

ELIÉZER MARQUES FARIA

**A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DE
VYGOTSKY PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE
ALGORITMO**

**GOIÂNIA-GO
2013.**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO

ELIÉZER MARQUES FARIA

**A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DE
VYGOTSKY PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE
ALGORITMO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Educação da Pontifícia
Universidade Católica de Goiás como requisito
parcial para a obtenção do título de Doutor em
Educação, sob a orientação da Professora Dra.
Joana Peixoto.

**GOIÂNIA – GO
2013.**

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

Faria, Eliézer Marques.

F224c A contribuição da teoria histórico-cultural de Vygotsky para o ensino e a aprendizagem de Algoritmo [manuscrito] / Eliézer Marques Faria.-- 2013.

116 f.; il. ; grafs.; 30 cm.

Tese (doutorado) -- Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Doutorado em Educação, Goiânia, 2013.

“Orientadora: Profa. Dra. Joana Peixoto”.

1. Algoritmos. 2. Aprendizagem. I. Peixoto, Joana. II. Título.

CDU 510.5(043)

FOLHA DE APROVAÇÃO

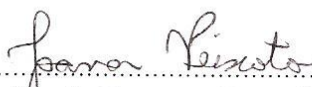
ELIÉZER MARQUES FARIA

A CONTRIBUIÇÃO DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTSKY PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ALGORITMO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação, sob a orientação da Professora Dra. Joana Peixoto.

Aprovada em 21 de agosto 2013

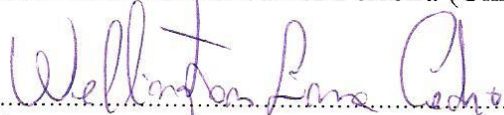
BANCA EXAMINADORA



Profª. Doutora Joana Peixoto (Orientadora)



Profª. Doutora Deller James Ferreira (Universidade Federal de Goiás)



Prof. Doutor Wellington Lima Cedro (Universidade Federal de Goiás)



Profª. Doutora Elianda Figueiredo Arantes Tiballi (PUC Goiás)



Prof. Doutor José Carlos Libâneo (PUC Goiás)

DEDICATÓRIA

**Aos meus pais Aroldo e Arimas,
À minha amada esposa Roberta Moura e,
À minha querida filha Ana Laura, que este lhe sirva de inspiração no futuro.
À minha irmã Márcia,
Aos meus irmãos Marcelo e Elder
pelo apoio incondicional, sempre.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de Luz e Sabedoria, sempre presente nos momentos difíceis e nos felizes.

À querida professora Dra. Joana Peixoto, educadora no sentido mais abrangente e magnânimo da palavra. Por ser esta orientadora competente, exigente e paciente na medida certa; Pela confiança depositada em mim e por direcionar meu olhar ao verdadeiro sentido da Educação.

À minha amada esposa Roberta Faria pelos momentos de paciência, compreensão e por cuidar de nossa querida filha para que eu pudesse dedicar-me aos estudos.

Ao meu pai Aroldo Cássia e à minha mãe Arimas das Graças que sempre me incentivaram a querer ser sempre um ser humano melhor, e pelos valores que me transmitiram os quais levarei por toda vida.

Aos meus irmãos Márcia Livia, Marcelo e Elder que são bênçãos em minha vida;

Ao Programa de Doutorado e toda sua equipe que operaram uma transformação radical em minha visão de mundo, de humanidade e de Educação.

Aos integrantes do grupo de pesquisa Kádjot – Cláudia Helena, Moema, Adda, Lenice, À professora Moema que sempre solícita nos momentos em que precisei de um olhar diferenciado sobre meu trabalho, dando suas contribuições de grande valor para o mesmo.

Aos meus amigos do IFG que sempre me apoiaram especialmente à coordenadora Andreia Rezende que tudo fez para me ajudar e ao professor Elder Geraldo que sempre se mostrou prestativo e compreensivo.

RESUMO

A disciplina cujo conteúdo é Algoritmos pode auxiliar no desenvolvimento cognitivo do aluno ao exigir que ele trabalhe algumas funções mentais superiores tais como: o raciocínio lógico, a abstração, a atenção voluntária, dentre outras. Para tanto, requer que ele desenvolva a leitura e compreensão de texto, a memória, a relação de conhecimentos anteriores para a resolução de problemas, dentre outras habilidades mentais. Por isso, a sua utilização vem sendo recomendada já a partir do ensino médio. Tanto o Algoritmo quanto o pensamento algorítmico vêm sendo aplicados nas mais diversas áreas de conhecimento (Psicologia, Medicina, Português, Computação, etc.). Apesar disso, o baixo nível de aprendizagem em Algoritmos é um problema que ocorre em nível mundial, inclusive no curso superior de Tecnologia em Geoprocessamento, ofertado no Instituto Federal de Goiás, campus Goiânia. De uma maneira geral, os trabalhos e pesquisas realizados sobre a aprendizagem de Algoritmo apresentam soluções que passam pela concepção/construção de ferramentas informatizadas ou pela mudança da metodologia utilizada nas aulas. Acreditamos que se faz necessária a compreensão e a análise deste problema sob uma perspectiva embasada em uma teoria da aprendizagem, de forma a dar conta do processo como um todo, não se limitando aos aspectos empíricos advindos da formação precária dos professores e dos alunos. Para tanto, essa pesquisa foi fundamentada na Teoria Histórico-Cultural de Lev S. Vygotsky, considerando pontos como: a formação de conceitos, a Zona de Desenvolvimento Proximal e a Aprendizagem. A questão central desta pesquisa é: do ponto de vista da THC, qual é o papel do ensino e da aprendizagem de Algoritmos? Desta questão, toma-se por objetivo geral: Analisar o papel do ensino e da aprendizagem de Algoritmos sob a perspectiva da THC. Verificou-se que o baixo nível de aprendizagem de Algoritmo está relacionado com o papel atribuído à disciplina pelos sujeitos envolvidos nesse processo, quais sejam: o professor e os alunos. Logo, os resultados aferidos nesta pesquisa reafirmam a necessidade da mudança no paradigma construído nos moldes de uma educação instrumental.

Palavras-chave: Algoritmo; Aprendizagem de Algoritmo; Teoria Histórico-cultural; Formação de Conceitos.

ABSTRACT

The discipline whose content is algorithms can aid in cognitive development of the student by requiring him to work some higher mental functions such as logical reasoning, abstraction, voluntary attention, among others. To do so requires that he develop reading and text comprehension, memory, the relationship of prior knowledge to solve problems, among other mental abilities. Therefore, their use has been recommended as early as high school. Both the algorithm and the algorithmic thinking are being applied in many different areas of knowledge (Psychology, Medicine, Portuguese, Computer, etc.). Nevertheless, the low level of learning algorithms is a problem that occurs worldwide, including in the upper reaches of Technology in GIS, offered at the Federal Institute of Goiás, Goiânia campus. In general, the work and research carried out on the learning algorithm presented solutions through design/construction of computerized tools or by changing the methodology used in the classroom. We believe it is necessary to understand and analyze this problem from a perspective grounded in a theory of learning, in order to realize the whole process, not limited to the empirical aspects arising from poor training of teachers and students. Therefore, this research was based on Cultural-Historical Theory of Lev S. Vygotsky, considering aspects such as the formation of concepts, the Zone of Proximal Development and Learning. The central question of this research is: the point of view of THC, what is the role of teaching and learning algorithms? This question becomes general objective: To analyze the role of teaching and learning algorithms from the perspective of THC. It was found that the low level of learning algorithm is related to the role assigned to the subject by the subjects involved in this process, which are: the teacher and the students. Therefore, the results measured in this study reinforce the need for change in the paradigm modeled on an instrumental education.

Keywords: Algorithm; Learning Algorithm; Historic-Cultural Theory, Concept Formation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1. ALGORITMO: BREVE EXERCÍCIO SOBRE A SUA CONSTITUIÇÃO HISTÓRICA.....	21
1.1 O ALGORITMO E O DESENVOLVIMENTO DA MATEMÁTICA	21
1.2 MODOS DE REPRESENTAÇÃO DO ALGORITMO.....	33
CAPÍTULO 2. ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMO.....	43
2.1 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ALGORITMO: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....	43
2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE NÍVEL TECNOLÓGICO, EM CURSOS DA ÁREA PROFISSIONAL DE GEOMÁTICA.....	53
2.2.1 O Campo de investigação	53
2.2.2 O Processo de observação	55
2.2.3 O Desenvolvimento das Aulas	56
2.2.3.1 Comportamentos e atitudes do professor durante a explanação	58
2.2.3.2 Comportamentos e atitudes dos alunos durante a explanação	59
2.2.3.3 Comportamentos e atitudes do professor no momento de resolução de exercícios	60
2.2.3.4 Comportamentos e atitudes dos Alunos no momento de resolução dos exercícios.	61
CAPÍTULO 3. TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL: UM QUADRO TEÓRICO PARA ABORDAR O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ALGORITMO	67
3.1 A APRENDIZAGEM NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL	67
3.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ALGORITMO SOB A ÓTICA DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL	83
RESIGNIFICAÇÕES INICIAIS	90
REFERÊNCIAS	97
APÊNDICES	106
ANEXOS.....	113

INTRODUÇÃO

Algoritmos Estruturados, Computação, Lógica de Programação, Programação de Computadores, Introdução à Computação, são algumas dentre as diversas denominações da disciplina que tem por conteúdo Algoritmo¹. Esse conteúdo compõe a matriz curricular de cursos de nível superior de bacharelado, de nível superior tecnológico, de cursos técnicos, de extensão e de educação continuada. Estes cursos, geralmente, são da área das Ciências da Computação, entretanto, o mesmo conteúdo ou parte dele é estudado em cursos de outras áreas, como por exemplo, de Engenharias.

Leciono este conteúdo há mais de oito anos em instituições públicas ou em instituições particulares de ensino superior, e atualmente, o faço no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG².

Durante os últimos cinco anos, ministrei o conteúdo de Algoritmo, no IFG, por meio da disciplina denominada Computação. Ela é ofertada no primeiro período dos seguintes cursos da área profissional de Geomática³: Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura e Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento. Ela também faz parte da matriz curricular de outros cursos nesta Instituição, por exemplo, curso superior de Tecnologia em Redes de Telecomunicações e curso superior de Bacharelado em Engenharia Ambiental.

Atualmente, da forma como está sendo trabalhado este conteúdo no curso de Geoprocessamento, os objetivos buscados têm sido fazer com que o aluno compreenda a forma de execução de um programa em um computador e domine as técnicas e as ferramentas necessárias para a criação de soluções para diversos problemas apresentados. Estas soluções consistem em um pseudocódigo⁴, ou seja, uma solução computacional do problema em linguagem natural⁵. Entretanto, além dos objetivos citados acima, deve se buscar: desenvolver

¹ A palavra Algoritmo, com a inicial em maiúsculo, refere-se à disciplina da qual o conteúdo de lógica de programação faz parte ou ao próprio conteúdo em si. Quando escrita com todas as letras minúsculas, refere-se a uma solução de um problema escrita em pseudocódigo ou em linguagem natural.

² Antiga Escola Técnica Federal de Goiás e CEFET Goiás.

³ A Área de Geomática engloba os estudos referentes à gestão de informações geográficas. Esta gestão compreende: a produção, a coleta, a armazenagem, a análise, a transmissão e o gerenciamento de informações geográficas. Os estudos de cartografia, de topografia, de sensoriamento remoto, estão inclusos nesta área. A respeito da formação em Geoprocessamento, o Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia do Ministério da Educação (MEC, 2010, p.51) diz: “O tecnólogo em Geoprocessamento utiliza sistemas computacionais voltados à aquisição, armazenamento, processamento, análise e apresentação de informações sobre o meio físico referenciadas espacialmente. dominando fundamentos de informática, cartografia, sensoriamento remoto e análise espacial, este profissional levanta informações cartográficas de pontos específicos de determinado território, imprescindíveis às atividades de planejamento urbano e ordenação do uso do solo, levantamento de informações socioeconômicas, gerenciamento ambiental, de sistemas de transporte, de processos agrícolas, entre outras”.

⁴ Pseudocódigo é a forma textual de representação de algoritmo, sendo conhecido também como Português Estruturado ou Portugal, visto que é escrito em nossa língua nativa. É sinônimo de linguagem algorítmica.

⁵ Linguagem Natural corresponde à língua nativa, em nosso caso, a língua portuguesa.

o nível de abstração do aluno, a capacidade de definir e delimitar problema, inter-relacionar conteúdos de outras disciplinas, desenvolver a habilidade de refinamento de soluções, desenvolver a capacidade de transposição e aplicação do conceito de algoritmo para além da disciplina e do ambiente escolar.

Por meio de observações informais, por debates e conversas com outros professores da disciplina Computação e de disciplinas relacionadas, tem sido constatado o baixo nível de aprendizagem dos alunos. Esse problema é constatado tanto pelas baixas notas das avaliações quanto pelo rendimento dos alunos durante as aulas. Como consequência deste problema, os alunos apresentam, também, no quarto período do curso, um baixo rendimento na disciplina Ajustamento de Observações que necessita dos conteúdos e conceitos abordados na disciplina Computação⁶.

Cabe ressaltar que este nível insatisfatório de aproveitamento do conteúdo de Algoritmo ocorre, também, com os alunos dos cursos específicos da área de Informática, conforme relatos de colegas e amigos professores destes cursos no IFG e de outras instituições, tais como: Instituto Federal Goiano, Centro de Ensino Superior de Catalão – CESUC, Faculdade Estácio de Sá de Goiás. Aliás, este problema não é somente regional. Acontece em instituições de outras regiões do país. Como mostra Campos (2010, p.2), o índice de reprovação dos alunos na disciplina de Algoritmos ou similar chega a 88,88% segundo levantamento entre quatro Instituições de Ensino Superior do Distrito Federal no ano de 2001.

Buscando por possíveis causas para esse baixo rendimento, descobriu-se dentre outras, por uma análise feita nos resultados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), o baixo nível na aprendizagem das disciplinas básicas, Língua Portuguesa e Matemática. Essa avaliação é realizada com alunos egressos das 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. Em 2005, para Matemática, 95,96% dos alunos da 4ª série, 76,64% da 8ª série e 56,12% dos alunos do Ensino Médio atingiram no máximo o nível 6, dentre os 13 existentes. Para Língua Portuguesa, no mesmo ano, os percentuais foram, respectivamente, de 98,39%, 80,61% e 62,27% (INEP, 2007).

Os dados indicam que um aluno que concluiu o Ensino Fundamental com dificuldades para ler, escrever e resolver problemas matemáticos deverá encontrar obstáculos quando for apresentado às disciplinas que necessitam desses conhecimentos em um nível mais elaborado. Souto e Duduchi (2009, p.1) reforçam essa possibilidade, ao indicar que as deficiências em

⁶ A disciplina Computação integra a matriz curricular do curso Tecnologia em Geoprocessamento sendo ministrada no 1º semestre/período, enquanto a disciplina Ajustamento de Observações compõe o 4º semestre/período dessa matriz.

interpretar o enunciado do problema proposto e em expressar ideias de forma clara e organizada são responsáveis pela dificuldade de aprendizagem de Algoritmo.

Outros estudos indicam mais causas para explicar as dificuldades de aprendizagem de Algoritmo, quais sejam: metodologia ineficiente por parte do docente, dificuldade de abstração, incompreensão das técnicas de programação, hábitos de estudo centrados em memorização, forte carga de conceitos abstratos, dificuldade em interpretar os enunciados, baixo nível de conhecimento em matemática, a dificuldade no desenvolvimento do raciocínio lógico, quando já estão acostumados a decorar conteúdos, a pouca ou nenhuma experiência prática em áreas comerciais e/ou industriais, a partir das quais vários exercícios são elaborados e a impossibilidade de acompanhamento individualizado (ALEXANDRINI *et. al.*, 2010; JÚNIOR, 2007; MATTOS, 2000; OLIVEIRA *et.al.*, 2008; SILVA *et. al.*, 2009; SOUTO e DUDUCHI, 2009; XAVIER *et. al.*, 2004).

Foi detectado, também, que alguns alunos apresentavam certo grau de inibição em relação à disciplina de Algoritmos. Alguns fatores que contribuem para isto foram citados por Silva *et. al.* (2009, p.2)⁷:

- a) a cultura existente de que este conteúdo é extremamente complicado;
- b) é difícil porque exige bom nível de conhecimento matemático;
- c) o aluno tem ou não tem o dom da programação e se este for o caso somente com muito esforço se aprende a programar;
- d) trabalha-se com algo que não “existe”, que não é concreto;
- e) o aluno não encontra a justificativa e a motivação para se dedicar porque não é uma disciplina da área, etc.

De uma forma geral, esses estudos foram realizados no intuito de criar ou averiguar a eficácia de uma solução informatizada para ajudar o aluno no processo de aprendizagem de Algoritmo. Como resultado destes estudos, foram especificados ou criados softwares especialistas, objetos de aprendizagem, bancos de dados, páginas na Web dentre outros.

Uma característica marcante e comum nos estudos analisados refere-se ao formato de composição dos mesmos: um levantamento das relações de causa e efeito no processo de ensino e aprendizagem. Demonstrar essa relação é importante, porém não produzem um avanço em direção à resolução do problema do baixo nível de aprendizagem em Algoritmos.

⁷ Estes fatores foram levantados junto aos alunos pesquisados no trabalho em questão. Assim, não há de se preocupar com o significado de conceitos em relação à Teoria Histórico-cultural. Por exemplo, o conceito de concreto, o dom, etc.

Um dos motivos dessa estagnação é que as soluções propostas nestes parâmetros são soluções particulares aplicadas em um grupo e contexto específicos.

Setti (2009) após realizar estudo sobre a dificuldade de aprendizagem em Algoritmo verificou que um dos pontos fracos dos alunos está na concepção do algoritmo, ou seja, o aluno é capaz de propor uma solução para um determinado problema em linguagem natural, mas encontra dificuldade ou não consegue transpô-la para a linguagem algorítmica. Diz ainda que os estudos por ela levantados não contemplaram as dificuldades relativas à concepção do algoritmo e que a tradicional didática⁸ utilizada nas aulas não consegue suprir tais dificuldades.

No âmbito do campo de investigação, o IFG, concorda-se, em senso comum, que a formação deficiente de nossos alunos nas etapas anteriores ao ensino superior é a causa maior das deficiências de nossos alunos. Porém, isto soa de maneira muito superficial e generalizada e em nada ajuda a resolver a situação.

Todas estas causas foram detectadas no dia a dia em nossa instituição por diversos professores que trabalham o conteúdo de Algoritmo. Entretanto, a simples identificação das mesmas têm causado, em mim, inquietudes no sentido de buscar a compreensão de suas origens e o(s) caminho(s) para eliminá-las ou amenizá-las.

Assim, o processo de ensino e da aprendizagem de Algoritmo constituiu-se em campo de estudo das pesquisas acadêmicas. Contudo, os estudos realizados neste campo apresentam uma forte tendência no sentido de encontrar soluções informatizadas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo. Atribuo este viés tecnológico nos trabalhos realizados, principalmente, à formação instrumental e à deficiente/inexistente formação pedagógica apresentada pela maioria expressiva daqueles que os realizaram, geralmente professores do referido conteúdo.

