curricular nacional para a educação infantil**. Brasília: MEC/SEF, 1998, v.1 e v.2.

BRAZ, L. G. **Potencializando a criatividade e a socialização: Um arcabouço para o uso da robótica educacional em diferentes realidades educacionais**. 2010. 118f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

BRITO, R. Atividades de crianças do pré-escolar e educadores de infância com o computador em Portugal. In: DIAS, P.; OSÓRIO, A. Conferência Internacional de TIC na Educação, VII, 2011, Challenges 2011. **Atas...** Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho, 2011, p.233-24.

BROOKS, K. M. **Do story agents use rocking chairs? The theory and implementation of one model for computational narrative**. Boston: ACM, 1997.

BROWN, C.; CZERNIEWICZ, L. Debunking the “digital native”: beyond digital apartheid, towards digital democracy. **Journal of Computer Assisted Learning**, v.26, n.5, p.357-369, 2010.

BRUCE, C.; BUCKINGHAM, L.; HYND, J.; MCMAHON, C.; ROGGENKAMP, M.; STOODLEY, I. Ways of Experiencing the Act of Learning to Program: A Phenomenographic Study of Introductory Programming Students at University. **Journal of Information Technology Education**, v.3, n.1 p.143-160, 2004.

BUNGE, M. **La ciencia: su método y su Filosofía**. Buenos Aires: Sudamericana, 1995.

CAMPOS, E. A. V.; ASCENCIO, A. F. G. **Fundamentos da Programação de Computadores**. Rio de Janeiro: Editora Prentice Hall, 2003.

SOARES, T. C. A. P.; CORDEIRO, E. S.; STEFANI, Í. G. A.; TIRELO, F. Uma Proposta Metodológica para o Aprendizado de Algoritmos em Grafos Via Animação Não-Intrusiva de Algoritmos. In: Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais, III, 2004, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: WEIMIG, 2004.

CAMPOS, F. R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. 2011. 243f. Doutorado (Doutorado em Educação: Currículo) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

- CARVALHO, A.; SALLES, F.; GUIMARÃES, M. **Desenvolvimento e Aprendizagem**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.
- CHAER, M. R.; GUIMARÃES, E. G. A. A importância da oralidade: educação infantil e séries iniciais do Ensino Fundamental. **Pergaminho**, v. 3, p.71-88, 2012.
- CHING, C. C.; BASHAM, J. D.; JANG, E. The Legacy of the Digital Divide. **Urban Education**, v.40, n.4, p.394-411, 2005.
- CLYBURN, M. L.; HAMBURG, M. A. **American Academy of Pediatrics, Letter to Federal Communications Commission**, 2013. Disponível em: <<http://apps.fcc.gov/ecfs/document/view?id=7520941318>>. Acesso em: 24 fev. 2014.
- COTTEN, S. R.; HALE, T. M.; MORONEY, M. H.; O'NEAL, L.; BORCH, C. Using affordable technology to decrease digital inequality: results from Birmingham's One Laptop Per Child XO laptop project. **Information, Communication & Society**, v.14, n. 4, p.424-444, 2011.
- CPS. US Consumer Product Safety Commission. **Public Playground Safety Handbook**. 2010. Disponível em: <<http://www.cpsc.gov/cpsc/pub/pubs/325.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2013.
- CRISPIM, S. F.; MEDINA, R. M. Fatores determinantes no processo de decisão de investimentos em robotização na indústria Brasileira de autopeças. **Revista Gestão da Produção**, v.7, n.3, 2010.
- CSTA. Computer Science Teacher Association. **The New Educational Imperative: Improving High School Computer Science Education**. Final Report of the CSTA. Curriculum Improvement Task Force. New York: ACM - Association for Computing Machinery. 2005. Disponível em: <http://csta.acm.org/Communications/sub/DocsPresentationFiles/White_Paper07_06.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2014.
- D'ABREU, J. V. V.; GONÇALVES, L. M. G.; GARCIA, M. F.; GARCIA, L. T. S. Uma Abordagem Prático-Pedagógica para o Ensino de Robótica em Ciência e Engenharia de Computação. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, XIII, 2002, São Leopoldo-RS. **Anais...** São Leopoldo: SBIE, 2002, p. 428-439.
- D'ABREU; J. V. V.; GARCIA, M. F. Robótica Pedagógica e Currículo. In: Workshop de Robótica Educacional WRE, 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** São Bernardo do Campo - SP: Proceedings of the Joint Conference – SBIA – SBRN – JRI, Workshops, 2010, p.01-06.