A pesquisa aqui realizada, mesmo que por um professor desse conteúdo e com sua formação de base instrumental, contemplou este campo de estudo sob um ponto de vista diferenciado daquele que vem sendo aplicado nos estudos levantados, o olhar a partir da área da Educação. Este olhar busca analisar o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo na perspectiva dialética do conhecimento, entendendo-o como um processo que está em uma constante (re) construção de significados para e entre os sujeitos nele envolvidos. Não procura um determinado culpado pelo baixo desempenho, da mesma forma que não visa isentar

⁸ A didática tradicional à qual a autora se refere, consiste na aula explanatória de definições e exemplos, seguida da resolução de exercícios de memorização pelos alunos. Tem-se o professor como detentor e transmissor de todo conhecimento e o aluno como sujeito receptivo e passivo.

nenhum dos sujeitos envolvidos. Antes, visa produzir novos entendimentos e esclarecimentos a respeito dos motivos responsáveis pelo baixo rendimento encontrado na disciplina. A partir daí, quem sabe, apontar novos caminhos para o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmos, novas posturas para professores e alunos para que estes sujeitos possam alcançar seus objetivos relativos ao estudo desse conteúdo. Nestes novos caminhos deverão ser consideradas as particularidades e as especificidades do nível de ensino, da modalidade de ensino, da natureza (tecnológica, bacharelado, técnico) do curso a ser analisado. Tais particularidades não foram abordadas com maior densidade nesta pesquisa.

Além da constatação da existência de deficiências na formação anterior dos alunos e das dificuldades já levantadas em outros trabalhos, acredita-se que, também, é necessário observar os sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem de Algoritmos, ao mesmo tempo, como um sujeito único e com particularidades e como sujeito social. Assim, esta diferenciação inicia-se por considerar as condições sócio-históricas da coletividade desses sujeitos e que ao fazê-lo, as individualidades poderão ser observadas com maior clareza. Essa atitude que pode parece ser bem elementar e óbvia vem de encontro àquela que sempre foi posta em prática pelos professores, e da qual venho a discordar: tratamento igual para aqueles que são diferentes. Esse tratamento dados aos alunos, por parte dos professores, não pode ser atribuído tão somente a uma decisão particular e totalmente consciente de cada um deles. Acredito sim que esta prática está ligada diretamente à formação instrumental, à deficiente/inexistente formação pedagógica, e com maior intensidade, à reprodução de técnicas e posturas vivenciadas pelos mesmos quando no papel de aluno desta disciplina.

Estabeleço essa relação da prática docente com as suas experiências vividas enquanto aluno de forma bem segura, pois ao avaliar as minhas práticas pedagógicas e de alguns colegas de trabalho, venho confirmar que em muito se assemelham com aquelas vivenciadas por mim enquanto estudante. Mesmo conscientes de que devemos lecionar de forma diferente dos ex-professores, ainda assim incorremos em muitas dessas mesmas práticas. Desta forma, é clara a influência da história da vida estudantil dos nossos professores em suas vidas profissionais.

De forma semelhante, este fato pode ocorrer com os alunos. Geralmente, desde o ensino básico é imputada a eles a ideia de que Matemática é uma disciplina difícil, complicada, que necessita de muito estudo, que é “normal” não aprender e até mesmo ser reprovado nela. Os alunos podem assim, estar transferindo essa “conformação e desilusão” para outras disciplinas relacionadas a ela, como é o caso de Algoritmo.

Mediante estas constatações tem-se a constituição de um problema, que conforme o entendimento de Lalande, citado por Abramo (1979, p.60) “é uma proposta, uma dificuldade a resolver, uma questão especulativa ou prática”, e esse problema é determinado pela necessidade de se desenvolver ou adaptar algo já existente para determinada situação não solvida com vista a solucioná-la.

O problema é porque os alunos apresentam dificuldades na aprendizagem do conteúdo de algoritmo? Sua origem se dá no processo de ensino e da aprendizagem o qual está suscetível à reprodução das experiências vividas pelos sujeitos nele envolvidos. Frente a essa reprodução (in) consciente de conceitos, ações e valores internalizados, de ambos os lados, acredita-se que tanto o professor quanto o aluno desconhecem o verdadeiro sentido e objetivo da inserção do conteúdo de Algoritmo dentro do curso superior de Tecnologia em Geoprocessamento.

A partir da experiência docente do pesquisador, dos fatos levantados sobre a atual questão do ensino e da aprendizagem de Algoritmos no campo de investigação, da atual situação dos resultados obtidos pelos alunos que gera a insatisfação e inquieta o pesquisador e alguns de seus colegas de trabalho e da revisão de literatura, esta pesquisa se dirigiu inicialmente para a aprendizagem de Algoritmo na Educação Profissional de Nível Tecnológico, em cursos da área profissional de Geomática. Esta questão implicaria em um estudo de maior densidade e profundidade sobre as especificidades desta área da Educação de nível superior bem como do curso em questão, no que se refere aos seus sujeitos e seus processos. Mas não foi possível a este pesquisador se debruçar sobre as especificidades citadas. Por assim ser, nesta pesquisa optou-se por tratar da questão das dificuldades de aprendizagem em Algoritmo de modo geral, não de forma estritamente específica para o curso de Geoprocessamento e a área de Geomática. Como será exposto, posteriormente, pela revisão da literatura, há muitas semelhanças entre as causas das dificuldades de aprendizagem de Algoritmo, independentemente, do curso analisado, da área de conhecimento e das instituições.

Assim, questão norteadora desta pesquisa pode ser assim formulada: Do ponto de vista da THC, qual é o papel do ensino e da aprendizagem de Algoritmos?

Esta questão gera o seguinte objetivo geral: Analisar o papel do ensino e da aprendizagem de Algoritmos sob a perspectiva da THC.

A partir daí se colocam os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar as condições e as características do ensino e da aprendizagem de Algoritmos.

2. Analisar o ensino e a aprendizagem de algoritmos a partir da Teoria Histórico-cultural de Vygotsky.

ASPECTOS TEÓRICOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Ao iniciar uma pesquisa, faz-se necessário compreendê-la quanto ao método com base na explicitação e justificativa de uma determinada base teórica para o seu embasamento.

Segundo Frigotto (1989, p. 96), ao se iniciar um trabalho de pesquisa é certo que esse não se faz a partir de um “patamar ‘zero’ de conhecimento; pelo contrário, partimos de condições já dadas, existentes, e de uma prática anterior, nossa e de outros, que gerou a necessidade da pesquisa ao problematizar-se”. Esta característica aplica-se diretamente à pesquisa aqui proposta, visto que já há, no campo de investigação e pelo pesquisador, o conhecimento particular e, ao mesmo tempo coletivo, sobre a problemática do ensino e aprendizagem de Algoritmo.

Ao se iniciar uma pesquisa parte-se de um conhecimento já existente, advindo da prática e das experiências anteriores de todos aqueles que dela fazem parte. Pela parte do pesquisador, seu conhecimento sobre a problemática em questão é resultado de anos de experiência como docente e, também, como discente. Entretanto, essa experiência não lhe é suficiente para compreender os percalços dos sujeitos envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem de Algoritmo e sugerir soluções distintas daquelas levantadas pela revisão de literatura realizada.

Contudo, este pesquisador concorda que somente com o rompimento do modo de pensar dominante, poderá vir a encontrar novos caminhos para compreender e contribuir na busca para solucionar a problemática que se apresenta. Romper com o pensamento dominante, no contexto dessa pesquisa, significa romper com os aspectos positivistas e pragmáticos que orientam as ações e atitudes do pesquisador e de seus colegas professores.

Esse rompimento inicia-se pela constatação de que mesmo com a experiência desse pesquisador e de seus companheiros, não lhes é possível ir além da compreensão metafísica do fenômeno. A Metafísica que se “[...] fixa no fenômeno, no mundo da aparência ou na aparência exterior dos fenômenos, na existência positiva, no movimento visível, na representação, na falsa consciência, na sistematização doutrinária das representações (ideologia) [...]”, e onde os fenômenos são observados de forma neutra e objetiva, pois os mesmos são regidos por leis “do tipo natural”. Isso leva a uma metodologia “que reduz o objeto de estudo a unidades, individualidades, fatores ou variáveis isoladas, autônomos e

mensuráveis”. As abordagens empiricistas, positivistas, idealistas, ecléticas e estruturalistas, mesmo com diferenças de complexidade e alcance, estão incluídas na concepção metafísica. (FRIGOTTO, 2010, p. 81 a 83).

A análise dessa problemática tem sido realizada sob a perspectiva da concepção metafísica quando: fazem-se deduções pelo senso comum, acredita-se que um aluno tem ou não o “dom” ou “leva jeito” para aprender lógica de programação, se enumera e classifica de forma básica as dificuldades de aprendizagem, se trata essas dificuldades de maneira pontual e atribui sua origem somente ao fato da má formação acadêmica,

Esta ruptura com o atual modo de pensar leva à definição da linha de raciocínio, ou seja, do método a ser adotado no processo de construção dessa pesquisa, qual seja: o método dialético, baseado nos princípios do materialismo histórico-cultural.

A concepção do método dialético apresentada por Frigotto (2010, p. 86) é:

“O entendimento do que seja o método dialético materialista inicia sua explicitação mediante a questão: como se produz concretamente um determinado fenômeno social? Ou seja, quais as ‘leis sociais’, históricas, quais as forças reais que o constituem enquanto tal? Esta questão indica, ao mesmo tempo, no âmbito das ciências humano-sociais, o caráter sincrônico e diacrônico dos fatos, a relação sujeito-objeto, em suma, o caráter histórico dos objetos que investigamos.”

Para a dialética, ao contrário da concepção metafísica, o sujeito tem a característica de ser ativo em relação ao objeto de conhecimento e à construção do seu saber, estando suas ações submetidas às determinações advindas de uma realidade social na qual o mesmo encontra-se inserido. Logo, tanto o sujeito quanto o objeto possuem realidades objetivas independentes entre si. O sujeito atua sobre o objeto ao mesmo tempo em que o objeto atua sobre o sujeito.

A dialética compreende o mundo como um conjunto de processos em constante mudança, onde o fim de um processo é o início de um novo e as aparentes discontinuidades do progresso, os retrocessos momentâneos, nada mais são do que partes essenciais na constituição de novos progressos, segundo Engels (1978 apud Marconi e Lakatos, 2008, p.101). Parte daí que é papel do professor, neste novo olhar, entender e aceitar que os erros, atrasos e o não aprendido por parte do aluno são partes do processo de aprendizagem.

Ainda, na dialética, o processo de construção do conhecimento ocorre no sentido de mão dupla indo do abstrato ao concreto e vice-versa, diferentemente do que ocorre na visão metafísica, que tem um único sentido, do concreto para o abstrato.

A respeito do que vem a ser o concreto e a abstração na concepção dialética, Libâneo (2009, p. 3) esclarece que:

A idéia do senso comum é de que o concreto é a realidade, as coisas palpáveis, o que é mais próximo da pessoa. O concreto seria o cotidiano, as coisas mais visíveis, enquanto que o abstrato seria o teórico, um pensamento fora da realidade, distante, coisas de difícil compreensão. Por isso, o caminho do pensamento seria sempre o de partir do concreto para o abstrato. O concreto e o abstrato são objetos do pensamento. O ato de pensar pode ser simultaneamente mais abstrato e mais concreto que a experiência sensível. Mais abstrato, por ter perdido o caráter imediato, aparente, do sensível. Mais concreto, por penetrar mais fundo no real. São termos que se complementam. O concreto é o que realmente existe. Mas, o que realmente existe não pode ser confundido com o que é perceptível aos órgãos dos sentidos. O concreto pensado é o real com atribuições de significado, feito pelo nosso pensamento. A abstração é a mediação que faz o nosso pensamento para passar de um concreto empírico para o concreto pensado. Por isso se diz: “ascensão do abstrato ao concreto”.

Outra característica da dialética é que ela trata da coisa em si, porém sem se manifestar de forma imediata ao homem. No contexto dessa pesquisa, essa manifestação imediata dá-se através das dificuldades apresentadas pelos alunos quanto à aprendizagem de Algoritmo. Mas, se as causas dessas dificuldades já foram levantadas, então porque não se conseguiu ainda saná-las?

Para se compreender “a coisa em si”, é necessário certo esforço e um *detour* (desvio).

Esse *detour* implica necessariamente ter como ponto de partida os fatos empíricos que nos são dados pela realidade. Implica, em segundo lugar, superar as impressões primeiras, as representações fenomênicas destes fatos empíricos e ascender ao seu âmago, às suas leis fundamentais. O ponto de chegada será não mais as representações primárias do empírico ponto de partida, mas o concreto pensado. (FRIGOTTO, 2010, p. 87)

Um destes fatos empíricos, dado pela realidade ao pesquisador, foi aceitar e compreender que os sujeitos envolvidos neste processo de ensino e de aprendizagem de Algoritmo são indivíduos únicos com suas características particulares, e ao mesmo tempo, por estarem em um contexto social, também, são sujeitos sociais. Como sujeitos sociais, o aluno e o professor, estão sujeitos às transformações que ocorrem no ambiente escolar, mais especificamente, na sala de aula. Ao mesmo tempo, igualmente, são autores de transformações que interferem nesse meio.

Essas reflexões nortearam os estudos, permitindo uma apreensão da abordagem Histórico-Cultural como a teoria de aprendizagem que contempla o método dialético e a compreensão de um sujeito que é, simultaneamente, particular e social.

Nessa teoria do conhecimento, a aprendizagem é resultado das interações ocorridas entre os processos internos e externos ao sujeito. Os processos internos são denominados intrapessoais, enquanto os processos externos são os interpessoais. O sujeito da aprendizagem é ativo e é através desta atividade que se apropria dos valores e experiências históricas e sociais da sua comunidade. A construção da consciência se dá pela atividade humana de forma coletiva e sócio-histórica, ou seja, o sujeito é constituído através da internalização dos signos sociais e da apropriação de instrumentos criados pela sociedade durante toda sua história. A internalização, conforme Vygotsky (1998, p. 74), “é a reconstrução interna de uma operação externa” e resulta na incorporação de comportamentos culturalmente elaborados.

Sabe-se que o método de investigação se distingue do método de exposição, caracterizando o trabalho científico numa perspectiva de avanço teórico (NOSELLA e BUFFA, 2005). O percurso teórico-metodológico desta pesquisa e sua inserção num quadro marcado pela concepção instrumental de educação delinearam o método de exposição escolhido.

Diversas concepções de aprendizagem atravessam as pesquisas no campo da educação. Se esta pluralidade possui o efeito - que poderia ser considerado como positivo - de dinamizar a paisagem teórica, ela coloca também questões cruciais de compatibilidade e complementaridade entre diferentes modelos mobilizados neste campo. Boa parte dos estudos e pesquisas sobre o tema tem sido objeto de pesquisadores marcados pela formação instrumental - o que inclui este pesquisador. Esta constatação fez-me optar por registrar o percurso que vai de uma percepção fragmentada, descontextualizada e instrumental para aquela que considera a aprendizagem de Algoritmo como uma questão a ser tratada no contexto de uma episteme educativa. Desta forma, mesmo que a Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky (THC) tenha sido adotada como referência para a presente pesquisa, ela vai ocupando espaço progressivo em seu delineamento e em sua exposição, buscando refletir a trajetória deste pesquisador, menos no sentido de justificar seus limites e mais de atestar a sua validade para o tratamento do tema.

A ORGANIZAÇÃO DA TESE

A reflexão sobre a problemática levantada é apresentada por meio de cinco seções. A Introdução apresenta o processo de construção do objeto de pesquisa e a estrutura desta tese. Nesta seção são expostas partes das minhas experiências acadêmicas e profissionais que me levaram a delimitar o presente tema da pesquisa. Ao relatar algumas de minhas experiências, desejo compartilhar um breve caminho que por certo me conduziu a este campo de investigação: o ensino e a aprendizagem de Algoritmo. Também, estão descritas aqui as principais características do campo de investigação e os motivos para sua escolha. Em seguida, justifica-se a escolha do método dialético para a construção dessa tese bem como a definição pela Teoria Histórico-cultural de Vygotsky como base teórica do desenvolvimento deste trabalho. Ainda nesse capítulo estão manifestadas: a questão central, os objetivos geral e específico e o referencial teórico metodológico. Por fim, são tecidos breves comentários sobre cada capítulo que compõe a estrutura dessa tese.

No primeiro capítulo, denominado Algoritmo tem-se um breve exercício sobre a constituição histórica do seu objeto e conteúdo, apresentando-o no que tange ao percurso histórico da percepção do seu conceito, sua relação com a Matemática e diversas definições sobre o que é o Algoritmo. Também são tratados neste capítulo os modos existentes para se representar um algoritmo. Ao relatar sobre minha experiência como aluno e como professor, situo historicamente meu interesse e preocupação com a questão do ensino e da aprendizagem de Algoritmo.

No segundo capítulo, Ensino e Aprendizagem de Algoritmo, por meio da revisão de literatura são expostas as dificuldades de aprendizagem de Algoritmo. Em seguida, no mesmo capítulo, estão explicitados e sintetizados os resultados das observações realizadas em sala de aula no curso de Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG.

No terceiro capítulo apresento alguns aspectos da Teoria Histórico-cultural relativos à aprendizagem e formação de conceitos. Sob esta ótica, se discute o ensino e a aprendizagem de Algoritmo.

Por último exponho minhas “Considerações Finais” do estudo a respeito da relação entre o papel da disciplina de Algoritmo no curso de Tecnologia em Geoprocessamento e a aprendizagem desse conteúdo.

CAPÍTULO 1. ALGORITMO: BREVE EXERCÍCIO SOBRE A SUA CONSTITUIÇÃO HISTÓRICA

Nesse capítulo é apresentado o percurso histórico, algumas definições, as formas de representação do Algoritmo. Esta exposição sobre o Algoritmo foi realizada com o objetivo de apresentá-lo ou torná-lo menos obscuro àqueles que não o conhecem, ou o conhecem superficialmente, e de justificar em parte este trabalho.

Esta forma de tratar o algoritmo segue as indicações da THC quando a mesma aponta que para se compreender e apreender o conceito de um determinado objeto é necessário que se busque o percurso histórico de constituição do mesmo, pois o mesmo é constituído através da história social dos homens, construída pelo trabalho e por suas lutas.

1.1 O ALGORITMO E O DESENVOLVIMENTO DA MATEMÁTICA

Ao ministrar a aula inicial da disciplina de Computação nos cursos de Geoprocessamento e de Agrimensura, ficou patente ser aquele o momento em que muito dos alunos tinham o primeiro contato com a palavra algoritmo, associando-a aos termos Logaritmo ou Algarismo. Dessa forma, ficou explícito que a primeira impressão desses alunos era que o Algoritmo se tratava de mais um conteúdo da área da Matemática. De certa forma, não estavam errados em suas primeiras conclusões. Questionados sobre a razão dessa associação, apontavam a semelhança fonética e gráfica como causas de suas respostas. Então surgem os questionamentos a respeito do Algoritmo: o que é? Para que serve? Onde surgiu? Quando? De uma maneira geral, os alunos não eram informados das situações e contextos históricos onde se originou o conceito de Algoritmo. A seguir eram apresentadas as definições e exemplos práticos de algoritmo. Cabe ressaltar que ao pesquisador nunca lhe fora informado da real origem desse conceito, nos tempos de faculdade, e que em sua perspectiva empírica e funcionalista, tal informação nunca foi contestada.

Por meio da revisão da literatura feita para pesquisa, pode-se verificar que não há somente uma explicação histórica possível para o surgimento do Algoritmo. Entretanto, essas vertentes possuem pontos em comum.

Para explicitar a origem e o significado da palavra Algoritmo, é necessário antes verificar a evolução do sistema numérico.

Nos primórdios da civilização, sem poder precisar uma data, um número era uma associação biunívoca entre dois elementos distintos, pedras e as cabeças de gado, por

exemplo. Não se associava o símbolo do número 10, como o conhecemos hoje, a uma quantidade de 10 animais. Segundo Filho (2007, p. 29), a escrita numérica foi possível:

Somente quando, [...], o número quatro foi dissociado dos pássaros ou das pedras, tornando-se uma entidade independente de qualquer objeto – uma abstração, como diriam os filósofos –, é que se pôde dar o primeiro passo em direção a um sistema de notação, e daí à aritmética.

O nosso sistema numérico oficial, o sistema decimal, é um sistema de numeração de posição com uso da base dez e que utiliza um símbolo para o zero. Os símbolos desse sistema são chamados de algarismos hindu-arábicos. O sistema hindu-arábico, que remonta a 200 a.C., tem seus primórdios no sistema numérico babilônico. Seu principal ponto de entrada na Europa foi o livro *Liber Abaci* (*O Livro do Ábaco* ou *Livro do Cálculo*), escrito por Leonardo de Pisa, publicado pela primeira vez em 1202 e revisto e ampliado em 1228. Leonardo de Pisa é mais conhecido como Fibonacci – o filho de Guglielmo Bonaccio, e é ele o inventor da sequência de mesmo nome.

Entretanto, as primeiras fontes de informação sobre o sistema numérico arábico foram as obras do matemático persa *Abu Já'far Mohammed ibn Músa al-Kharazmi*, escritas no século IX e traduzidas do idioma árabe para o latim. Esse matemático e astrônomo árabe, membro da academia científica de Bagdá denominada Casa da Sabedoria, é tido como o autor do tratado mais antigo sobre a Álgebra.

Filho (2007) explica que a palavra Álgebra é originária da palavra Al-Jabr, de origem árabe, que significa força que obriga e restabelece, e faz parte do livro intitulado *Kitab Al Mukhtassar Fi Hissab Al-Jabr Wal Mukabala*⁹, no qual foram estabelecidos e resolvidos seis tipos de equações algébricas. Ressalta ainda a interferência histórico-cultural da sociedade árabe na qual “os juristas árabes referem-se à Álgebra como o ‘cálculo da herança’, segundo a lei corânica, uma problemática importante dentro do Islam” (FILHO, 2007, p. 43).

Ainda segundo Filho (2007), a respeito da divulgação do sistema numérico hindu-árabe:

[...] os dois principais trabalhos que espalharam o conhecimento aritmético hindu-árabe pela Europa foram o *Carmen de Algorismo* (o Poema do Algorismo) de Alexander De Villa Dei por volta de 1220 e o *Algorismus Vulgaris* (Algarismos Comuns), de John de Halifax, mais conhecido como Sacrobosco, por volta de 1250 d.C. Esses dois livros foram baseados, pelo menos em parte, nos trabalhos de Al-Kharazmi ou de um de seus sucessores. (FILHO, 2007, p. 33).

⁹ A tradução do título do livro é *Cálculo algébrico e confrontação ou A arte de resolver equações*. Outra grafia desse título é *Hisāb al-jabr w'almuqābala*.

Schwartzman (1994, p. 30) revela em seu livro a história da apropriação e da construção do conceito de Algoritmo, qual seja:

Algorismo (substantivo), o algoritmo (substantivo), algorista (substantivo): estas palavras vêm da distorção do nome de uma pessoa, Jafar Mohammed Ben Musa, que era conhecido como al-Khowarazmi, que significa “o homem de Khwarazm” (de forma semelhante, Leonardo da Vinci era realmente Leonard, um homem da cidade de Vinci). Por volta do ano 825 d. C., al-Khowarazmi escreveu um livro de aritmética explicando como usar os algarismos hindu-arábicos. Esse livro foi traduzido para os europeus e apareceu com o título latino de *Liber Algorismi*, que significa “Livro de al-Khowarazmi.” Como consequência, o termo algorismo passou a referir-se ao sistema decimal de numeração. Qualquer uso ou manipulação de números arábicos - especialmente em um padrão usado para adicionar, subtrair, multiplicar, etc. - era conhecido como um algorismo. A própria Aritmética foi chamada, às vezes, de algarismos, e de forma similar alguns europeus, que defenderam a adoção de números hindu-arábicos eram conhecidos como algoristas. Ao longo dos séculos, a palavra algorismo sofreu muitas mudanças na sua forma. Em francês antigo transformou-se *augorisme*, que depois evoluiu para o agora obsoleto Inglês *augrim*, *AGRIM*, e *agrum*. A atual forma de exposição de Algoritmo, que o Dicionário Oxford de Inglês chama de “perversão pseudo-etimológica” é: ele foi confundido com a palavra aritmética (que foi um dos seus significados, e que tem várias letras em comum com ele), o resultado foi o atual algoritmo. Dicionários atuais ainda listam a forma mais antiga de algorismo, no sentido de “o sistema decimal de numeração ou árabe.”

Revela-se, por esse texto, que foi a necessidade de nomear os padrões para manipulação dos números hindu-arábicos que acarretou o surgimento do conceito de Algoritmo. Hipoteticamente, acredita-se que a necessidade humana de sistematizar soluções para problemas de mesma natureza levou à criação de operações padronizadas, um pré-algoritmo.

O termo *Algorismus* ou Algorismo passou a se referir ao sistema decimal de numeração, tanto quanto ao uso e, particularmente, quanto aos procedimentos padrões para multiplicar, adicionar, subtrair, dividir e extrair a raiz quadrada.

Com as variações das traduções de cada autor, *Algorismus* passou a se chamar de *algarismos*, e posteriormente nasceu o termo Algoritmo.

Segundo Hogben (1952), a construção do conceito de Algoritmo inicia-se ainda na Alexandria, na Grécia Antiga entre os séculos II e IV, quando Diofanto e Teón já abordavam problemas de mesma natureza daqueles que também seriam abordados pelos hindus e árabes entre os séculos VII e XII. Entretanto, devido à complicada álgebra alexandrina, a qual utilizava símbolos iguais para representar letras e números próprios e que não permitia o uso de letras para representar os números abstratos, não foram desenvolvidos os “algoritmos” para cálculos das operações básicas da matemática. Conforme esse autor, os motivos para que não

ocorresse o desenvolvimento da Álgebra, neste momento, foram: a falta do impulso social aos gregos e a falta de equipamento social aos alexandrinos. Por impulso social, explica o autor, entende-se uma conjectura social que motivasse a busca por novos avanços no campo dos cálculos, ou seja, não se mostravam necessárias novas formas de cálculos. Já por falta de “equipamento social”, conforme o autor entende-se que o povo alexandrino não avançou além do que já tinham produzido neste campo.

Entretanto, a Álgebra avançou entre os povos hindus e árabes. A este avanço que resultou em uma nova aritmética deu-se o nome de Algoritmia. O nome Algoritmia, segundo Hogben (1952, p. 356), é derivado do nome do algebrista árabe Mohámed Abenmusa Al Joarismi. Mas quais são os motivos deste desenvolvimento da Álgebra ou Algoritmia entre estes povos? Segundo o autor, são três as correntes responsáveis.

Primeiramente, o comércio. Entre os séculos VII e XII com a invasão do Império Romano, pelos muçulmanos, técnicas de medição e novos procedimentos para operação com números baseados nos símbolos numéricos hindus foram incorporadas à cultura romana. No século XI, como consequência das Cruzadas, o comércio com o Oriente obteve grande expansão. Resultante desta expansão cresce a necessidade do aprimoramento dos cálculos entre os comerciantes, e a necessidade de solucionar problemas práticos do dia a dia que requeriam o uso de números, por exemplo, as equações. A expansão desta nova Álgebra às colônias da Europa do Norte se deve às universidades mulçumanas da Espanha e, também, ao comércio siciliano no Mediterrâneo. Destaca-se dentro desta cultura mercantil, Leonardo Fibonacci, ou também conhecido como Leonardo de Pisa, cujo livro *Liber Abaci* (1228) é tido como primeiro livro da aritmética mercantil.

A segunda corrente que contribuiu para o desenvolvimento da Algoritmia, é a Religião Cristã. No primeiro momento, relatado por Hogben (*Ibid.*), faz-se menção à advertência Bíblica para que os comerciantes da Mesopotâmia e da Ásia Menor não fraudassem seus clientes no momento de pesar e vender suas mercadorias. Por volta do ano 1.120, tendo assumido a responsabilidade social de calcular o calendário, seus integrantes responsáveis por essa tarefa, começaram a se interessar pela Matemática. Por fim, a terceira corrente difusora se deu pelos médicos comumente chamados de “Curandeiro e Algebrista”, na antiga Espanha.

A palavra Algoritmo, de onde vem? Dentro do percurso lógico-histórico do termo Algoritmo, conforme Hogben (1952, p. 82), os Babilônicos (~1.900 a.C.) já possuíam uma aritmética bem semelhante a atual. Não fosse pelo raro uso do zero ao final dos números, a aritmética babilônica se adaptaria à notação arábica. Mesmo tendo confeccionado tábuas de

cálculos rápidos para multiplicação, adição, subtração, divisão, quadrados e progressões, os babilônicos nunca lograram êxito na construção de um sistema de algoritmos.

Conforme cita Hogben (1952), o livro *Craft of Nombrynge* (Artesanato de Nombrynge), de 1.300, foi um dos primeiros livros escritos na língua inglesa que tratou da nova arte de calcular – a Álgebra ou Algoritmia. Em sua introdução está escrito “esta arte cobre sete seções: a primeira, chamada adição; a segunda, denominada subtração; a terceira que se chama duplicação, a quarta chamada dividir em metades, a quinta se chama multiplicação; a sexta denominada divisão e a sétima chamada extração da raiz” (tradução nossa). Desta forma, um algoritmo correspondia ao conjunto de procedimentos a serem realizados para se efetuar qualquer uma destas operações algébricas.

Pelo exposto pode-se averiguar que a construção de um conceito está associada a eventos sociais, situações e contextos históricos. Eventos tais como guerras, invasões de países, etc. O comércio e a religião, não diferentemente dos dias atuais, exerceram grande influência na sociedade daquela época corroborando com diversos momentos de transformação e evolução da aritmética nas mais diversas classes sociais, influenciando assim na concepção do conceito de Algoritmo. Neste caso temos como principais protagonistas os comerciantes. Quando se tratava de comerciantes cristãos, os mesmos trabalhavam sob os valores de honestidade da religião cristã.

A criação de um conceito não é algo instantâneo e nem particular. Sua criação se dá nas relações sociais de uma comunidade, de um país ou de continentes inteiros. No caso do conceito de Algoritmo, o envolvimento de povos de diversos continentes e o espaço de tempo decorrido para sua construção, podem ter sido dois fatores que o fizeram perpetuar tal qual quando fora estabelecido até os dias atuais.

Mas como se deu a incorporação do conceito de Algoritmo à área da Computação?

A princípio é válido observar que há, na Computação, uma relação total entre as ações de criar um algoritmo e de criar um programa de computador. Pode-se afirmar que um programa é um algoritmo codificado em alguma linguagem de programação. Outro ponto a ressaltar, é que os algoritmos criados e utilizados na Computação têm por objetivo resolver uma determinada tarefa através do computador. Esta tarefa pode ser desde a emissão de uma simples mensagem de Bom dia na tela do computador, passando por uma tarefa de calcular salários, médias, etc., até uma tarefa de realizar cálculos de grande complexidade.

Conforme Filho (2007, p. 87), Charles Babbage (1792-1871) é considerado como um dos grandes pioneiros da era dos computadores por ter concebido um dispositivo mecânico capaz de realizar uma série de cálculos. Por ter essa capacidade, pode-se deduzir que esse

dispositivo continha em sua estrutura lógica os algoritmos necessários para realizar tais cálculos. Contudo, ainda utilizava-se o algoritmo tão somente para soluções de problemas matemáticos.

No início do uso dos computadores, esses eram operados somente por seus construtores e cientistas especializados. Assim, os algoritmos desenvolvidos para a programação destes equipamentos não eram da mesma natureza dos algoritmos ensinados nas séries iniciais dos atuais cursos de Computação.

O primeiro computador programável para uso geral, ou seja, para realizar tarefas além de cálculos, foi o ENIAC que começou a operar em 1943 e somente em 1946 foi totalmente concluído. Sua programação era feita através de cabos, os dados eram fornecidos através de cartões perfurados e utilizavam-se memórias térmicas para armazenamentos dos programas. Neste momento, o uso de válvulas e o uso das memórias de armazenamento permitiram o surgimento do conceito de programa armazenado, ou seja, o programa ficava guardado na memória do computador. Anteriormente, um programa necessitava ser “carregado” na memória toda vez que fosse ser utilizado, aumentando consideravelmente a probabilidade de ocorrência de erros de leitura e o tempo de trabalho. Estas duas inovações tornaram o computador mais rápido e confiável (FILHO, 2007).

Mesmo sendo escritos em linguagens radicalmente diferentes daquelas das quais dispomos hoje, pode-se considerar que neste momento, por volta de 1940, tem-se a apropriação do conceito de Algoritmo pela Área da Computação.

Sintetizando o que foi descrito acima, o conceito de Algoritmo tem sua raiz no campo da Matemática, no qual ele representava os procedimentos para se realizar as operações aritméticas básicas com os números arábicos. Posteriormente, por volta de 1940, este conceito é integrado à Área da Computação com o intuito de programar os computadores ENIAC e Mark I.

Pode-se notar então, que o conceito de Algoritmo na Computação também foi construído de forma histórica e através de relações sociais. Essas relações sociais se davam nos ambientes acadêmicos, militares e científicos. A incorporação desse conceito acompanha a história da evolução do hardware do computador, ou seja, a cada nova evolução na engenharia do computador, tornava-se possível a criação de novos recursos físicos e a evolução do software do computador.

Diversas definições foram criadas para Algoritmo. Vejamos algumas definições nas duas áreas em questão.

Matematicamente, pode-se definir um algoritmo como “[...] uma receita matemática, formulada como um conjunto finito de regras a serem realizadas de forma sistemática, que tem como resultado a solução para um problema bem formulado” (MARTIGNON, 2004, p. 382).

Ainda no campo da Matemática, Filho (1998, p. 44) escreve que a palavra algoritmo “designa um procedimento geral de cálculo, que se desenvolve, por assim dizer, automaticamente, poupando-nos esforço mental durante sua execução”.

De forma semelhante, sintetizando os dizeres de Campos e Ascêncio (2003), tem-se que um algoritmo é a descrição de uma sequência de ações a serem seguidas para a realização de uma tarefa, sendo a ação 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, obedecidos, resultam em uma sucessão finita de ações para a solução de um problema.

Para Landa (1972, p. 57), “[...] chamamos algoritmos as diretrizes para a execução, em uma determinada ordem, de um sistema de operações para resolver todos os problemas pertencentes a uma classe determinada”.

Conforme Bass (2003, p. 2), “[...] um método geral de solução, para uma classe geral de problemas, é chamado algoritmo. Um algoritmo consiste em uma sequência precisamente especificada de passos que conduzirão a uma solução completa para certa classe de problemas computacionais”.

Nota-se que estas definições possuem aspectos comuns como: conjunto de ações, generalidade do algoritmo, sequenciamento de ações/comandos.

Um conceito semelhante é utilizado como uma das possíveis definições dadas para Algoritmo na Ciência da Computação. Segundo Cormen (2002),

Informalmente, um algoritmo é qualquer procedimento computacional bem definido que toma algum valor ou conjunto de valores como entrada e produz algum valor ou conjunto de valores como saída. Portanto, um algoritmo é uma sequência de passos computacionais que transformam a entrada na saída. (CORMEN, 2002, p. 3).

E ainda, segundo Farrer (1989, p. 23), referindo-se à utilização do computador para a resolução de um problema, é necessário que se “desenvolva um algoritmo, isto é, que se faça a descrição de um conjunto de comandos que, obedecidos, provocarão uma sucessão finita de ações que resultarão na resolução do problema proposto”.

No que escrevem Chabert *et. al.* (1999, p. 2), o termo algoritmo é utilizado para se referir a qualquer método rotineiro que defina uma solução para um problema. Dessa forma, os seguintes termos: procedimentos, processos ou receita podem ser usados no lugar do termo algoritmo, conforme a área e o local de sua aplicação. Logo, uma receita de preparo de um alimento específico, o manual de instrução para troca de um determinado componente ou as etapas especificadas de um tratamento médico para uma doença específica, são todos algoritmos.

Como exemplo de uma “receita”, apresenta-se a tradução de um texto que descreve o algoritmo (figura 1) para resolver as equações do tipo quadrática que seguem o modelo da equação $x^2 + 10x = 39$.

Figura 1 - Algoritmo para equações quadráticas

فأما الأموال والجذور التي تعدل العدد فمثل قولك
 مال وعشرة أجزاره يعدل تسعة وثلاثين درهما ومعناه أي مال اذا زدت عليه مثل
 عشرة أجزاره بلغ ذلك كله تسعة وثلاثين . فبابه⁽¹⁰⁾ أن تنصف الأجزاء وهي في
 هذه المسئلة خمسة فتضربها في مثلها فتكون خمسة وعشرين فتزيدها على التسعة
 والثلاثين فتكون أربعة وستين فتأخذ جذرها وهو ثمانية فتقص منه نصف
 الأجزاء هو خمسة فيبقى ثلاثة وهو جذر المال الذي تريد والمال تسعة .

As for squares and roots equal to a number, it is as when you say this: a square and ten of its roots equal thirty-nine dirhams.
 Its meaning is that the square, if you add to it the equivalent of ten of its roots [is such that] it will become thirty-nine.
 Its method [of solution] consists in dividing the roots by two, and that is five in this problem. You multiply it by itself and this will be twenty-five. You add it to thirty-nine. This will give sixty-four. You then take its square root which is eight and you subtract from it half [the number] of the roots and that is five. There remains three and that is the root that you are seeking and the square is nine.

Fonte: Chabert et al. – *A History of Algorithms*

Quanto aos quadrados e raízes iguais para um número, é como quando você diz isso: um quadrado e dez de suas raízes são iguais a trinta e nove *dirhams*¹⁰. Isto significa que se você adicionar ao quadrado o equivalente a dez de suas raízes [é tal que] ele se tornará trinta e nove. Seu método [de solução] consiste em dividir as raízes por dois, e que são cinco neste problema. Você as multiplica por si mesmo, e isso vai ser vinte e cinco. Adiciona-as com trinta e nove. Isto vai dar sessenta e quatro. Você toma a sua raiz quadrada que é oito e você subtrai metade [do número] de raízes que é cinco. Sobram ainda três, que é a raiz que você está procurando e o quadrado é nove. (CHABERT *et. al.*, 1999, p.1, tradução nossa).

¹⁰ Moeda oficial do Marrocos, mas também utilizada em outros países árabes.

Entretanto, nem todas as “receitas” utilizadas se constituem em um algoritmo. Para que isso ocorra, as seguintes características devem estar presentes, quais sejam:

1. O algoritmo deve ser capaz de ser escrito em uma determinada língua: a língua é um conjunto de palavras escritas usando um alfabeto definido.
2. A questão que se coloca é determinada por alguns dados fornecidos, chamada entrada, para a qual o algoritmo será executado.
3. O algoritmo é um procedimento que é realizado passo a passo.
4. A ação em cada etapa é estritamente determinada pelo algoritmo, os dados de entrada e os resultados obtidos nas etapas anteriores.
5. A resposta, chamada de saída, está claramente especificada.
6. Qualquer que seja a entrada de dados, a execução do algoritmo terminará após um número finito de etapas. (CHABERT, 1999, p. 464).