DAVIS, F. D. **A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results.** 1986. 291f. Tese (Ph.D. in Management) - Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts , Cambridge, EUA, 1986.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, v.3, n.3, p.319-340, 1989.

DENNING, P. J. Great principles of computing. **Communications of the ACM**, v.46, n.11, p.15-20, 2003.

DENNING, P. J. Is computer science science?. **Communications of the ACM**, v.48, n.4, p.27-31, 2005.

DENNING, P.; COMER, D.; GRIES, D.; MULDER, M.; TUCKER, A; TURNER, A. J.; YOUNG, P. Computing as a discipline, Final report of the task force on the core of computer Science. **Communications of the ACM**, v. 32, n.1, p. 9-23, 1989.

DOS SANTOS, R. P.; COSTA, H. A. X. Análise de Metodologias e Ambientes de Ensino para Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação aos iniciantes em Computação e Informática. **INFOCOMP, Journal of Computer Science**, v.5, n.1, p.41-56, 2006.

DOWNES, L.; MUI, C. **Unleashing the Killer Ap: digital strategies for Market dominance.** Boston: Harvard Business School Press, 1998.

DUFFY, T. M.; JONASSEN, D. H. **Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation.** United States of America: Psychology Press, 1992.

ENGELBRECHT, A. M.; DILERMANDO, P. J.; NAKAMITI, G. S.; BIANCHI, F. **Algoritmos e Programação de Computadores.** São Paulo: Editora Campus, 2012.

ESMIN, A. A. A. Portugol/Plus: Uma Ferramenta de Apoio ao Ensino de Lógica de Programação Baseado no Portugol. In: Congresso RIBIE – Congresso Ibero-americano de Informática na Educação, IV, 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: RIBIE, 1998.

FARIA, E. S. J.; COELLO, J. M. A. Um estudo empírico dos efeitos do uso de trabalho colaborativo no aprendizado de programação em cursos de graduação em computação. In: Workshop de Educação em Computação, XIII, 2005. **Anais...** São Leopoldo, RS: WEI, 2005.

FERRO, E.; HELBIG, N. C.; GIL-GARCIA, J. R. The role of IT literacy in defining digital divide policy needs. **Government Information Quarterly**, v.28, n.1, p.3-10, 2011.

FIALHO, F. A. P. **Sistemas de Educação à Distância**. Notas de aula. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 1998.

FUTSCHEK, G.; MOSCHITZ, J. Learning algorithmic thinking with tangible objects eases transition to computer programming. In: Proceedings of the 5th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives, 2011, Heidelberg, Berlim. **Springer Berlin Heidelberg**, p.155-164, 2011.

GAL-EZER, J.; BEERI, C.; HAREL, D.; YEHUDAI, A. A High School Program in Computer Science. **IEEE Computer Society**, v.28, n.10, p.73-80, 1995.

GAONAC'H, D.; GOLDER, C. **Profession Enseignant: Manual de Psychologie pour l'enseignement**. Paris: Hachette Education, 1995.

GARCIA, I. C.; REZENDE, P. J.; CALHEIROS, F. C. Astral: Um Ambiente para Ensino de Estruturas de Dados através de Animações de Algoritmos. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.1, n.1, p.71-80, 1997.