Retomando segundo Bass (2003), um algoritmo útil possui características importantes e fundamentais. A precisão ou confiabilidade correspondem a dizer que o algoritmo deve sempre produzir uma resposta correta. A generalidade do algoritmo, ou seja, a solução encontrada, é aplicável a todas as instâncias ou classes do problema. A eficiência ou complexidade é saber se o custo (o tempo, esforço, dificuldade ou recursos) da execução do algoritmo é razoavelmente baixo em comparação com o tamanho do problema da entrada. A facilidade de utilização precisa (*versus* propensão de erro) resulta em um algoritmo razoavelmente fácil de ser utilizado e não conduz a uma alta frequência de erros em uso. A transparência (em vez de opacidade) implica que o algoritmo possui passos claros sobre o seu significado e porque ele nos avança em direção à solução do problema.

A relação entre a Matemática e os algoritmos é muito íntima e remonta a tempos distantes, como reafirma Jurkiewicz (2005):

Os algoritmos já existiam entre babilônios e gregos. O recurso a eles sempre acompanhou o desenvolvimento “nobre” da teoria matemática. As ideias de manuseio mecânico dos cálculos e desenvolvimentos lógicos são um sonho antigo e bastante tentado; ele se torna possível, entretanto, a partir de desenvolvimentos importantes da eletrônica digital (extremamente dependente da matemática do contínuo), mas antes ainda do trabalho de teóricos como Von Neumann e Turing. Eles projetaram matemática e logicamente o computador antes que ele existisse, antes que a tecnologia para a sua construção existisse. (JURKIEWICZ, 2005, p. 3).

Essa ligação com a Matemática evidencia-se ainda mais pela grande quantidade existente de algoritmos matemáticos “famosos”, tais como: a) o Algoritmo de Euclides, utilizado para calcular o máximo divisor comum entre dois números inteiros diferentes de zero e não primos; b) o Algoritmo de Fibonacci, inicialmente concebido para descrever o crescimento de uma população de coelhos, mas que atualmente tem sua aplicação em mercados financeiros e na biologia. Na biologia, a sequência de Fibonacci gerada pelo algoritmo está intrínseca na natureza, por exemplo, na disposição das folhas de plantas como

a amora silvestre, a cerejeira, a roseira e o salgueiro, bem como na casca das pinhas e nas ramificações da espirradeira ou cevadilha; c) o Algoritmo de Monte Carlo, popularizado por John von Neumann¹¹, utilizado para cálculos estocásticos¹² associados à pesquisa nuclear durante a Segunda Guerra Mundial. O nome desse algoritmo é uma referência ao cassino da cidade de Mônaco, pois o uso da aleatoriedade e da repetição dos processos em um cálculo estocástico é análogo às atividades realizadas em jogos em um cassino.

Assim como a Matemática permeia todas as outras ciências existentes, o conceito de Algoritmo vem sendo aplicado em diversas outras áreas não relacionadas à Matemática. Antes de citá-las, é relevante esclarecer um ponto sobre o uso do algoritmo em outras ciências. Quando se fala em algoritmo, tem-se o conceito e, também, o produto.

Tratando-o como um conceito, pode ser aplicado como método para a criação e a execução de ações na busca por um determinado resultado. Nesse caso, temos o que se chama de algoritmização das ações ou o pensamento algorítmico, ou seja, estabelece-se uma forma de raciocínio metódico, que é construído passo a passo para se resolver um problema específico. Isso pode ser feito, por exemplo, em um treinamento de um operário para utilização de uma nova máquina, e até mesmo no processo de educar crianças e adultos.

Cabe aqui ressaltar que este é um método passível para treinamento de uma criança ou adulto para realizar uma determinada tarefa, inconcebível para a ação de educá-los.

A outra forma de aplicação do algoritmo é tendo-o como um produto, isto é, por meio dessa algoritmização das ações, ou de outro meio qualquer, cria-se um algoritmo. Esse algoritmo pode ser utilizado inúmeras vezes e por diversas pessoas naquela situação para a qual foi concebido. É como dizer que, para a solução de um problema específico, foi criada uma ferramenta específica, que pode ser ou não a única.

Ao se utilizar do pensamento algorítmico para a solução de um problema e obtendo-se êxito nessa empreitada, ao final ter-se-á criado um algoritmo para essa determinada classe de problema. Isso não ocorrerá quando esse procedimento de raciocínio não obtiver uma solução do problema em questão.

Nesse sentido, Jurkiewicz (2010) faz referência à ligação entre a Matemática e a Genética. Nela, ele destaca o elo entre o ramo da Combinatória e a Genética, mostrando que esse possibilitou a verificação de como as características dos seres são transmitidas entre eles,

¹¹János Louis von Neumann (1903-1957), húngaro naturalizado americano na 2ª Guerra Mundial, Doutor em Matemática pela Universidade de Budapeste em 1926, é mais conhecido por ser o proponente do conceito do programa armazenado, que é a base conceitual do computador atual. (Filho, 2007).

¹²Cálculos estocásticos são processos não determinísticos, com origem em eventos aleatórios. O exemplo mais comum é o lançamento de dados onde cada face tem a mesma probabilidade de sair.

e também a descrição do modelo de dupla hélice de DNA. Ele esclarece também que o Algoritmo de Dijkstra¹³ é utilizado para a determinação de caminhos mais curtos, é base para a operação de alinhamento de sequências de DNA.

Outra aplicação desse método de algoritmização foi relatada por Nykamp (1999) no estudo realizado no curso de Farmácia da Southern School of Pharmacy, Mercer University – Atlanta – Estados Unidos, em uma disciplina denominada “Produtos sem prescrição”, que tinha como objetivo avaliar o paciente e recomendar um remédio conforme sua formulação. Esse estudo foi baseado na aplicação de dois métodos de ensino, quais sejam: o método tradicional, que envolve palestras com estudos de casos, e o método por algoritmos de tratamento. O autor esclarece que não ocorreram grandes diferenças entre os resultados no emprego dos dois métodos de ensino. Entretanto, no momento da avaliação de aprendizagem realizada por meio de questões anteriores e posteriores ao curso e, também, em relação ao exame realizado no final do curso, os alunos que utilizaram os algoritmos de tratamento obtiveram melhores pontuações em suas avaliações.

Conforme Martignon (2001), os algoritmos têm exercido influência profunda na Psicologia, especialmente em algumas de suas linhas. A autora assim relata:

O estudo de algoritmos tem sido muito influente na Psicologia. O ponto de vista behaviorista, que enfatiza a relação entre estímulos sensoriais e saídas motores, deu lugar à visão cognitiva, que enfatiza o papel de estados cognitivos internos na produção do comportamento. Modelos de processamento de informações cognitivas se tornaram um dos pilares da psicologia cognitiva. Hipóteses sobre a maneira pela qual a cognição influencia o comportamento são codificadas como algoritmos e implementados no software de computador que é usado para simular o comportamento. Resultados simulados são então comparados ao comportamento dos seres humanos ou animais para validar ou refutar as hipóteses nas quais se baseiam. Uma das questões importantes em psicologia cognitiva tem sido a de estabelecer a forma como ocorrem os procedimentos mentais em decisões sob incerteza. Enquanto algumas escolas têm defendido a abordagem da racionalidade clássica, para a qual a mente funciona por meio de algoritmos probabilísticos, um desenvolvimento recente tem sido a visão da mente desamparada confiando em heurísticas simples para inferência. Estas heurísticas, como proposto por Gigerenzer et al (1999), são algoritmos de fato elementares, rápidos e robustos. (MARTIGNON, 2001, p. 384, tradução nossa).

Algoritmos cognitivos é o nome estabelecido por Gigerenzer (1996) em seu estudo realizado sobre os padrões de modelos estatísticos para julgamentos e tomadas de decisões médicas. O estudo destaca a aplicabilidade e a viabilidade desse recurso frente a fatores imprescindíveis tais como o tempo limitado para sua realização, o conhecimento disponível e o poder computacional.

¹³ Algoritmo utilizado para determinar a menor rota de transporte rodoviário entre diversos pontos.

Outra área de intensa aplicação de algoritmos é a Pesquisa Operacional¹⁴. Dentre os algoritmos utilizados na pesquisa operacional, o mais conhecido é o já citado Algoritmo de Dijkstra, utilizado para determinar o menor caminho entre diversos caminhos disponíveis, onde não haja distâncias negativas. No que se refere às distâncias negativas, ou seja, à volta por um mesmo caminho já percorrido, utiliza-se o Algoritmo de Bellman-Ford.

A pesquisa operacional pode ser utilizada em um sem-número de aplicações, haja vista que ela busca a otimização de tarefas. É no campo mercadológico e no campo industrial que se encontra sua grande utilização em tarefas complexas, tais como: roteirização de veículos, problemas de empacotamento em caminhões de carga, logística, planejamento de produção, montagem de grades de horários, montagem de escala de pessoal, entre outros.

Uma interessante aplicação da Pesquisa Operacional na área de Alimentação e Saúde foi realizada para determinar uma dieta alimentar a seres humanos tendo como objetivo uma dieta balanceada, possível de ser realizada e de ser financeiramente adquirida pelo usuário. O problema que originou toda essa busca foi apresentado por George Stigler, em 1945, e consistia em determinar uma dieta que suprisse as necessidades mínimas de nutrientes recomendadas pelo Conselho Nacional de Pesquisa Norte-Americano e que tivesse o menor custo possível (NAMEN; BORNSTEIN, 2004).

Desse modo, conforme diz Landa (1972), pode-se exemplificar a diversidade da aplicação de algoritmos por meio da apresentação de um algoritmo aplicado à Língua Portuguesa para determinar o gênero de uma oração simples.

Pelo exposto acima, fica configurada a importância e a abrangência do algoritmo entre as mais diversas áreas de conhecimento. Assim, justifica-se a relevância de pesquisas sobre o ensino, a aprendizagem, o desenvolvimento e a aplicação do Algoritmo e do pensamento algorítmico.

¹⁴ “A Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas ditos reais. Tendo como foco a tomada de decisões, aplica conceitos e métodos de várias áreas científicas na concepção, planejamento ou operação de sistemas. A Pesquisa Operacional é usada para avaliar linhas de ação alternativas e encontrar as soluções que melhor servem aos objetivos dos indivíduos ou organizações. A Pesquisa Operacional surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, da necessidade de lidar com problemas de natureza logística, tática e de estratégia militar de grande dimensão e complexidade. [...]. Desenvolveram então a ideia de criar modelos matemáticos, apoiados em dados e fatos, que lhes permitissem perceber os problemas em estudo e simular e avaliar o resultado hipotético de estratégias ou decisões alternativas. [...] Face ao seu caráter multidisciplinar, a Pesquisa Operacional é uma disciplina científica de características horizontais com suas contribuições estendendo-se por praticamente todos os domínios da atividade humana, da Engenharia à Medicina, passando pela Economia e a Gestão Empresarial” (Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional – SOBRAPO, 2011).

Essa relevância é ainda mais ressaltada e respaldada pelo desenvolvimento de uma nova ciência responsável pelo estudo do Algoritmo:

A algorítmica é hoje uma ciência de primeira necessidade. Não podemos deixar ao acaso o desenvolvimento de habilidades que já são claramente um fator de diferenciação cultural entre classes sociais, entre sociedades e que pode significar a diferença entre uma sociedade desenvolvida e uma comparável a uma sociedade da pedra lascada dos tempos modernos. (JURKIEWICZ, 2005, p. 3).

A seguir, tratar-se-á da formalização do algoritmo, ou seja, como um algoritmo pode ser apresentado além de uma abstração pela mente humana.

1.2 MODOS DE REPRESENTAÇÃO DO ALGORITMO

Os modos de representação de um algoritmo dizem respeito à maneira como ele será descrito ou representado por aquele que o formula e para aquele que o interpretará. Um dos objetivos para se representar graficamente um algoritmo é fazer com que o aluno possa visualizar o movimento de construção e o de execução de uma solução algorítmica. As representações aqui expostas, Portugol, Diagrama de Chapin e Fluxograma, surgiram no caminho lógico-histórico do processo de ensino e aprendizagem de algoritmos. Nesse caminho, a representação de um algoritmo vem integrada à compreensão do Algoritmo, em uma relação de coexistência de tal modo que à medida que se avança na compreensão, também, se avança na representação e vice-versa. Este mesmo movimento, de forma análoga, ocorre no aprendizado particular do aluno, não tendo uma das duas como único ponto obrigatório de partida. Em outras palavras, o aluno pode iniciar seu processo particular de aprendizagem de Algoritmo pela representação e a partir daí aumentar sua compreensão, ou o mesmo processo pode se dar no caminho oposto. Vejamos então o movimento lógico-histórico da representação de um Algoritmo.

Mesmo sendo um conceito de origem antiga, é em 1930 que surge a primeira definição geral de grande aceitação na área. O protótipo clássico de algoritmo é a Máquina de Turing. Essa máquina conceitual foi definida por Alan Turing para enfrentar o *Entscheidungsproblem*, ou Problema de Decisão, representado pelo matemático alemão David Hilbert, em 1900, no Congresso Internacional de Matemáticos, em Paris. Segundo Martignon (2004, p. 383),

O sonho de Hilbert era provar que o complexo da Matemática é um conjunto coerente de proposições derivadas a partir de um conjunto finito de axiomas, a partir do qual a verdade de qualquer proposição bem formulada pode ser estabelecida por uma bem definida sequência finita de passos.

A Máquina de Turing é uma máquina abstrata, que tem por finalidade investigar a extensão e os limites daquilo que pode ser computado. Para um problema ser computável, ele deve ser representado por uma sequência de instruções possível de ser realizada por uma máquina, o algoritmo, conforme explica Barker-Plummer (2011, p. 1). Por ser o algoritmo finito, existem problemas que não podem ser solucionados por meio da computação, ou seja, os problemas não computáveis. Desse modo, tem-se a questão da computabilidade de um problema, isto é, a capacidade ou não de solução do problema via computador. Griffor (1999, p. 5) define a computabilidade da seguinte forma: “uma função é ‘computável’ (também chamada de ‘efetivamente calculável’ ou simplesmente ‘calculável’) se ela pode ser calculada por um número finito de procedimentos mecânicos”. A computabilidade de um problema é uma das questões fundamentais da Filosofia da Ciência da Computação.

Dessa forma, a Máquina de Turing tornou-se a formalização universalmente aceita do conceito de algoritmo. Conforme Filho (2007, p. 80), “Em termos computacionais pode-se dizer que as Máquinas de Turing são um modelo exato e formal da noção intuitiva de algoritmo: nada pode ser considerado um algoritmo se não puder ser manipulado por uma Máquina de Turing. Mesmo assim continua a ser uma formalização abstrata do algoritmo, o que por muitas vezes, a torna de difícil compreensão para iniciantes na área da Ciência da Computação.

Como exposto anteriormente, o algoritmo foi primeiramente utilizado na Matemática quase como uma receita que continha as instruções para a realização de operações aritméticas. Entretanto, ao se voltar para a área da Computação, o algoritmo passa a ser tratado como uma técnica a ser utilizada para solucionar um problema específico, podendo ser ou não, envolver ou não, uma ou mais operações aritméticas. Problemas que permeiam o cotidiano dos alunos, tal qual o de calcular a média final e verificar se está aprovado ou reprovado, ou então, rotinas localizadas no seu local de trabalho como totalizar as vendas ao final do dia. Não há aqui receitas prontas e singulares para solucionar os problemas apresentados ao aluno. Isso porque as soluções desses problemas não são únicas e podem variar de aluno para aluno.

Para se criar um algoritmo é necessário que o aluno consiga, primeiramente, compreender o problema que lhe foi apresentado e, em seguida, criar abstrações (conceitos, ideias) mentais do que poderá vir a ser uma das soluções possíveis para esse problema, e só então deve começar a construí-lo.

Entretanto, é nesse momento de criação das abstrações que os alunos apresentam grandes níveis de dificuldades em conceber o algoritmo (SILVA *et. al.*, 2009; MACHADO e RAABE, 2008, p. 1; FALCKEMBACH e ARAÚJO, 2006, p. 1).

Dessa maneira, além da Máquina de Turing, são expostas neste capítulo as formas de representação de um algoritmo, que são: linguagem natural, pseudocódigo, fluxograma e diagrama de Chapin. Com o objetivo de proporcionar uma compreensão clara e direta sobre a questão dos algoritmos, será apresentada a resolução de um mesmo problema em todas as formas de representação citadas anteriormente.

O enunciado do problema tomado como exemplo é o seguinte: elabore um algoritmo que realize a adição de dois números inteiros quaisquer e apresente o resultado dessa operação matemática.

Vejamos o primeiro modo de representação de um algoritmo: a linguagem natural.

A linguagem natural é aquela criada e utilizada em uma sociedade, dentro de um processo histórico, para que os componentes desta sociedade se comuniquem entre si. Em nosso caso, a nossa linguagem natural é a língua portuguesa.

Quando se trata da utilização da linguagem natural, o aluno deve, primeiramente, determinar as etapas necessárias para a solução do problema. Em um estágio inicial de aprendizagem de Algoritmo, ele realiza este primeiro passo, geralmente, na forma manuscrita. Com a aquisição de conhecimentos sobre esta técnica, o aluno passa a fazê-lo de forma mental. Ao se transcrever os passos para realizar essa operação, têm-se, no mínimo, as seguintes fases bem definidas:

- a) Ler e memorizar o primeiro número (Ex.: valor 8);
- b) Ler e memorizar o segundo número (Ex.: valor 10);
- c) Realizar a adição (Ex.: $10 + 8$);
- d) Escrever o resultado da adição (Ex.: 18).

Poder-se-ia ter, ainda, em linguagem natural, uma solução ainda mais reduzida e espontânea dessa operação fornecida por alguém com o domínio da operação de adição. Um adulto, por exemplo, quase que por “instinto” cita a seguinte solução: ler dois números, somar e dar o resultado, ou ainda mais resumidamente, fornecer apenas o valor final – 18 (dezoito).

Assim, quanto maior é a compreensão do aluno sobre uma determinada operação ou problema, mais reduzida e objetiva tende a ser sua resposta. Cabe ressaltar que fornecer o valor final da operação não consiste em um algoritmo, pois um algoritmo deve ser descrito passo a passo e ele não fornece o resultado da operação, apenas apresenta os passos a serem realizados para se chegar a tal.

O pseudocódigo é a “tradução” da linguagem natural para uma linguagem de comandos e símbolos pré-definidos e restritos. Essa linguagem é comumente denominada de Portugol¹⁵.

O Portugol ou Português estruturado, por assim dizer, é uma linguagem para o ensino de algoritmo. Difere da Língua Portuguesa, principalmente, pela quantidade reduzida de termos, seus significados e suas funções. O seu grau de rigidez sintática está entre a flexibilidade da linguagem natural e a alta rigidez da linguagem de programação. No quadro 1, estão os termos mais utilizados no Português estruturado e seus respectivos significados, segundo Campos e Ascêncio (2003).

Quadro 1 – Lista de termos e significados utilizados no Portugol

Termo	Significado/função
Algoritmo	Determina o início do algoritmo e a sua frente deve constar o nome do algoritmo
Declare	Comando utilizado para declaração de variáveis
Início	Determina o início dos comandos
Real	Tipo de dado numérico que aceita todos os valores positivos e negativos
Inteiro	Tipo de dado numérico, que só aceita valores inteiros positivos ou negativos
Lógico	Tipo de dados lógicos, sendo os valores possíveis: verdadeiro (.V.) e falso (.F.)
Leia	Comando para capturar uma entrada de dados
Escreva	Comando para realizar uma saída de dados
Se – então – senão	Estrutura condicional
Repita – até que	Estrutura de repetição
Enquanto – faça	Estrutura de repetição
Para – faça	Estrutura de repetição
FimAlgoritmo	Determina o final do algoritmo

Fonte: Livro *Fundamentos da Programação de Computadores* – Campos e Ascêncio, 2003.

Os termos acima são palavras reservadas; isso implica dizer que não se pode utilizá-las para outro fim além daquele especificado no momento de sua criação. Para distingui-las dentro do algoritmo, por convenção, devem-se sublinhar as palavras reservadas. Os termos Algoritmo, Início e FimAlgoritmo, por determinarem o início do algoritmo, o início do corpo do algoritmo e o fim do algoritmo, respectivamente, são utilizados somente uma vez em cada algoritmo.

Utilizando o pseudocódigo para a formalização do mesmo problema (a soma de dois números), uma das possíveis soluções seria assim representada:

¹⁵ De acordo com Campos e Ascêncio (2003, p. 4), “o pseudocódigo ou portugol consiste em analisar o enunciado do problema e escrever, por meio de regras predefinidas, os passos a serem seguidos para a resolução do problema”.

Algoritmo Soma2;

Declare num1, num2, soma : real;

Início

Escreva (“Dê o primeiro número”);

Leia (num1);

Escreva (“Dê o segundo número”);

Leia (num2);

Soma \leftarrow num1 + num2;

Escreva (“O resultado da soma é”, soma):

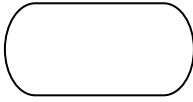
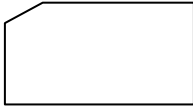
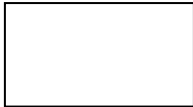

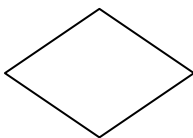
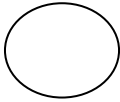

FimAlgoritmo.

Um algoritmo é dito correto se, para cada instância de entrada, ou seja, para cada conjunto de dados fornecidos pelo usuário, ele se encerra com a saída correta, ou seja, fornecendo os valores de entrada, num1 e num2, tem-se o valor correto da soma como saída.

A primeira forma não descritiva de representação de um algoritmo é o fluxograma. Os fluxogramas representam os algoritmos de forma gráfica. São formados de caixas que contêm as instruções a serem executadas. Tais caixas são ligadas por setas que indicam o fluxo das ações. (MEDINA e FERTIG, 2005, p. 21). Segundo o Dicionário Aurélio (2010), a definição de fluxograma é: “representação gráfica, por meio de símbolos geométricos, da solução algorítmica de um problema”.

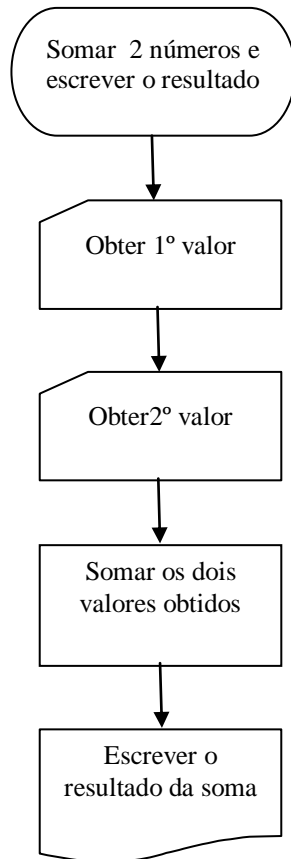
Como dito, o fluxograma faz uso de figuras geométricas para representar um algoritmo. Cada uma das figuras possui uma função determinada. Abaixo, estão expostas as principais figuras e suas funções.

Quadro 2 – Figuras de fluxograma e sua função

Figura	Função
	Início e término do fluxograma
	Entrada de dados
	Atribuição de valores ou retorno de subprograma
	Saída de dados
	Estrutura de decisão
	Conector
	Subprograma externo

Fonte: Livro *Fundamentos da Programação de Computadores* – Campos e Ascêncio, 2003.

Conforme Sengupta (2009), as ferramentas visuais ajudam a construir a estrutura esquelética dos aplicativos, mas não ajudam com a fase final da tradução da linguagem natural para uma linguagem lógica (algoritmo) e depois para uma linguagem de programação. Os *designers* de aplicativos usam métodos de *design* de lógica, como fluxogramas, para capturar a estrutura do programa, incluindo *loops*, decisões, procedimentos e ramos. Mas um fluxograma para um programa simples pode tornar-se extremamente complexo. O fluxograma do problema antes proposto ficará da seguinte forma:



Fonte: Eliézer M. Faria.

O fluxograma auxilia na visualização da solução, pois permite a percepção dos passos intermediários e da linha de execução do algoritmo (FALCKEMBACH e ARAÚJO, 2006, p. 4). Porém, para Nassi e Shneiderman (1973, p. 4), o fluxograma possuía aspectos que o tornava simples demais para modelar técnicas atuais de programação. Como exemplo dessas técnicas, os autores citam a estrutura de iteração, ou seja, uma estrutura que repete comandos até que uma condição determinada pelo programador seja satisfeita.

Assim, eles propuseram uma linguagem de fluxograma cuja estrutura de controle seja a mais próxima possível das linguagens de programação. Resulta daí o Diagrama de Nassi-Shneiderman, também conhecido como Diagrama N-S, Estrutograma ou Diagrama de Chapin. Os principais símbolos utilizados nesse diagrama, definidos por Nassi e Shneiderman são: o processo, a decisão e a iteração.

O processo é a representação de uma ação a ser realizada ou então o movimento para um próximo processo. Ele é graficamente representado por um retângulo com a ação a ser executada escrita em seu interior.

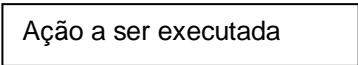
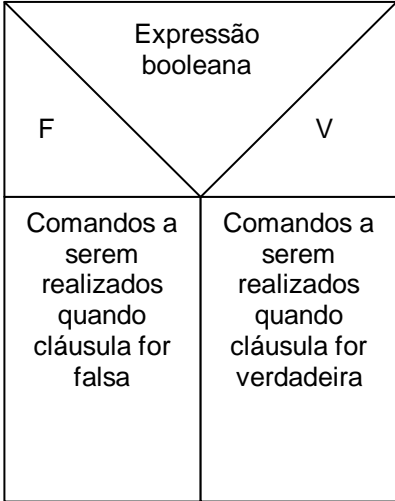
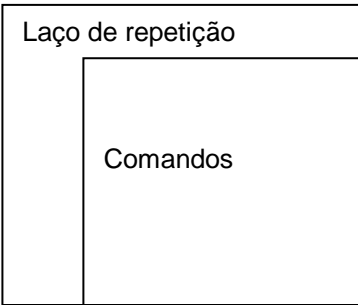
A decisão é a estrutura utilizada para representar a estrutura condicional Se-Então-Senão já exposta quando se tratou do pseudocódigo. Nessa estrutura, o triângulo contém a

expressão booleana¹⁶ e os retângulos possuem os possíveis valores para um resultado Verdadeiro ou Falso dessa expressão.

A iteração representa as estruturas de repetição já apresentadas no pseudocódigo. No corpo da iteração vão os comandos que devem ser executados.

No quadro 3, temos as representações gráficas dos símbolos utilizados no Diagrama de Chapin.

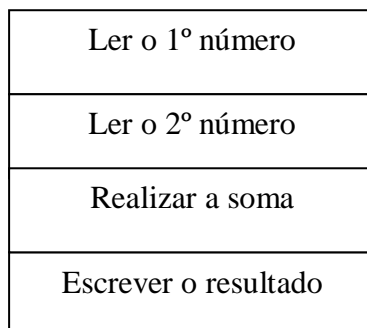
Quadro 3 – Elementos gráficos do Diagrama de Chapin

Figura	Nome
	Processo
	Decisão
	Iteração

Fonte: Nassi e Shneiderman, 1973, pp. 16 -17.

¹⁶ Expressão booleana é uma expressão que tem como resultado somente valores booleanos, verdadeiro ou falso. Expressões booleanas complexas podem ser formadas com a utilização dos operadores booleanos: E, OU, NÃO, OU Exclusivo.

A representação do algoritmo para somar dois valores, com o Diagrama de Nassi-Shneiderman, fica da seguinte forma:



Apesar de serem recursos que podem auxiliar na compreensão por parte do aluno, através da representação gráfica do algoritmo, o fluxograma e o Diagrama de Nassi-Shneiderman costumam ser ignorados em sala de aula devido à necessidade e tempo gasto para desenhá-los. Na busca de eliminar esse trabalho manual, vários softwares estão disponíveis para a criação eletrônica desses recursos, tais como o Microsoft Visio, da Microsoft Corporation¹⁷, e o SmartDraw, da SmartDraw Software¹⁸, dentre outros.

Pelo exposto nesta seção, há diversas formas e ferramentas auxiliares para se representar um algoritmo. É certo que para cada aluno, uma ou mais destas formas poderá trazer maior segurança e facilidade para compreensão do conteúdo, assim como nenhuma delas poderá contribuir nesses pontos. Portanto, seria de grande valia que o professor estivesse em condições de utilizar as diversas formas de representação acima apresentadas. A partir daí cabe ao discente explorar e utilizar aquelas que forem mais adequadas aos seus objetivos e estilo de aprendizagem. Obtendo esta identificação, o aluno estará mais receptivo à aprendizagem de Algoritmo, e será mais fácil convencê-lo da importância de se aprender esse conteúdo.

As Formas de representação de um conteúdo sofrem modificações no decorrer do tempo histórico e do contexto no qual estão inseridas. Assim, a forma de representação do algoritmo sofreu diversas modificações. Entretanto, essas modificações não são autoexcludentes, ao contrário, elas podem se complementar no sentido de permitir que o aluno possa optar por uma ou outra, considerando o contexto, as demandas e os motivos que conduzem o mesmo a tais representações.

¹⁷ Microsoft Corporation – <http://www.microsoft.com>

¹⁸ SmartDraw Software – <http://www.smartdraw.com>

O uso de símbolos gráficos para representação de um algoritmo reporta diretamente à relação entre signos e significados. A utilização de signos pode facilitar a compreensão e apreensão do significado de um determinado objeto, uma vez que eles medeiam a comunicação entre objeto de conhecimento e o sujeito, proporcionando-lhes uma espécie de materialização do algoritmo e de seu funcionamento. Aprender as diversas formas de representação de um algoritmo pode impulsionar o desenvolvimento cognitivo do aluno visto que, ao se apropriar de uma forma de representação pode facilitar sua compreensão sobre Algoritmo e assim possibilitar a criação de novas relações com conteúdos de outras disciplinas ou áreas de conhecimento.

CAPÍTULO 2. ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMO

O capítulo se inicia com uma revisão de literatura sobre as dificuldades de aprendizagem em Algoritmo. A referida revisão conseguiu fornecer o quadro dessas dificuldades, indicando que as mesmas são apresentadas em diversos países, níveis e modalidades de ensino. Porém, a perspectiva adotada na maioria das pesquisas analisadas, ou prescinde de uma referência pedagógica ou se baseiam em paradigmas de educação fundamentados em um modelo tradicional do processo de ensino e aprendizagem. Logo, o elenco de dificuldades que emergiram da revisão de literatura se baseia numa visão da aprendizagem enquanto atividade eminentemente individual, pragmática e instrumental.

Em seguida é descrito um exercício empírico que foi desenvolvido com vistas à atualização, complementação e contextualização dos dados emergentes da revisão de literatura. Para tanto foi realizada uma pesquisa empírica, por meio do levantamento de dados empíricos sobre o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo no curso de Tecnologia em Geoprocessamento do IFG.

Sendo assim, neste capítulo são apresentados estes dois momentos do percurso teórico-metodológico percorrido antes do aprofundamento teórico que se constitui na meta desta pesquisa.

2.1 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DE ALGORITMO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Geralmente, ao se tratar de Lógica de Programação ou Programação de Computadores¹⁹ nos diversos cursos em que essa técnica está presente na organização curricular, o Algoritmo é o primeiro conteúdo ensinado. O propósito é introduzir o aluno na área da Programação de Computadores. O objetivo desse conteúdo é capacitar o aluno a desenvolver e analisar soluções de problemas bem definidos nos moldes do “pensamento” do computador, ou seja, de forma lógica, ordenada e finita e numa restrita linguagem de comandos e símbolos. Von Dohn (1999, p. 9) afirma:

¹⁹ Lógica de Programação ou Programação de Computadores consiste em uma técnica para encadear ações para se atingir um determinado objetivo. Em geral, essa técnica se apresenta como uma disciplina em cursos de Engenharia, Ciência da Computação, Sistemas de Informação, dentre outros.

Vamos nos referir a esta forma de pensamento como “pensamento algorítmico”. Este é um método de solução de problemas que define um plano detalhado listando um número finito de passos para a solução de um problema. (tradução nossa).

Em outras palavras, na área da Computação, as expressões “ensinar Lógica de programação”, “ensinar Algoritmo” e “ensinar a programar” são utilizadas de forma equivalente.

Conforme a última versão do currículo de Referência²⁰ da Sociedade Brasileira de Computação, ano 2003, para cursos de Graduação em Computação e Informática, disciplinas como Projeto e Análise de Algoritmos, Estruturas de Dados e Técnicas de Programação compõem o núcleo de Fundamentos da Computação. Esse núcleo compreende as disciplinas que envolvem a parte científica e as técnicas fundamentais para a formação básica dos egressos dos diversos cursos de computação. Isso revela a importância atribuída ao Algoritmo para cursos da área da Ciência da Computação²¹.

Através da experiência na área da Ciência da Computação e na área profissional de Geomática, como professor da disciplina que contempla o conteúdo de Algoritmo, verifiquei que grupos de alunos dos cursos de ambas as áreas não atingiram os objetivos propostos nessa disciplina. Na área da Ciência da Computação, esse problema é evidenciado por diversos autores, tais como: Caspersen (2007); Silva *et. al.* (2009); Xavier *et. al.* (2004); Alexandrini *et. al.* (2010) e Júnior (2007). E o que dizer do problema da aprendizagem de Algoritmo no curso superior tecnológico em Geoprocessamento?

Foi realizado, via Internet e pesquisa em acervo bibliográfico, um levantamento sobre o estado da produção acadêmica sobre a aprendizagem de Algoritmo. O intervalo temporal dessa pesquisa se deu, principalmente, entre os anos de 2004 e 2011²². Nas pesquisas via Internet, as palavras-chaves utilizadas, combinadas ou individualmente, foram: Geoprocessamento, Linguagem de Programação, Algoritmo, Lógica de Programação, Algoritmos Estruturados, Computação, Aprendizagem, Ensino, *Learning Algorithmic*, *Approach Algorithmic*, *Algorithmic thinking*.

Foram percorridos: o Banco de Teses da CAPES, os artigos e as publicações da Sociedade Brasileira de Computação, em bibliotecas (on-line) de Faculdades que oferecem

²⁰ Disponível em:

<http://sbc.org.br/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=195&task=view.download&catid=36&cid=185>. Acesso em: 15 ago. 2012.

²¹ Tal conteúdo também é referenciado em outros cursos da área das Ciências Exatas nos quais é necessário o conhecimento sobre técnicas de programação de computadores.

²² O principal momento da revisão da literatura se deu no ano de 2011, desta forma estabeleci um período anterior de até 07 anos, sem excluir estudos de anos anteriores desde que se mostrassem possíveis de contribuição, pertinência com o assunto e validade para a situação atual da aprendizagem de Algoritmo.

cursos de Agrimensura ou de Geoprocessamento (Sensoriamento Remoto) na Área profissional de Geomática, tal como a Universidade Federal de Lavras e o Instituto Federal da Paraíba, as bibliotecas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás e da Universidade Federal de Goiás e o banco de teses da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus Rio Claro. Em nível internacional foram consultados: o *Special Interest Group on Computer Science Education – SIGCSE*²³, da *Association for Computer Machinery (ACM)*, *The Journal Computers & Education*²⁴, *The Journal of The American Society for Information Science and Technology*²⁵, *International Journal of Human-Computer Studies*²⁶, *Journal of Algorithms*²⁷, *Algorithmica*²⁸, dentre outros.

Dessa busca obteve-se o seguinte resultado: 01 tese de PhD, 1.907 teses de Doutorado, 6.844 dissertações de Mestrado e 530 artigos acadêmicos. Desse total foram retidos: 01 tese de PhD, 04 teses de Doutorado, 07 dissertações de Mestrado e 254 artigos acadêmicos. Todos tratam da aprendizagem de algoritmos em cursos diversos, mas nenhum aborda a aprendizagem desse conteúdo no curso Tecnológico em Geoprocessamento.

Estes trabalhos abordam aspectos diversos sobre o ensino e a aprendizagem de Algoritmo, tais como: os recursos didáticos utilizados, o uso de jogos para ensinar programação, levantamento das concepções sobre aprendizagem por parte dos estudantes, a viabilidade ou não de ensinar Algoritmo para crianças e adolescentes, os procedimentos metodológicos e estratégias pedagógicas adotadas pelos professores, as dificuldades que os docentes apontam em suas práticas, mas destacam-se os estudos que discutem as dificuldades tanto para o ensino quanto para a aprendizagem desse conteúdo.

No que diz respeito ao ponto de vista dos professores, os estudos analisados enunciam diversas causas para o baixo nível de aprendizagem dos alunos.

Santos e Costa (2006) revelam em seu artigo, mediante levantamento da literatura sobre metodologias e ambientes de ensino de Algoritmo, que os docentes apontaram como suas deficiências profissionais os seguintes itens: a incapacidade de reconhecer habilidades inatas do aluno e assim serem capazes de traçar estratégias pedagógicas no sentido de melhorar o desempenho do aluno; a ineficiência em apresentar técnicas diferenciadas para solucionar os problemas sugeridos; e o fracasso em promover o espírito de cooperação e colaboração entre alunos.

²³ Disponível em: <<http://www.sigcse.org/>>.

²⁴ Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>>.

²⁵ Disponível em: <<http://www.asis.org/>>.

²⁶ Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/1071581>>.

²⁷ Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/01966774>>.

²⁸ Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/0178-4617/?MUD=MP>>.

Tais deficiências podem ser atribuídas, em parte, à falta de formação pedagógica dos professores da área de Computação. Tal lacuna pode causar comportamentos que são replicados em sua prática como professores. Isso pode dificultar um olhar mais humanista e menos instrumental do professor sobre seu aluno (LINDEMANN *et. al.*, 2008, p. 2).

Segundo Jesus e Brito (2009, p. 5), habilidades essenciais como a interpretação e compreensão de texto, a resolução de problemas e a formalização da solução pronta estão sendo negligenciadas pelos professores que enfatizam a construção de algoritmos. Eles indicam que esses professores precisam repensar suas atitudes e convicções, levando em consideração que há diferentes raciocínios e interpretações de um problema por parte dos alunos. Assim, sugerem aos professores que incentivem seus alunos a criarem suas próprias soluções e considerem as habilidades supracitadas como sendo de caráter essencial para a aprendizagem do aluno.

Sobre a metodologia utilizada para apresentar o conteúdo de Algoritmo, Rocha (2006, p. 35) diz “que a mesma é na forma expositiva com concentração na solução de problemas, onde o professor apresenta exemplos e propõe exercícios para a turma, o que desmotiva o aluno por não ser clara”. Em concordância com essa afirmação e complementando-a, Rapkiewicz e Pereira (2004, p.2), citando Borges (2000), dizem que a metodologia tradicional²⁹ não motiva os alunos porque ela não é clara ao dizer para que serve seu conteúdo e qual sua aplicação.