GARCIA, R. E.; CORREIA, R. C. M.; SHIMABUKURO, M. H. Ensino de Lógica de Programação e Estruturas de Dados para Alunos do Ensino Médio. In: Workshop sobre Educação em Computação, XXVIII, 2008, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: WEI, 2008.

GARRET, F. **Saiba o que é processador e qual sua função**, 2012. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/02/o-que-e-processador.html>>. Acesso em: 08 set. 14.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002, v.5.

GONZAGA, R. R. N. A importância da formação lúdica para professores de educação infantil. **Revista Maringá Ensina**, n.10, p.36-39, fev./abr., 2009.

GOODE, J. The digital identity divide: how technology knowledge impacts college students. **New Media & Society**, v.12, n.3, p.497-513, 2010.

GOODING, C. T.; PETTINGER, O. E. **Teorias da aprendizagem na prática educacional**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1977.

GRAHAM, P. **Hackers and Painters: Big Ideas from the Computer Age.** Sebastopol, CA: O'Reilly Media Inc., 2004.

GRIMLEY, M.; ALLAN, M. Towards a pre-teen typology of digital media. **Australasian Journal of Educational Technology**, v.26, n.5, p.571-584, 2010.

GUDMUNDSDOTTIR, G. B. When does ICT support education in South Africa? The importance of teachers' capabilities and the relevance of language. **Information Technology for Development**, v.16, n.3, p.174-190, 2010.

GUO, R. X.; DOBSON, T.; PETRINA, S. Digital Natives, Digital Immigrants: An Analysis of Age and ICT Competency in Teacher Education. **Journal of Educational Computing Research**, v.38, n.3, p.235-254, 2008

HARGITTAI, E.; LITT, E. The tweet smell of celebrity success: Explaining variation in Twitter adoption among a diverse group of young adults. **New Media & Society**, v.13, n.5, p.824-842, 2011.

HILGARD, E. R. **Teorias da Aprendizagem.** São Paulo: EDU, 1973.

HOSEIN, A.; RAMANAU, R.; JONES, C. Learning and living technologies: a longitudinal study of firstyear students' frequency and competence in the use of ICT. **Learning, Media and Technology**, v.35, n.4, p.403-418, 2010.

HOSTINS, H.; RAABE, A. L. A. Auxiliando a Aprendizagem de Algoritmos com a Ferramenta Webportugol. In: Workshop sobre Educação em Computação, XIV – Congresso da SBC, XXVII, 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: WEI, 2007.

IEPSEN, F. E. **Ensino de algoritmos : detecção do estado afetivo de frustração para apoio ao processo de aprendizagem.** 2013. 157f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

INHELDER, B.; SINCLAIR, R.; BOVET, M. **Apprentissage et structures de la connaissance.** Paris: PUF, 1974.

JOHNSON, D. Evaluating the Impact of Technology: the less simple answer. **From Now On. The Educational Technology Journal**, v.5, n.5, 1996.

JONES, C.; CZERNIEWICZ, L. Describing or debunking? The net generation and digital natives. **Journal of Computer Assisted Learning**, v.26, n.5, p.317-320, 2010.

JUNG, Y.; PENG, W.; MORAN, M.; JIN, S. A.; MCLAUGHLIN, M.; CODY, M.; MARSH, M. J.; ALBRIGHT, J.; SILVERSTEIN, M. Low-Income Minority Seniors' Enrollment in a Cybercafé: Psychological Barriers to Crossing the Digital Divide. **Taylor & Francis, Educational Gerontology**, v.36, n.3, p.193-212, 2010.

KAARE, B. H.; BRANDTZÆG, P. B.; HEIM, J.; ENDESTAD, T. In the borderland between family orientation and peer culture: the use of communication technologies among Norwegian tweens. **New Media & Society**, v.9, n.4, p.603-624, 2007.