Em uma análise dos problemas no ensino de Algoritmo sob a ótica da Taxionomia de Bloom³⁰, Neto e Cechinel (2006) concluíram que, pela falta de conhecimento por parte dos docentes a respeito dessa taxionomia, o planejamento e a execução das aulas a serem ministradas ou não tinham objetivos de aprendizagem bem especificados ou quando existiam não eram bem dimensionados ou eram distribuídos de forma incorreta.

²⁹ A metodologia tradicional é aquela que determina o seguinte caminho para se ministrar um conteúdo: a) apresentação da teoria; b) demonstração de exemplos práticos prontos; c) proposição de exercícios práticos baseados nos exemplos anteriores; e d) proposição de novos exercícios com maior grau de complexidade (PEREIRA; RAPKIEWICZ, 2004, p.2).

³⁰ Benjamin S. Bloom liderou a equipe responsável pela criação da taxonomia (ciência de classificar) de Bloom, ou taxonomia de objetivos educacionais que é uma organização dos objetivos educacionais de forma hierárquica que determina três grandes domínios de aprendizagem: o afetivo, o cognitivo e o psicomotor. Em cada um desses níveis estão as habilidades que o educando deve desenvolver em seu processo de aprendizagem. (BLOOM, B. S. *et. al.*, *Taxonomy of educational objectives*, New York: David Mckay, 1956. 262 p. (v. 1)).

Analisando tal fato à luz da taxionomia desenvolvida por Bloom *et. al.* (1976), verifica-se que o professor, neste caso, espera que o aluno atinja o nível de compreensão (segunda categoria) sem antes ter adquirido o conhecimento (primeira categoria) sobre o assunto. [...] É evidente que o raciocínio lógico para resolver o problema é o aspecto mais importante e complexo de desenvolver no aluno, porém a simples ignorância dos aspectos sintáticos básicos dificulta a aprendizagem e desmotiva os alunos. Por isto, antes de cobrar que um aluno compreenda um conceito qualquer, o professor deve ter certeza que o aluno já conhece todos os conceitos básicos necessários (neste caso, a sintaxe da declaração dos parâmetros formais e atuais). (NETO e CECHINEL, 2006, p. 250).

De acordo com Caspersen (2007), em conjunto com a preocupação sobre a metodologia, a *Association for Computing Machinery*³¹ (ACM) e o *Institute of Eletrical and Electronics Engineers*³² (IEEE) expressaram seu ponto de vista sobre a caracterização do estado dos cursos de programação em seu Currículo da Computação, no ano de 2001:

Os cursos de programação geralmente se concentram sobre a sintaxe e as características específicas de uma linguagem de programação, levando os alunos a se concentrar nesses detalhes relativamente sem importância, em vez das habilidades algorítmicas subjacentes. Este foco nos detalhes significa que muitos alunos não compreendem o modelo algorítmico essencial que transcende linguagens de programação particulares. Além disso, concentrando-se nos detalhes mecanicistas de construções de programas muitas vezes deixa para os alunos descobrirem o caráter essencial da programação através de um processo *ad hoc* de tentativa e erro. Assim, em tais cursos, há o risco de deixar os estudantes, que estão no início de suas carreiras acadêmicas, se auto-guiarem em relação à atividade complexa de programação. (CASPERSEN, 2007, p. 68, tradução nossa).

Como orientação para o ensino de Algoritmo, Curcio e Schwartz (1998, p.1) sugerem que se devem construir entendimentos sobre o problema estudado, considerando o uso do algoritmo e a sua lógica, além de contextualizar a sua aplicação. Sob o ponto de vista dos discentes, diversas dificuldades de aprendizagem foram detectadas. Essas dificuldades muitas vezes levam até mesmo à desistência do curso pelos alunos.

Jesus e Brito (2009, p. 6) destacam duas características dos alunos que apresentam dificuldades para a aprendizagem de algoritmo: a falta de perfil para a solução de problemas e uma base operatório-formal fraca. A dificuldade no desenvolvimento do raciocínio lógico (SILVA *et. al.*, 2009; p. 2; SOUTO e DUDUCHI, 2009, p. 2; FALCKEMBACH *et. al.*, 2006, p. 1) é apontada como entrave para a construção do algoritmo pelos alunos. Essa dificuldade é ocasionada pela deficiência no raciocínio operatório-formal, que é sua base, e pelo costume, por parte dos alunos, de decorarem o conteúdo estudado ao invés de compreendê-lo.

A dificuldade em formar abstrações é tida como uma dos principais entraves na disciplina de Algoritmo (SILVA *et. al.*, 2009, p. 2; MACHADO e RAABE, 2008, p. 1;

³¹ ACM – <http://www.acm.org>

³² IEEE – <http://www.ieee.org>

FALCKEMBACH *et. al.*, 2006, p.1). Abstrair³³, segundo o dicionário Aurélio Eletrônico, é a capacidade de considerar cada um dos objetos separadamente, não levar em conta, afastar-se, excluir. No campo da programação de computadores, a abstração é utilizada na definição de padrões, na generalização e na parametrização de valores e limites. É, também, utilizada para se capturar propriedades comuns e essenciais de um conjunto de objetos de mesma natureza desprezando aquelas que sejam irrelevantes aos mesmos. Em áreas como a Arte e a Música, a abstração é muito utilizada. Por exemplo, quando se vê um retrato de um animal pintado somente com traços e linhas, sem detalhes específicos como a cor dos olhos, o tipo de cabelo, etc., e mesmo assim se reconhece o animal, isso é uma abstração.

Mas por que a abstração é importante na computação?

Wing (2011, p.21) escreve:

O processo de pensamento mais importante e de alto nível no pensamento computacional é o processo de abstração. Abstração é usada para definir padrões, generalizar a partir de casos específicos e parametrizar. Ela é usada para permitir que um objeto seja padrão para muitos. Ela é usada para capturar propriedades essenciais comuns a um conjunto de objetos, enquanto esconde irrelevantes distinções entre eles. [...]. Projetar algoritmos eficientes inerentemente envolve a concepção de tipos de dados abstratos.

Kramer (2007, p. 39) alega que o próprio *software* já é uma abstração e que ela mesma se torna um importante pré-requisito na computação quando se percebe que programar é construir, manipular e raciocinar sobre abstrações. Tal afirmação é reforçada quando esse autor afirma que apesar de não haver nenhum curso específico sobre a abstração, ela é indiretamente ensinada em todos os sessenta módulos oferecidos no curso de Engenharia da Computação da Imperial College³⁴.

Outra dificuldade de aprendizagem levantada foi o baixo nível de compreensão de enunciados do algoritmo. Essa dificuldade tem sua origem no baixo rendimento na disciplina Língua Portuguesa no Ensino Médio (PIMENTEL, 2003, p. 534).

A etapa de compreensão do enunciado é anterior à construção do algoritmo e por isso é fundamental, pois toda a parte de criação depende da interpretação dada pelo aluno. Assim, não basta que o aluno tenha o conhecimento da sintática e da semântica dos comandos e estruturas de um algoritmo para que seja capaz de escrevê-lo. Ele deve antes compreender e propor uma ou mais soluções para o problema apresentado, explica Jesus e Brito (2009, p. 7).

³³ O conceito de abstração, na perspectiva da THC, será abordado no próximo capítulo.

³⁴ Imperial College of Science, Technology and Medicine, com campus principal em Londres – Inglaterra. <<http://www3.imperial.ac.uk>>.

A respeito da importância da compreensão dos enunciados, Silva e Buriasco (2005, p. 509) afirmam:

Para que seja possível resolver problemas corretamente, uma condição fundamental é que se compreenda o seu enunciado como um todo, para que assim se possa escolher uma estratégia adequada. A estratégia de utilização de “palavras-chave” para resolver problemas acaba se tornando um obstáculo, pois na maioria das vezes aprendemos um “macete” porque alguém nos ensinou e não por se tratar de um processo de elaboração pessoal.

Os enunciados dos algoritmos, quase sempre, remetem a uma atividade da vida cotidiana; por exemplo: o cálculo do resultado das vendas do produto X, uma rotina de cadastramento de produtos, o cálculo da área de uma figura geométrica, a leitura de nomes de clientes etc. Assim, Mattos (2001, p. 2) acredita que a falta de experiência em práticas comerciais e industriais também é um fator que prejudica o aluno na construção de soluções algorítmicas para tais problemas. Uma dificuldade de aprendizagem pode ser coletiva ou individual e pode haver uma ou mais dificuldades prejudicando o desenvolvimento de um aluno.

No quadro 4, estão categorizadas as causas encontradas para o baixo rendimento na aprendizagem de Algoritmo.

Quadro 4 - Causas do baixo rendimento dos alunos na aprendizagem de Algoritmos

Causas relacionadas diretamente ao docente	Causas relacionadas diretamente ao discente
<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidade de reconhecimento de habilidades dos alunos impedindo traçar estratégias pedagógicas apropriadas; • Falta de criatividade do docente para apresentar novas técnicas de solução de algoritmos; • Inabilidade em promover a cooperação e colaboração entre os alunos; • Formação pedagógica deficitária; • Visão instrumental sobre o ensino; • Uso de metodologia inadequada, gerando a desmotivação para aprendizagem de Algoritmo; • Planejamento e execução das aulas sem objetivos preestabelecidos ou mal dimensionados; • Ensino conjunto de algoritmo e linguagem de programação; • Ensino focado em determinada linguagem de programação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiência no raciocínio operatório-formal, que é a base para o raciocínio lógico; • Hábito de decorar ao invés de compreender o conteúdo; • Dificuldade de formar abstrações; • Baixa capacidade de interpretação e compreensão de enunciados dos algoritmos e de textos em geral; • Falta de experiência com práticas comerciais e industriais; • Baixo nível de conhecimento em Matemática; • Ineficiência em armazenar e classificar mentalmente o conteúdo estudado.

Fonte: Eliézer Marques Faria, a partir da revisão de literatura.

Mas, frente ao exposto, quais são os fatores que podem contribuir para o êxito da aprendizagem de algoritmos? Em seu estudo, Wiedenbeck (2005) defende, mediante citação de trabalhos pesquisados e da realização de seu experimento, que a experiência prévia em programação, a autoeficácia do aluno em resolver problemas e a organização do conhecimento são fatores de êxito no curso de programação. A experiência prévia em programação é posta, por ela, como o maior fator do êxito em programação. Por experiência prévia entende-se quando o aluno já tenha feito algum curso de programação de computadores ou aprendido de forma autônoma antes do ingresso no curso superior.

O autor acrescenta à experiência prévia, a autoeficácia do aluno na resolução de problemas. A autoeficácia não é o número de habilidades que um indivíduo possui, mas o que ele acredita ser capaz de realizar com as habilidades que tem, e essa capacidade pode ocorrer com diferentes níveis, conforme o domínio no qual o indivíduo está operando. Por exemplo, ele pode ser excelente programador em determinada linguagem de programação e ineficiente em outra linguagem.

A organização do pensamento condiz com a capacidade do aluno em armazenar e classificar mentalmente o conteúdo estudado. Aqueles que conseguem observar um código já escrito e armazenar desse código as partes mais importantes, dando-lhes um significado específico, provavelmente terão maior facilidade para recuperar e utilizar essa informação a seu favor. Não se trata somente de ter uma memória com grande capacidade de armazenamento, mas da capacidade de dar significado e classificar essa informação armazenada.

Analisando o desempenho em programação tendo em vista doze pontos – o conhecimento anterior em matemática, as atribuições dadas para o êxito/falha (sorte, esforço, dificuldade da tarefa e habilidade), a autoeficácia, o incentivo, o nível do conforto no curso, a preferência do estilo do trabalho, a experiência de programação precedente, a falta de experiência em programação e o gênero, Wilson e Shrock (2001) concluíram que o nível de conforto e o êxito no curso estão positivamente relacionados.

Assim, fica clara a importância de se ter um ambiente propício para que os estudantes tomem iniciativas quanto ao seu aprendizado em sala de aula e fora dela. Os autores mencionados antes concluíram, também, que há uma relação negativa entre o fator sorte e o êxito na disciplina. Isso implica que os professores devem se preocupar em mostrar e comprovar que esse fator nada tem a ver com o êxito ou a falha nas avaliações e na aprovação na disciplina.

Ainda na busca pelo entendimento dos motivos de desistência de alunos nos cursos da área de Computação, Kinnunen e Malmi (2006) os classificaram em cinco categorias: profissional (trabalho em dois turnos, necessidade de investimento na carreira), acadêmico (falta de confiança em seu potencial, falta de assistência docente), familiar, de saúde e pessoal, e concluíram que as dificuldades financeiras, em aliança com a baixa autoestima ou desempenho acadêmico, é a principal causa de desistência.

Frente à necessidade de reduzir a evasão e a reprovação nos cursos da área de Computação, ações pontuais para melhorar a organização do curso, o ensino e a aprendizagem costumam ser ineficazes quando tomadas de forma individualizada, pois a natureza das causas desses problemas é diversa demais, segundo Kinnunen e Malmi (2006).

Em busca de solução para problemas de aprendizagem de algoritmos, diversos recursos já foram propostos, quais sejam: ambientes de aprendizagem virtual (XAVIER *et. al.*, 2004, p. 2), jogos interativos e programação por demonstração (SANTOS *et. al.*, 2007, p.

2), uso da metodologia ERM2C³⁵ (CAMPOS, 2010), uso da metodologia DBR³⁶ – *Design-based research* (GATTI, 2009).

Dentre tudo que foi exposto, cabe levantar a questão sobre o que é ensinar programação hoje em dia. Essa preocupação é muito bem exposta nas palavras de Filho (2007):

Ao mesmo tempo, cada nova geração de informatas depara-se com um duplo problema: a impossibilidade de ter uma visão global sobre todo o conhecimento precedente e, mais acentuadamente ainda, a história do desenvolvimento das várias especialidades. Não estão individualizados os eventos, por vezes complexos, que antecederam o saber atual e também não se possui um quadro que os reúna, para se ter uma ideia geral, coerente e significativa. A evolução tecnológica se nos apresenta abrupta, através de saltos descontínuos, e todo o trabalho que antecede cada etapa aparece coberto por uma camada impenetrável de obsolescência, algo para a paleontologia ou para os museus, como se nada pudesse ser aprendido do passado. O resultado é um empobrecimento do panorama atual da realidade da informática. Não se estabelecem conexões entre os vários campos da Ciência da Computação, caindo-se facilmente no utilitarismo. As camadas mais profundas dos conceitos não são atingidas, o conhecimento torna-se bidimensional, curto, sem profundidade. Junto a isso, cedendo talvez a um imediatismo ou deixando-se levar por uma mentalidade excessivamente pragmática de busca de resultados, há uma forte tentação de se estabelecerem ementas para o estudo da Ciência da Computação preocupando-se mais com determinados produtos – linguagens, bancos de dados, sistemas, aplicativos, etc. – e pouco se insiste na fundamentação teórica. (FILHO, 2007, p. 23).

Frente aos argumentos e fatos expostos, conclui-se ser inegável que o fraco desempenho dos alunos em disciplinas que abrangem a programação de computadores é um problema generalizado nos cursos de Computação e, também, em curso de outras áreas, e que esse é um problema em nível mundial.

As causas desse baixo desempenho são de naturezas as mais diversas possíveis: cognitiva, psicológica, cultural etc. Há estudos (FISHER e COX, 2006; ALEXANDRINI, 2010) que buscaram averiguar a questão do nível de aprendizagem em relação ao gênero, masculino ou feminino, chegando à conclusão que este não é um fator de influência no desempenho do aluno. Não cabe atribuir ao aluno toda a responsabilidade pelo seu desempenho, pois é impraticável que haja aprendizagem sem um ensino de qualidade por parte dos docentes e um ambiente que favoreça tal processo.

As possíveis soluções apresentadas são de naturezas diversas: tecnológicas, pedagógicas, psicológicas, e em muitos casos é necessário que se utilize um conjunto destas

³⁵ ERM2C – Entender, Revisar, Modificar, Complementar e Construir – o autor do artigo parece ser o criador desta metodologia.

³⁶ DBR – *Design-based research* – concepção baseada em pesquisa.

soluções. Incoerente é atribuir a somente um dos atores do processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo, a responsabilidade pelo baixo desempenho nos conteúdos de programação, independentemente do nível do curso (superior, técnico, tecnológico), da área de conhecimento e da localização geográfica.

Mediante a análise das dificuldades e soluções apresentadas para o ensino e aprendizagem de Algoritmo que emergem desta revisão da literatura poderiam elas serem generalizadas? Estes dados se repercutem da mesma forma na educação profissional em nível superior? Estas questões nortearam a pesquisa empírica descrita a seguir.

2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE NÍVEL TECNOLÓGICO, EM CURSOS DA ÁREA PROFISSIONAL DE GEOMÁTICA.

Para complementação do processo de revisão de literatura foi realizada uma investigação empírica em um total de 08 (oito) aulas, por meio da observação em sala de aula, em situação cotidiana de aula da disciplina Computação, no curso de Geoprocessamento, com a presença dos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo, alunos e professor. Esse processo foi conduzido pelo pesquisador de forma a realizar o levantamento e o registro por escrito de atitudes e ações apresentadas por esses sujeitos durante as aulas, em momentos pré-estipulados durante seu andamento. Alguns alunos foram observados de forma mais sistemática, para que fosse possível realizar intervenções junto aos mesmos. Mais adiante estes dados serão expostos de forma mais detalhada.

2.2.1 O Campo de Investigação

A antiga Escola Técnica Federal de Goiás, que em 22 de março de 1999 passou a ser Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás (CEFET), hoje é o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), criado pela Lei Federal nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.

É uma autarquia federal detentora de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar, equiparado às universidades federais, que tem por finalidade principal formar e qualificar cidadãos para a sociedade e para o mercado de trabalho. Atua desde o ensino médio até a pós-graduação, nas áreas das ciências naturais e nas

disciplinas técnicas e/ou profissionalizantes. No nível superior, oferta à comunidade cursos de tecnologia na área industrial, bem como bacharelado e licenciatura. No nível médio, atual na formação profissional inclusive por meio do PROEJA. Em seus dez câmpus, atende por volta de 11 mil alunos, em cursos técnicos, tecnológicos, bacharelados, licenciaturas, especializações *lato sensu* e mestrados profissionais.

O Campus Goiânia, onde se deu a realização da pesquisa e local de trabalho deste pesquisador, oferta os seguintes cursos para o ano de 2013: 01 Mestrado profissional, 04 Bacharelados, 04 Licenciaturas, 02 Superiores em Tecnologia – Agrimensura e Geoprocessamento; 06 Técnicos Integrados ao ensino médio, 03 Técnicos subsequentes e 03 Técnico Integrado Proeja.

O curso superior de Tecnologia em Geoprocessamento pertence à área profissional de Geomática e é ofertado no turno noturno. A Matriz Curricular deste curso encontra-se disponível no anexo B. Trata-se de um curso com dois ingressos semestrais de 30 alunos e com duração de 03 anos.

A disciplina que contempla o conteúdo de Algoritmo, neste curso, é denominada Computação (o programa da disciplina está disponível no anexo A). Sua carga horária é de 60 (sessenta) horas e é ofertada sempre no primeiro semestre letivo do curso.

A escolha desta Instituição de ensino e do curso em questão para a realização da pesquisa se deu pelos seguintes motivos:

1. É uma instituição centenária que goza de credibilidade na área tecnológica e no mercado de trabalho, na região de Goiânia e em nível Estadual;
2. O quadro de docentes é altamente capacitado em conhecimentos tecnológicos, sendo que a maioria destes possui grau de mestre ou doutor em suas respectivas áreas de atuação, entretanto, acreditamos que o mesmo não ocorre com sua formação pedagógica;
3. Os discentes do curso selecionado apresenta uma ampla heterogeneidade social e acadêmica, o que os torna um recorte interessante para estudos;
4. Não foram encontrados estudos sobre a questão da aprendizagem de Algoritmo no curso de Geoprocessamento.
5. O conteúdo de Algoritmos está presente em disciplinas, com outras denominações, nos cursos de outras coordenações de ensino pertencentes a esta Instituição. Isto faz com que seja um campo diversificado quanto às experiências docentes e discentes no processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo.

6. Sou professor da Instituição e destes cursos, o que possivelmente facilitará meu trabalho no sentido de ter acesso aos alunos, aos coordenadores, documentos, etc.

No momento de realização desta pesquisa, o referido curso tinha por volta de 135 alunos matriculados, distribuídos nos seis semestres. Deste universo, foi selecionada a turma do primeiro semestre, pois é quando a disciplina Computação é ofertada. Nessa turma, foram observados com mais atenção quatro alunos, quando em duas duplas ou em momentos individuais dos mesmos, em situação de sala de aula. Esta variação é justificada porque durante as aulas, os alunos, espontaneamente, alternam entre trabalho em duplas/grupo ou trabalho individual. Os critérios para a escolha desses alunos foram que os mesmos já trabalhavam em duplas e que entre essas duplas apresentava-se, no primeiro momento, uma diferença considerável no domínio do conteúdo. Esta constatação foi levantada mediante conversa direta com o professor, e pela observação e análise do comportamento dos integrantes. A diferença de conhecimento entre as duplas foi proposital, pois segundo a compreensão do pesquisador, ela poderia vir a proporcionar um espectro maior de impressões e dados sobre esse processo de aprendizagem. O professor da disciplina, também, foi observado na mesma situação de aula.

2.2.2 O Processo de observação

A observação participante, aberta e semi-estruturada foi o método utilizado para a coleta de dados. Foram elaborados dois roteiros de observação (apêndice A): um para o professor e um para os alunos. Estes roteiros não são estáticos, e a observação não está integralmente condicionada aos mesmos.

Afirma Vianna (2003, p. 51) que este tipo de abordagem “possibilita o conhecimento de uma cultura a partir de dentro”. Esse autor cita ainda algumas vantagens desse método, quais sejam:

Possibilita a entrada a determinados acontecimentos que seriam privativos e aos quais um observador estranho não teria acesso aos mesmos; permite a observação não apenas de comportamentos, mas também de atitudes, opiniões, sentimentos, além de superar a problemática do efeito do observador. (VIANNA, 2003, p. 50)

A observação participante pode fazer uso de entrevistas com os autores do objeto de estudo, neste caso os professores e os alunos, análise documental, participação direta,

introspecção e observação. Estes elementos são importantes em uma pesquisa na perspectiva sócio-histórico-cultural, como a realizada neste trabalho.

A participação do pesquisador se deu no sentido de interagir com os alunos observados. Não houve uma preocupação maior em interagir com os professores das turmas, mas somente sua observação. Esta interação com os alunos teve por objetivo, provocar, estimular e testar hipóteses através de situações que intervissem diretamente na Zona de Desenvolvimento Proximal de um determinado aluno. O registro da observação foi feita de forma manual e escrita – caderno e caneta.

O roteiro desenvolvido para a observação consta dos seguintes tópicos:

a) Aspectos gerais – identificação da instituição, dados sobre a turma, sobre a aula trabalhada, aspectos físicos do ambiente, aspectos didático-pedagógicos;

b) Professores – comportamentos, relação com a classe, aspectos didáticos, estratégias de ensino, organização do trabalho em sala de aula, avaliação de aprendizagem e conclusões.

c) Alunos – foram determinados dois momentos distintos para observação: durante a explanação do conteúdo pelo professor e durante a execução de exercícios e tarefas. De forma geral, foram observados nestes dois momentos: o comportamento, as ações tomadas frente a dúvidas, as estratégias e ações para resolução dos exercícios propostos.

2.2.3 O Desenvolvimento das aulas

As aulas da disciplina “Computação” são ministradas em laboratórios de informática. No curso de Geoprocessamento, um curso ofertado exclusivamente no período noturno, elas ocorrem todas em um dia da semana, ou seja, em um só dia é ministrada a carga semanal de quatro (04) aulas presenciais. Foram acompanhados, pelo pesquisador, dois dias de aulas no curso de Geoprocessamento, o que corresponde a oito (08) aulas.

A disciplina utiliza o laboratório de informática que conta com um total de 40 computadores desktop e monitor de Led, acesso contínuo à Internet, cadeiras confortáveis, ar condicionado e iluminação adequada.

A turma, com 30 alunos matriculados, conforme registrado no diário de classe tem a sua disposição, computadores e cadeiras além do número total de alunos de cada turma.

É importante situar o momento escolar em que ocorreu a observação das aulas. Esse momento se deu no mês de Dezembro/2012, primeira quinzena. Apesar de estar próximo à

finalização do ano, o fechamento do semestre se deu em Fevereiro/2013 devido à greve dos professores ocorrida em 2012.

Como dito anteriormente, foram observadas um total de oito (08) aulas da turma de Geoprocessamento. Isto equivale a aproximadamente, sete horas e vinte minutos de hora relógio.

O conteúdo trabalhado nestas aulas foi o de Vetores – variável composta unidimensional. Este é um conteúdo considerado de alto nível de complexidade. Envolve todos os conceitos estudados anteriormente, por exemplo: laços de repetição, variáveis, comandos de entrada e saída e estruturas condicionais. O conteúdo de Algoritmo tem uma natureza acumulativa, ou seja, o que é estudado no início da disciplina é necessário em todas as etapas posteriores.

A estratégia adotada pelo professor consistiu em: na primeira aula sobre o conteúdo de vetores, foi realizada uma breve revisão, no quadro branco, do conteúdo já estudado até a presente aula. Para isto foram utilizados por volta de 20 minutos do tempo dessa aula. Em seguida, o professor apresentou um problema de forma teórica, sobre uma situação na qual se fizesse necessária a utilização de vetores. Neste caso, o exemplo foi o registro de 50 nomes e salários de funcionários. O professor relatou a desvantagem de se utilizar variáveis simples, que seria o número excessivo de variáveis, uma para cada nome e uma para cada salário e, também, a vantagem de se utilizar variável do tipo vetor, a redução no número de variáveis e a manutenção dos dados lidos durante toda a execução do programa.

Observando toda a classe, pode-se notar que: alguns alunos prestavam atenção somente ao que o professor falava; alguns alunos copiavam o exemplo do quadro enquanto o professor explicava e a minoria estava a se ocupar com Internet ou outras distrações.

Foram selecionadas pelo pesquisador duas duplas de alunos para que fossem observados. Para fim de identificação e sigilo, os integrantes da dupla 1 serão chamados de AN, o aluno, e DN a aluna. Na dupla 2, a primeira aluna é X e a segunda Y. A aluna DN relatou ao pesquisador, espontaneamente, que estava em dependência na disciplina de Computação, ou seja, ela foi reprovada nesta disciplina no semestre anterior. A dupla 2 era formada por duas mulheres, que mais tarde vim a saber que eram irmãs.

Dessas duplas, durante a explicação do professor, somente a aluna Y copiava no caderno, e os outros três escutavam a explanação. Após esta explanação teórica em quadro branco, sobre qual era a definição de um vetor, como declarar, como ler e escrever valores em um vetor foi posto à turma que transferissem o exemplo do quadro para o computador. Nas

demais aulas, ficaram a cargo dos alunos as resoluções de um exercício passado no quadro e dos exercícios da lista sobre o tema Vetor.

Serão expostos aqui os comportamentos e atitudes, conforme observação realizada pelo pesquisador, dos autores do processo de ensino-aprendizagem, professor e alunos, em dois momentos distintos: durante a explanação e durante a resolução de exercícios.

2.2.3.1 Comportamentos e atitudes do professor durante a explanação

Neste momento serão listados os comportamentos e as atitudes do professor durante a explanação do conteúdo de Vetores, sem a preocupação de detalhar ou explicá-los de forma aprofundada. Entretanto, conforme as premissas da THC, impossível é analisar a aprendizagem sem observar o ensino. Desta forma, destacaram-se os seguintes aspectos:

1. A preocupação em revisar todo conteúdo já trabalhado e a segurança demonstrada pelo conhecimento a respeito de vetores.
2. O nível da linguagem utilizada para a exposição – a linguagem utilizada foi direta e clara, com poucos termos técnicos específicos da área de programação.
3. Uma preocupação superficial sobre a real compreensão e entendimento dos alunos sobre o conteúdo explanado, demonstrada na forma de perguntas diretas.
4. A disposição para explicar diversas vezes e com distintas formas o conteúdo explanado, em caso de dúvidas dos alunos.
5. O uso de um exemplo da vida cotidiana que poderia ser factível para a maioria dos alunos, posto que esta era formada por trabalhadores, homens e mulheres na fase adulta.
6. A desorganização da escrita no quadro – não houve uma disposição lógica no sentido do que foi escrito no quadro. Alguns tópicos ficaram “atravessados” no quadro. Isto pode vir a contribuir para um baixo nível de compreensão do conteúdo exposto.
7. O volume da voz do professor era contínuo, e por vezes, tornava-se inadequado (baixo, contínuo) para os alunos que estavam sentados do meio para o final da sala.
8. O tamanho da letra utilizada para escrever no quadro era pequeno para quem sentava mais ao fundo da sala. Alguns alunos, depois de terminada a explanação, se deslocaram até as primeiras cadeiras para copiarem a matéria do quadro.
9. Não houve por parte do professor, uma provocação maior que levasse o grupo de alunos a participar efetivamente da explanação. Os alunos, em quase sua totalidade, permaneceram inertes, somente ouvindo ou copiando o que estava sendo explanado.

10. A utilização de somente um exemplo para expor um conteúdo complexo.
11. O professor equivocou-se ao ensinar como se declarava um vetor, contrastando com a aparente segurança e domínio do conteúdo apresentados inicialmente. Esse equívoco só foi notado no momento em que os alunos copiavam o exercício do quadro para o computador.

2.2.3.2 Comportamentos e atitudes dos alunos durante a explanação

Mediante observação foram levantados os seguintes comportamentos e atitudes dos alunos durante a explanação oral do conteúdo de Vetores, pelo professor.

Alguns alunos se distraíam usando a internet para outros fins – e-mail, fotos de satélite, mapas, vídeos no Youtube. Alguns copiavam o conteúdo escrito no quadro ao mesmo tempo em que o professor fazia sua explanação.

Um aluno, sentado na última fila do laboratório, estava jogando no computador.

Os alunos, de forma geral, acataram passivamente a explanação do professor. Era possível notar, em suas faces, que não estavam compreendendo o conteúdo explanado. Seus olhares percorriam o quadro de um lado para outro aparentando buscarem algum ponto ou dado que lhes fizessem sentido. Eles permaneciam calados.

Não demonstraram verbalmente, em nenhum momento durante a explanação, a capacidade de relacionar o conteúdo de vetores, com algum dos conteúdos já visto por eles. Essa relação não foi realizada, aparentemente, nem mesmo com suas experiências particulares em seus locais de trabalho ou de qualquer outro.

Nas duplas selecionadas, observaram-se as seguintes ações e comportamentos. Na dupla1, o rapaz AN prestava atenção continuamente no que estava sendo exposto, mesmo que sempre calado, enquanto a mulher DN por vezes se distraía com o computador. Na dupla2, enquanto uma prestava atenção na explanação (X), outra tentava copiar o conteúdo escrito no quadro (Y).

A falta de compreensão sobre o conteúdo que estava sendo explanado ficou clara quando o professor fez a seguinte pergunta para a classe, alguns momentos após expor o conteúdo e o exemplo: “Gente, o que vou precisar para guardar todos estes nomes e salários?”. Somente um aluno se prontificou a responder, e o fez erroneamente. Ele respondeu: While (que é uma estrutura de repetição). A resposta correta seria vetor, a matéria do dia. Logo, foi possível concluir que o aluno não compreendeu a pergunta, ou a entendeu de forma incorreta, pois ao se realizar uma operação para inserir os dados dentro de um vetor,

faz-se necessário o uso de um laço de repetição (While, For ou Repeat). Em alguns momentos, aparentou-se que alguns alunos compreenderam a explicação do professor, porém ao observar com mais atenção pode-se verificar que os mesmos apenas deram respostas às questões levantadas pelo professor, conforme o mesmo as apontava no quadro. Não foi possível comprovar se ocorreu aprendizagem do conteúdo trabalhado por parte desses alunos. Também não houve por parte do professor nenhuma ação neste sentido.

Um ponto alarmante é o fato de que frente a um conteúdo de um grau elevado de complexidade apenas dois alunos apresentaram verbalmente suas dúvidas, enquanto o restante da sala se dava por “satisfeito” com o que não conseguiram aprender.

2.2.3.3 Comportamentos e atitudes do professor no momento de resolução de exercícios

Após a explanação, o professor delegou à turma a tarefa de copiar o exemplo dado por ele. Deveriam copiar e fazer com que o programa fosse executado no computador. Posto isto, o professor sentou-se.

Não houve por parte do professor a preocupação em andar pela sala e acompanhar a aprendizagem dos alunos. Porém, de sua cadeira, o mesmo sempre respondia às perguntas e dúvidas dos alunos. Em algumas vezes, quando solicitado pelo aluno, ele se dirigia ao computador do mesmo. Entretanto, sua atitude para com esses alunos não era a mais correta do ponto de vista da THC. Ao invés de incentivar o aluno a buscar a resposta, detectar até onde ele sabe, trabalhar sua Zona de Desenvolvimento Proximal, instigá-lo a raciocinar sobre suas dúvidas, o professor se assentava na cadeira do aluno e começava a resolver o problema diretamente no computador. À medida que ia resolvendo o problema ele relatava, superficialmente, o que estava fazendo.

Não houve a preocupação em fazer a correção do exercício, com vista a levantar e esclarecer dúvidas ou a averiguar o nível de aprendizagem dos alunos.

Já faltando alguns minutos para o final da aula, o professor realizou a chamada e liberou a saída dos alunos que desejavam sair.

2.2.3.4 Comportamentos e atitudes dos Alunos no momento de resolução dos exercícios.

Nas aulas observadas na turma de Geoprocessamento, ocorreram dois momentos distintos para promover a aprendizagem do conteúdo sobre Vetor, quais sejam: o primeiro quando o professor solicitou aos alunos que transferissem para o computador e testassem o exemplo dado no quadro quando da explanação; o segundo quando foi passado aos alunos um exercício para compreensão do conteúdo, o que ocorreu no segundo dia de observação.

No primeiro momento, o da transferência do exemplo escrito no quadro, as atitudes e comportamentos observados pelo pesquisador foram, no mínimo, preocupantes.

O relato a seguir não segue uma ordem de importância das ações observadas.

Alguns alunos, inclusive as três alunas integrantes das duplas selecionadas, demonstram não ter um domínio básico das regras de digitação. Por inúmeras vezes era possível ver que as mesmas estavam “a catar as teclas”. Essa atitude estava ainda mais prejudicada por estarem trabalhando com uma linguagem de programação em inglês, o ambiente de desenvolvimento Dev C++³⁷. Assim, repetidamente, elas necessitavam olhar para o quadro em busca de como se escrevia determinado comando, o que resulta em dificuldades de concentração sobre o que se está realizando.

Também, não demonstravam familiaridade com a utilização do software em questão. Dificuldades de localizar uma determinada opção do menu, a não utilização de teclas de atalho, a não compreensão das mensagens de erro, confirmavam a dificuldade em utilizar o software. Após terminarem a digitação do programa do quadro, notavam que o programa indicava diversos erros de ortografia, que consumiu uma fração de tempo para suas correções.

Poucos alunos conseguiram realizar a transferência do exemplo do quadro para o computador e fazer com que o mesmo fosse executado. Muitos foram embora sem concluir esta tarefa.

No segundo momento, o da resolução de um exercício, o rendimento dos alunos teve uma piora significativa. Neste momento eles deveriam escrever a solução de forma particular, ou seja, cada aluno deveria construir seu algoritmo para o problema proposto.

Cada aluno tinha a sua disposição um computador. Assim, o que se podia ver é que ao iniciarem o processo de resolução do exercício, eles trabalhavam isoladamente em suas máquinas, mesmo que bem próximos fisicamente. O mesmo ocorreu com os integrantes das

³⁷ Linguagem de Programação de computadores.

duplas selecionadas. Com o passar do tempo e a não resolução do exercício, alguns alunos começaram a interagir no sentido de buscarem entre si a solução de suas dúvidas. Em geral, os alunos só consultavam o professor após tentarem solucionar o problema entre si.

Nas duplas, cada integrante tentava construir seu algoritmo de forma particular. A aluna DN buscava em exercícios já feitos anteriormente, algum caminho para iniciar seu exercício. O aluno AN demonstrando um domínio maior, já rascunhava no computador a sua solução para o problema. Entretanto, esta solução estava ainda bastante incompleta e não viria a se concretizar até o final da aula. Ele utilizava a sua apostila, em formato digital, para buscar informações sobre como trabalhar com vetor.

Os integrantes das duplas, sendo que o aluno AN em menor grau, mostravam-se inquietos no sentido de estarem sempre a procura de algum ponto de partida, ou seja, não conseguiram compreender o que estava sendo solicitado para a resolução do problema proposto e assim traçar e executar um plano. Por vezes, folheavam o caderno, na apostila, no computador ao lado, perguntavam aos colegas. Entretanto, não solicitavam a ajuda do professor.

Não foi observada a existência de um líder em nenhuma das duplas. Atribui-se a isto, o fato de que não havia entre os integrantes das duplas alguém que tivesse compreendido o conteúdo trabalhado e, também, que o nível de conhecimento desses alunos na disciplina era insatisfatório.

A certa altura, observado que as alunas integrantes das duplas não conseguiam iniciar o desenvolvimento da solução, o pesquisador apresentou-se à aluna X no sentido de auxiliá-la nesta tarefa e com o intuito de levantar os fatores que a colocava nesta situação.

É fato que para se resolver um algoritmo, cada aluno deve desenvolver a sua estratégia. De uma forma geral, parte dessa estratégia consiste em compreender o enunciado, levantar as possíveis variáveis, determinar quais estruturas condicionais e quais estruturas de repetição serão necessárias ou não e definir os valores que devem ser impressos em tela. Para tanto, é necessário que o aluno tenha um bom nível de compreensão dos conceitos envolvidos em cada uma das etapas dessa estratégia e saber relacioná-los entre si.

O processo de trabalho da aluna X consistia em ler o enunciado no caderno e tentar realizar a tarefa no computador, simultaneamente. Entretanto, até o dado momento ela não conseguiu ultrapassar as declarações iniciais do programa. Estas declarações são as mesmas para qualquer programa desenvolvido em C++. Provavelmente, ela as conhece devido à repetição de seu uso.

Questionada, pelo pesquisador, sobre o porquê de ainda estar naquele ponto do desenvolvimento ela respondeu: “Às vezes tenho dificuldade de interpretar o que tá querendo (o enunciado). Precisava saber o significado de cada comando”.

Dando continuidade à intervenção, foi perguntado à aluna X: “Parece que você está tentando imaginar o algoritmo já todo pronto. É isso mesmo?”. A mesma respondeu positivamente à questão.