KAISER. The Henry J. Kaiser Family Foundation. **Generation M2: Media in the Lives of 8—to 18- Year-Olds**. 2010. Disponível em: <<http://www.kff.org/entmedia/upload/8010.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

KAMII, C. Evaluation of learning in Preschool Education: Socio-emotional, perceptual-motor and cognition development. In **Handbook on formative and summative evaluation of student learning**. New York: McGraw-Hill Company, 1971. p. 283-344.

KASSBOLL, J. J. Exploring Didactic Models For Programming. **NIK 98 – Norwegian Computer Science Conference**, p.195-203, 1998.

KENNEDY, G.; DALGARNO, B.; GRAY, K.; JUDD, T.; WAYCOTT, J.; BENNETT, S.; MATON, K. A.; KRAUSE, K.; BISHOP, A.; CHANG, R.; CHURCHWOOD, A. The Net Generation are not big users of Web 2.0 technologies: preliminary findings. **Proceedings Ascilite Singapore**, p.517-525, 2007.

KENNEDY, G.; JUDD, T.; DALGARNO, B.; WAYCOTT, J. Beyond natives and immigrants: exploring types of net generation students. **Journal of Computer-Assisted Learning**, v.26, n.5, p.332-343, 2010.

KIST, S. O. **Um laptop por criança: implicações para a prática de leitura e escrita**. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Mestrado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

KOHLBERG, L.; MAYER, R. Development as the aim of education. In: Adolescent's development and education. **Harvard Educational Review**, v.42, nov., p.451-496, 1979.

KOUFARIS, M. Applying the Technology Acceptance Model and Flow Theory to Online Consumer Behavior. **Information Systems Research**, v.13, n.2, p.205-223, 2002.

KNUTH, D. E. **The art of computer programming**. v.1. Reading, MA: Addison-Wesley, 1968.

KTORIDOU, D.; ETEOKLEOUS-GRIGORIOU, N. Developing digital immigrants' computer literacy: the case of unemployed women. **Campus-Wide Information Systems**, v.28, n.3, p.154-163, 2011.

LACERDA, M. Informática como Disciplina Obrigatória na Educação Básica. In: Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online, 2012. **Anais... Brasil**, v.1, n.1, 2012.

LAUREL, B. **Computers as Theatre**. Boston: Addison-Wesley, 1991.

LEAL, A. F. **Aprender a Empreender: um pilar na educação de jovens e adultos - a experiência do SEBRAE**. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa – Paraíba, 2009.

LELIC, S. Fuel your imagination – KM and the art of storytelling. **Inside Knowledge**, v.5, n.4, 2001.

LI, Y.; RANIERI, M. Are “digital natives” really digitally competent? – A study on Chinese teenagers. **British Journal of Educational Technology**, v.41, n.6, p.1029-1042, 2010.

LISTER, R.; LEANEY, J. **First year programming: let all the flowers bloom**. In: Australasian Conference on Computing Education (ACE), 5, 2003, Darlinghurst, Austrália. **Anais... Darlinghurst, Austrália: Australian Computer Society Inc.**, v.20, p.221-230, 2003.

LOPES, D. Q. A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 11, n. 2, 2008.

MALLIARI, A.; KOROBILI, S.; ZAPOUNIDOU, S. Exploring the information seeking behavior of Greek graduate students: A case study set in the University of Macedonia. **The International Information & Library Review**, v.43, n.2, p.79-91, 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 2001. v.6.

MARTIN, C. L.; EISENBUD, L.; ROSE, H. Children's Gender-Based Reasoning about Toys. **Child Development**, v.66, n.5, p.1453-1471, 1995.

- MARTINS, M. S. **A importância da mídia informática na educação.** 2012. 42f. Especialização (Curso de Especialização em Mídias na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- MATURANA, H. **Emoções e linguagem na educação e na política.** Belo Horizonte: UFMG, 1998.
- MEC. Ministério da Educação e Cultura. 2012. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Computação.** Disponível em: <
http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=11205&Itemid=>. Acesso em: 08 abr. 2014.
- MEDINA, M.; FERTIG, C. **Algoritmos e Programação: Teoria e Prática.** São Paulo: Editora Novatec, 2006.
- MENDES, A. J. N. **Software educativo para apoio à aprendizagem de programação.** In: Taller International de Software Educativo, 2001, Santiago. **Anais...** Disponível em:
http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise01/pags/charlas/charla_mendes.htm. Acesso em: 10 fev. 2014.
- MENEZES, C. S.; NOBRE, I. A. M. Um Ambiente Cooperativo para Apoio a Cursos de Introdução a Programação. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXII, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2002.
- MEO. Ministério da Educação de Ontario. **Currículo para o ensino de Ciência da Computação nas escolas, 2008.** 2011. Disponível em: <
www.edu.gov.on.ca>. Acesso em: 03 fev. 2012.
- MONTESSORI, M. **The Montessori Method.** New York: Frederick Stokes Co, 1912.
- MOUGAYAR, W. **Opening Digital Markets: Battle Plans and Business Strategies for Internet Commerce.** 2.ed. New York, USA: McGraw-Hill Inc., 1997.
- MOURA, A. M. M.; AZEVEDO, A. M. P.; MEHLECKE, Q. **As Teorias de Aprendizagem e os Recursos da Internet Auxiliando o Professor na Construção do Conhecimento,** 2010. Disponível em:
<http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento_ID=17>. Acesso em: 11 mar. 2014.
- NASAH, A.; DA COSTA, B.; KINSELL, C.; SEOK, S. The digital literacy debate: an investigation of digital propensity and information and

- communication technology. **Educational Technology Research and Development**, v.58, n.5, p.531-555, 2010.
- NRC. National Research Council. **Academic Careers for Experimental Computer Scientists and Engineers**. Washington, DC: National Academy Press, 1994.
- NRC. National Research Council. **Computer Science: Reflections on the Field**. Washington, DC: National Academy Press, 2004.
- OLIVEIRA, A. B. Andragogia, facilitando a aprendizagem. **Educação do trabalhador**, v. 3, CNI-SESI,1999.
- PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática**. 10. ed. São Paulo: Papirus, 2004.
- PAPASTERGIOU, M.; GERODIMOS, V.; ANTONIOU, P. Multimedia blogging in physical education: Effects on student knowledge and ICT self-efficacy. **Computers & Education**, v.57, n.3, p.1998-2010, 2011.
- PAPERT, S.; RESNICK, M. Technological fluency and the representation of knowledge. **Proposal to the National Science Foundation. MIT Media Laboratory. Cambridge, MA**, 1995.
- PAPERT, S.; RESNICK, M. **Technological Fluency and the Representation of Knowledge**. Proposal to the National Science Foundation. Cambridge, MA: MIT MediaLab, 1995.
- PARNAS, D. L. Software Engineering: An unconsummated marriage. **Lecture Notes in Computer Science**, v.1301, p.1-3, 1997.
- PEREIRA JÚNIOR, J. C. R.; RAPKIEWICZ, C. E. O Processo de Ensino e Aprendizagem de Algoritmos e Programação: uma visão crítica da literatura. In: Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais, III, 2004, Belo Horizonte – MG. **Anais...** Minas Gerais: WEIMIG, 2004.
- PEREIRA JÚNIOR, J. C. R.; RAPKIEWICZ, C. E.; DELGADO, C.; XEXEO, J. A. M. Ensino de Algoritmos e Programação: Uma Experiência no Nível Médio. In: Workshop de Educação em Computação, XIII, 2005, São Leopoldo-RS. **Anais...** São Leopoldo, RS: WEI, 2005.
- PIAGET, J. **The language and thought of the child**. New York: Harcourt Brace, 1926.

- PIAGET, J. **Biology and knowledge: An essay on the relations between organic regulations and cognitive processes.** Oxford, England: U. Chicago Press, 1971. 384 p.
- PIAGET, J. **The child and reality.** Grossman, 1972.
- PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação.** Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- PIAGET, J. **O Nascimento da Inteligência na Criança.** São Paulo: Zahar, 1982.
- PIAGET, J. **A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia; problemas de psicologia genética.** 2.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- PIAGET, J.; INHELDER, B. **L'image mentale chez l'enfant.** Paris: Presses Universitaires de France, 1966.
- PILETTI, N. **Psicologia educacional.** São Paulo: Ática, 1999.
- PIMENTEL, E. P.; FRANÇA, V. F.; OMAR, N. Avaliação Contínua da Aprendizagem, das Competências e Habilidades em Programação de Computadores. In: Workshop sobre Educação em Computação, IX, Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXIII, 2003, Campinas – SP. **Anais...** Campinas-SP: WIE, v.1, n.1, p.533-544, 2003.
- PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. **On the Horizon**, v. 9, n.5, p.1-6, 2001.
- RAFFLE, H. S. **Topobo: A3-D Constructive Assembly System with Kinetic Memory.** 2004. 116f. Tese (Master of Science in Media Arts and Sciences) - Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, EUA, 2004.
- RAMOS, H. de A. **Pensamento computacional na educação básica: uma proposta de aplicação pedagógica para alunos do quinto ano do ensino fundamental do Distrito Federal.** 2014. 52f. Monografia (Licenciatura em Ciência da Computação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- RESNICK, M. Point of View - Reviving Papert's Dream. **Educational Technology**, v.52, n.4, p.42-46, 2012.
- RESNICK, M. Technologies for Lifelong Kindergarten. **Educational Technology Research and Development**, v.46, n.4, p.43-55, 1998.

RESNICK, M.; MARTIN, F.; BERG, R.; BOROVYOY, R.; COLELLA, V.; KRAMER, K.; SILVERMAN, B. Digital Manipulatives: New Toys to Think With. **CHI**, p.18-23, abr., 1998.

ROCHA, P. S.; FERREIRA, B.; MONTEIRO, D.; NUNES, D. D. S. C., GOÉS, H. C. N. Ensino e aprendizagem de programação: análise da aplicação de proposta metodológica baseada no sistema personalizado de ensino. **RENOTE**, v.8, n.3, 2010.

RODRIGUES, M. C. Experiências Positivas para o Ensino de Algoritmos. In: Workshop de Educação em Computação e Informática, II, 2004, Bahia-Sergipe. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2004.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de mecatrônica**. 1. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

RSBC. **Revista da Sociedade Brasileira de Computação**. abr./mai./jun. 2011. Disponível em:
<http://www.sbc.org.br/index.php?option=com_flippingbook&view=book&id=9>. Acesso em: 07 ago. 2014.

SALAJAN, F. D.; SCHÖNWETTER, D. J.; CLEGHORN, B. M. Student and faculty inter-generational digital divide: Fact or fiction? **Computers & Education**, v.55, n.3, p.1393-1403, 2010.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXV – Workshop de Informática na Educação, 2005, São Leopoldo - RS. **Anais...** São Leopoldo: WIE, v.1, n.1, 2005.

SCHONS, C.; PRIMAZ, E.; WIRTH, G. A. P. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem. In: Workshop de Computação da Região Sul, I, 2004. **Anais...** Região Sul, 2004.

SEDGEWICK, R.; WAYNE, K. **Algorithms**. Boston, MA, USA: Pearson Education, 2011.

SELWYN, N. An investigation of differences in undergraduates' academic use of the internet. **Active Learning in Higher Education**. v.9, n.1, p.11-22, 2008.

SEYBOLD, P. B. **Customers.com: how to create a profitable business strategy for the Internet and beyond**. New York: Radom House, 1998.

- SILVA, J. A. Sensação e Percepção no Contexto dos Estudos sobre Aprendizagem. **Scheme**, 2012 (no prelo).
- SILVA, J. G. S.; PINTO, C. AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS (AVAA): A CONSTRUÇÃO DE UMA FERRAMENTA NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM. **Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, v.12, n.1, 2013.
- SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**. 11.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 489 p.
- STEFFEN, H. H. **Robótica Pedagógica na Educação: Um Recurso de Comunicação, Regulagem e Cognição**. 2002. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- STERN, M. J.; ADAMS, A. E.; ELSASSER, S. Digital Inequality and Place: The Effects of Technological Diffusion on Internet Proficiency and Usage across Rural, Suburban, and Urban Counties. **Sociological Inquiry**, v.79, n.4, p.391-417, 2009.
- SYKES, T. A., VENKATESH, V.; GOSAIN, S. Model of acceptance with peer support: A social network perspective to understand employees' system use. **MIS Quarterly**, v.33, n.2, p 371-393, 2009.
- SYRYCZYK, F. E. **Percepção docente sobre o processo de inclusão digital no Campus Colorado do Oeste do Instituto Federal de Rondônia**. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- TAPSCOTT, D. **Growing up digital: The rise of the net generation**. New York: McGraw-Hill, 1998.
- TAVARES, R. **Animações interativas e mapas conceituais**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XVI, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.
- TICHY, W. F. Should computer scientists experiment more? **IEEE Computer Society**, v.31, n.5, p.32-40, 1998.
- TØMTE, C.; HATLEVIK, O. E. Gender-differences in Self-efficacy ICT related to various ICT-user profiles in Finland and Norway. How do self-efficacy, gender and ICT-user profiles relate to findings from PISA 2006. **Computers & Education**, v.57, n.1, p.1416-1424, 2011.
- TURKLE, S.; PAPERT, S. Epistemological Pluralism. **Signs**, v.16, n.1, p.128-157, 1990.

- VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. In: VALENTE, J. A. (eds). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas, SP: Gráfica Central da Unicamp, 1993, p.1-23.
- VALTONEN, T.; DILLON, P.; HACKLIN, S.; VAISANEN, P. Net generation at social software: Challenging assumptions, clarifying relationships and raising implications for learning. **International Journal of Educational Research**, v.49, n.6, p.210-219, 2010.
- VOLMAN, M.; ECK, VAN E.; HEEMSKERK, I.; KUIPER, E. New technologies, new differences. Gender and ethnic differences in pupils' use of ICT in primary and secondary education. **Computers & Education**, v.45, n.1, p. 35-55, 2005.
- VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes Editora, Ltda., 1998. 190 p.
- VYGOTSKY, L. S. **La imaginación y el arte em la infânccia**. México: Ediciones y Distribuciones, S. A. de C. V., 1987.
- WALLSTEN, S. Regulation and Internet Use in Developing Countries. **Economic Development and Cultural Change**, v.53, n.2, p.501-523, 2005.
- WANG, E.; MYERS, M. D.; SUNDARAM, D. Digital Natives and Digital Immigrants: Towards a Model of Digital Fluency. **Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS)**, 2012.
- WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2009.
- WEI, K. K.; TEO, H. H; CHAN, H. C.; TAN, B. C. Y. Conceptualizing and testing a social cognitive model of the digital divide. **Inform. Systems Res.**, v.22, n.10, p.170-187, 2011.
- WELLS, N. M. At home with nature: Effects of "greenness" on children's cognitive functioning. **Environment & Behavior**, v.32, n.6, p.775-795, 2000.
- WHITE, G. L.; SIVITANIDES, M. P. A Theory of the Relationships between Cognitive Requirements of Computer Programming Languages and Programmers' Cognitive Characteristics. **Journal Of Information Systems Education**, v.13, n.1, p.59-68, 2002.
- WIRTH, N. **Algoritmos e Estruturas de Dados**. Rio de Janeiro: Petic-Hal, 1989.

ZHAO, L.; LU, Y.; HUANG, W.; WANG, Q. Internet inequality: the relationship between high school students Internet use in different locations and their Internet self-efficacy. **Computers & Education**, v.55, n.4, p.1405-1423, 2010.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2004.