No intuito de conhecer, na aluna X, o nível de conhecimento dos conceitos de Algoritmo, sua Zona de Desenvolvimento Real, foi solicitado à aluna que apontasse as variáveis existentes em outro exercício resolvido em seu caderno. Além de apontar somente algumas variáveis, ela também destacou as diversas palavras Double. Contudo, essa palavra indica o tipo de dado que a variável poderá armazenar, neste caso, valores numéricos inteiros ou decimais, positivos ou negativos. Ficou claro que não ocorreu a internalização do conceito de variável pela aluna X.

O observador forneceu à aluna X a seguinte orientação para que a mesma pudesse levantar as variáveis que se fariam necessárias, ao menos aquelas que pudessem ser identificadas com a leitura do enunciado: “Para todo dado que será fornecido pelo usuário e para tudo que tiver que ser calculado e escrito para o usuário, é preciso uma variável”.

De posse dessa informação, a aluna conseguiu aumentar consideravelmente sua capacidade de identificação das variáveis, conseguindo levantar 80% das variáveis contidas no enunciado. Em relação às variáveis “ocultas”, não se pôde observar uma melhora na capacidade de identificá-las. Infelizmente, a aluna não logrou êxito na realização do exercício.

Em relação à dupla composta pelo AN e pela DN, puderam ser observados os seguintes pontos. O aluno AN mesmo não podendo ser considerado o líder da dupla, desempenhava um papel de maior destaque entre os dois. Era concentrado e proativo na busca por informações que pudessem lhe auxiliar na resolução do exercício. Demonstrou ter maior conhecimento sobre algoritmo do que a aluna DN. Assim como sua colega, ele copiou o exercício no computador e tentou resolvê-lo diretamente no mesmo. Ao observar o andamento do seu algoritmo, foi capaz de identificar que estava somente com uns 20% feito. Declarou diversas variáveis, já havia iniciado a parte de comandos de leitura do vetor. Entretanto, apresentava dificuldades para compreender e definir quantos e quais seriam as variáveis do tipo vetor. Porém, conseguia facilmente identificar a relação entre as estruturas de repetição (laços de repetição) e a leitura do vetor. Já a aluna DN, não conseguira até o momento identificar nem mesmo quais seriam as variáveis necessárias.

Foi verificado que ambos conseguiam estabelecer a lógica de raciocínio para determinadas partes do problema. Por exemplo: eles sabiam que para fazer a soma dos salários era necessária uma variável que tivesse a função de acumular a soma dos salários lidos. Porém, não sabiam determinar onde esta variável deveria se localizar dentro do programa. Isto me levou a supor que este conhecimento sobre como fazer a soma em um algoritmo, era proveniente de exercícios anteriores, mas que não houve a real compreensão do que se tratava e de como utilizá-lo.

Outro ponto importante a ser destacado em razão de suas consequências, é que o discurso do fracasso da escola pública pôde ser detectado através das falas destes dois alunos. O aluno AN disse: “Não sei se isso vai ajudar em sua pesquisa, mas o que me prejudica é que não tive base matemática. Eu estudei em escola pública. Eu até entendo o enunciado, sei o que fazer em C++, mas não sei o tem que fazer”. E continua: “Minha dificuldade é a base matemática. Tô 10 anos sem estudar nada”.

A aluna DN, fala: “É importante que se visse programação desde a 7ª série. Entendo o que ele diz, mas na hora de fazer.... Parece que não consigo seguir uma lógica de raciocínio. E já é a segunda vez que tô fazendo esta matéria. Acho mais fácil agora, por causa que já vi antes. Mas a casa cai na hora do vetor. Estou a 9 anos sem estudar”. As alunas X e Y, também, concordaram acenando positivamente com a cabeça.

As observações confirmaram diversos aspectos levantados na revisão teórica da literatura. O professor adotou como procedimentos para ensinar: uma breve revisão de conteúdo estudado, uma exemplificação para justificar o uso de vetor, a exposição teórica do tema perpassando pela definição, regras de declaração, sintaxe e exercícios sobre o conteúdo estudado. Em outras palavras, fez-se uso do método tradicional de ensino já citado anteriormente. Ao orientar os alunos, observou-se que predominaram os seguintes comportamentos: distanciamento físico em diversos momentos de resposta às dúvidas, respostas aligeiradas sem a preocupação em aprofundar na dúvida do aluno, apresentação da resposta pronta sem questionamento e motivação para o aluno desenvolver seu raciocínio e aprendizado. No momento de resolução do exercício não ocorreram, por parte do professor, ações que incentivassem a cooperação e colaboração entre os alunos.

Quanto aos alunos, pode-se observar que: não foram capazes de constituir um relacionamento do conteúdo exposto com algum fato ou cenário já vivenciado em suas experiências pessoais; demonstraram que possuíam uma memória construída com base na decoreba quando procuravam em exercícios anteriores semelhanças que pudessem lhes orientar na construção do referido algoritmo; dificuldade ou incapacidade de ordenação do

raciocínio no processo de resolução do problema; dificuldade ou incapacidade de compreensão do enunciado; organização confusa do raciocínio, demonstrada pela tentativa de “imaginar” (abstrair) a solução algorítmica já pronta após o final da leitura do enunciado; falta de metodologia para analisar e extrair informações do enunciado; aparente timidez em solicitar ajuda ao professor. O baixo nível de conhecimento em Matemática ficou evidente em diversos momentos nos quais os alunos observados relataram este fato.

Pela perspectiva da THC, para que ocorra a aprendizagem e, posteriormente, o desenvolvimento cognitivo, é necessário que alguns processos sejam estabelecidos, por exemplo, a mediação. Nessa experiência empírica, foi verificado que esse processo não foi executado de forma satisfatória. O ato de mediar não pode ser traduzido na simples exposição e explicação de um determinado conteúdo, não é somente uma ação do sujeito sobre a realidade. Não se pode reduzir a mediação somente à ação do sujeito professor sobre o aluno passivo. Ela pode se dar, também, de forma concomitante, por meio da organização do ambiente e de instrumentos mediadores.

Outra ação necessária para a aprendizagem é a atuação na Zona de Desenvolvimento Proximal do sujeito, neste caso o aluno. Para atuar nesta zona, o professor deve apresentar-se próximo ao aluno, não só fisicamente, mas atento às limitações e aos saberes pré-existentes e aos aprendidos pelo aluno identificando sua ZDP. A partir daí, criar situações estimulantes para que o mesmo possa por si só, desenvolver seu raciocínio em busca de uma solução. A intervenção pedagógica por parte do docente pode provocar avanços na aprendizagem que não ocorreriam de forma espontânea.

Por último, e não menos importante, a aprendizagem na ótica da THC se dá pela formação de conceitos. Um conceito é uma construção cultural. Cabe ao professor auxiliar o aluno no processo de formação e internalização desse conceito, ou seja, incorporá-lo à sua rede de conhecimentos pré-existente e desta maneira, formar novos conhecimentos e ser capaz de aplicá-los às diversas situações e contextos cotidianos. Internalizar o conceito de Algoritmo é saber identificar e diferenciar situações diárias que se enquadram ao conceito de Algoritmo, ou utilizar este conceito para dar conta de solucionar problemas que venham a surgir. Neste sentido, o professor deve orientar suas aulas, suas ações e diálogos, consciente de que a linguagem (falada e escrita) utilizada por ele tem que transmitir um significado que faça sentido para o aluno. No método tradicional de ensino, dificilmente, se consegue chegar à formação de conceitos, pois a utilização de definições estáticas do objeto de conhecimento engessa esse processo de formação. O processo de construção desse conceito parte do dado da

realidade, o empírico, e se dá pelo o movimento constante de ida e vinda entre a teoria e a prática, entre o teórico e o empírico.

Enfim, a convergência entre os dados que emergem da revisão de literatura e da pesquisa empírica reforça a necessidade de uma reflexão com base em um paradigma pedagógico para a compreensão do processo de ensinar e aprender Algoritmo. Caso contrário, fica-se refém de um pensamento que avalia e atribui responsabilidades a um ou outro sujeito do processo educativo e que não considera o contexto sócio-histórico no qual se realizam as praticas pedagógicas.

O exercício teórico-metodológico realizado até aqui, nos impele a aprofundar a reflexão com base em uma teoria da aprendizagem que contemple a questão do meio social e cultural, particular e comunitário, dos sujeitos componentes do ambiente de sala de aula, questão esta abarcada pela Teoria Histórico-cultural de Vygotsky.

CAPÍTULO 3. TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL: UM QUADRO TEÓRICO PARA ABORDAR O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ALGORITMO

A construção desta pesquisa vem desde seu início, incorporando as premissas da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, iniciado pelo levantamento teórico do percurso lógico histórico do Algoritmo, que na perspectiva da THC, é um componente essencial para a compreensão de um objeto. É pela busca dessa apreensão mais ampla sobre este processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo, e a respeito do desenvolvimento cognitivo do indivíduo, que se faz necessário um conhecimento de maior densidade sobre a THC. Constituem-se assim como objetivos desse capítulo, expor o entendimento sobre como ocorre a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, bem como apresentar uma proposta para o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo, ambos sob a perspectiva da referida teoria.

3.1 A APRENDIZAGEM NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL

A perspectiva histórico-cultural embasa teoricamente a presente pesquisa. Dessa forma, o objetivo principal desta seção é fazer uma discussão sobre os aspectos centrais da aprendizagem nessa perspectiva. Para tal, são apresentados os seguintes conceitos: a mediação, a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), a formação de conceitos e o pensamento teórico. A elaboração de uma teoria de aprendizagem, como a THC, está intimamente ligada ao contexto no qual se deu os primórdios desta formulação. Assim. Expõe-se aqui um breve histórico do referido contexto e, posteriormente, a explanação e discussão dos conceitos supracitados.

Após a Revolução Russa de 1917, que tem no Marxismo a sua base filosófica, a sociedade soviética encontrava-se em grande clima de renovação. Esse clima se fez presente também na Ciência, influenciando-a no sentido de buscar soluções “práticas” aos problemas sociais e econômicos de uma sociedade em plena transformação.

A Educação foi tida como ponto crucial para o desenvolvimento da sociedade soviética para tanto, diversos programas educacionais foram elaborados para erradicar o analfabetismo e para apresentar alternativas educacionais condizentes com uma sociedade em um sistema socialista. A Psicologia e a Educação estreitaram suas relações. À época, duas

grandes correntes caracterizavam a Psicologia russa. A corrente empirista, para a qual a Psicologia se deteria na descrição das habilidades mecanicamente constituídas, e a corrente idealista, que entendia a Psicologia como ciência mental e, por isso, se propunha a descrever os fenômenos do psiquismo humano. Entretanto, para alguns pensadores da época, essas correntes não eram suficientes para explicar os processos psicológicos humanos, especialmente quando estes são considerados numa perspectiva social e histórica.

Dentre esses pensadores, destaca-se o psicólogo russo Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934). Graduado em Direito e Literatura na Universidade de Moscou, cursou História e Filosofia na Universidade de Shanyavskii, porém não obteve esses títulos acadêmicos. Frequentou cursos na Faculdade de Medicina de Moscou e em Kharkov e teve como principais colaboradores, Alexander Luria (1902-1977) e Alexei Leontiev (1904-1979) (REGO, 2007, p. 29).

Vygotsky é considerado o fundador da escola soviética da Psicologia Histórico-Cultural. Nessa escola, desenvolveu-se a Teoria de Aprendizagem Histórico-Cultural, também denominada teoria sócio-histórica, teoria sócio-histórico-cultural e sócio-interacionismo.. Essa teoria aplica os princípios e métodos do materialismo dialético para compreensão do intelecto humano.

O objetivo almejado pela Teoria histórico-cultural é segundo Vygotsky: “...caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo.” (VYGOTSKY, 1998, p. 25).

Segundo Teixeira (2006), essa teoria concebe que o comportamento humano, diferentemente do comportamento animal, tem três pontos particulares a serem considerados para sua formação, quais sejam: a) a experiência histórica, que corresponde a dizer que o comportamento é resultante de gerações anteriores e que não são hereditários; b) a experiência social, pela qual o homem constrói conexões através de experiências de outras pessoas; c) a adaptação ativa do homem ao ambiente, transformando-o para atender às suas necessidades e sendo transformado por si mesmo.

Para Fichtner (2010, p. 5), a abordagem do desenvolvimento do ser humano pela teoria histórico-cultural pode ser compreendida com uma tentativa complexa de determinar o que é o sujeito no seu contexto social. Nessa teoria, o desenvolvimento cognitivo do ser humano possui natureza social e se dá pela interiorização das experiências coletivas (interpessoais) em experiências individuais (intrapessoal). As disposições e distintivas especificamente humanas não são transmitidas de forma hereditária, mas por meio da

apropriação da cultura historicamente constituída. Conforme Vygotsky (2004, p. 63) diz, “o comportamento do homem é formado pelas peculiaridades e condições biológicas e sociais do seu crescimento”.

Em outras palavras, compreender que o indivíduo é constituído por tudo que viveu e experienciou. Por experiência, entende-se tudo aquilo que o indivíduo fez ou vivenciou e o que lhe causou alguma transformação em seu modo de agir, de pensar, de raciocinar e de relacionar-se com seu meio social. Nessas experiências, o indivíduo pode ser ou não o protagonista. O significado de cada experiência vivida é individual e é definido pela cultura na qual se está inserido.

Essa experiência vivida é sempre mediada. O indivíduo não se relaciona/interfere diretamente no meio, há sempre algo ou alguém mediando esta relação. Para Fichtner (2010, p. 16), a mediação está na base da Teoria histórico-cultural, de Vygotsky, quando esclarece:

As relações dos homens com o mundo não são relações diretas, mas profundamente, relações mediadas. A transformação do mundo material, mediante o emprego de ferramentas, estabelece as condições da própria atividade humana e sua transformação qualitativa em consciência. A atividade do homem é pressuposto desta transformação e ao mesmo tempo o resultado dela.

Para Vygotsky (1998, p. 73), essa mediação é realizada através dos signos e dos instrumentos, e isto provoca mudanças nas operações psicológicas no sentido de ampliar o leque de atividades nas quais operam as funções psicológicas. De outra forma, isso implica dizer que com a introdução de um signo ou de um instrumento, a mente humana amplia as possibilidades de ação e intervenção no meio social, pelo indivíduo. Por exemplo, com a introdução de um martelo, novas possibilidades surgem para que o homem arremate um prego.

Um instrumento orienta o comportamento do indivíduo de forma externa. Ele orienta a ação do homem sobre o objeto da atividade, ou seja, ele é externamente orientado e seu uso resulta em mudanças nesse objeto.

Fichtner (2010, p. 17) cita um exemplo esclarecedor sobre o que é um instrumento:

O machado, por exemplo, corta mais e melhor do que a mão humana. O instrumento é feito especialmente para um determinado objetivo. Ele carrega consigo, [...], a função para a qual foi criada e o modo de utilização desenvolvido durante a história do trabalho coletivo. É, pois, um objeto social e mediador da relação entre indivíduos e o mundo deles.

Os instrumentos são resultado da colaboração entre os indivíduos onde o trabalho é o principal elo de relação entre os mesmos. O instrumento, seu significado e sua aplicação são desenvolvidos através da história de uma sociedade, e são transmitidos pelas relações de trabalho nas quais ele é utilizado.

Ao contrário do instrumento, o signo tem uma orientação interna e dirigida para o controle do próprio indivíduo. (VYGOTSKY, 1998, p. 73), Comparando as funções do signo, no campo cognitivo, e do instrumento, no campo físico, Vygotsky (1998, p. 60) declara que “o signo é um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho”.

Um signo é um estímulo artificial ou autogerado e tem por características: a atuação nas funções psicológicas superiores (atenção voluntária, memória e outras), a ação reversa que corresponde à ação sobre o indivíduo e não sobre o meio, a capacidade de conduzir o indivíduo a um comportamento distinto daquele relacionado à estimulação ambiental criando novas formas e processos baseados na cultura. O signo é uma construção histórica e cultural da sociedade. São utilizados para representar algo do mundo externo ao indivíduo em tarefas que exigem memória e atenção. Com eles, torna-se voluntária o controle da atividade psicológica e possibilita aumentar a capacidade de acúmulo de informações.

Os signos carregam em si seus significados. O significado de um signo é determinado de forma cultural e é sempre dependente de um contexto histórico e social. Por exemplo: a cor branca tem o significado da paz e da vida no Brasil, mas na Índia é a cor do luto. Outro exemplo que confirma essa característica mostra que por causa da cultura da Internet, o signo @ (arroba) é tido como sinônimo de e-mail.

Sobre significado e sentido, Fichtner (2010, p. 24) afirma que:

Para Vygotsky, o sentido de uma palavra é um todo complexo, fluido e dinâmico para onde converge a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta, enquanto o significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa, a dicionarizável. É o contexto que dá sentido a palavra: assim em contextos diferentes o sentido se altera e o significado permanece estável ao longo de todas as alterações de sentido.

O signo é um instrumento que age na atividade psicológica do indivíduo. Um exemplo autoexplicativo do que vem a ser um signo, é o copo como símbolo de um utensílio para beber água. O mais complexo sistema de símbolos é a linguagem. Ela é um sistema simbólico fundamental nos grupos humanos, elaborado no curso da história social, que organiza os signos em estruturas complexas e é fundamental na formação das características psicológicas humanas (REGO, 2007, p. 50).

Vygotsky (1998) entende que a linguagem foi elaborada na história social do homem e desempenha um papel imprescindível na formação das características psicológicas essencialmente humanas, impondo mudanças no processo de formação dessas características, quais sejam: a) a linguagem permite lidar com objetos do mundo exterior mesmo estando eles ausentes; b) possibilita a abstração e a generalização dos objetos, permitindo ordená-los em categorias conceituais; e c) a função da comunicação entre os homens é que permite preservar, transmitir e assimilar experiências e a cultura historicamente constituídas.

Segundo Fichtner (2010), a linguagem tem as funções organizadora e planejadora do pensamento e as funções social e comunicativa, por isso é de extrema importância para o desenvolvimento mental do indivíduo. O pensamento nasce através da palavra. O que antes era, digamos assim, um “acontecimento” na mente da criança, quando ela consegue associar esse acontecimento com palavras, ou seja, aos signos, o seu pensamento começa a ter “forma”, a se “materializar”. Assim, a criança começa a pensar as palavras ao invés de pronunciá-las como fazia anteriormente. Logo, diversas ações que antes eram exteriorizadas por meio das palavras agora passam a ser realizadas de forma intrapessoal, na mente da criança. Tendo feito esse processo em sua mente, a criança passa a realizar atos práticos sem avisá-los com antecedência.

Os signos medeiam a relação do indivíduo com o ambiente, essa é uma atividade de natureza interpsicológica ou interpessoal. O signo, também, medeia processos internos no indivíduo, os processos intrapsicológicos ou intrapessoais.

Quando os processos acontecem de forma intrapsicológica e os mesmos passam a fazer parte da rede de conhecimentos já existentes do indivíduo formando novos conhecimentos, dizemos que ocorre aí a internalização. Internalizar um conhecimento, em outras palavras, é “torná-lo naturalmente seu”.

A internalização segundo Vygotsky (1998, p. 74) é a reconstrução interna de uma operação externa e:

A internalização das formas culturais de comportamento envolve a reconstrução da atividade psicológica tendo como base as operações com signos. Os processos psicológicos, tal como aparecem nos animais, realmente deixam de existir; são incorporados nesse sistema de comportamento e são culturalmente reconstituídos e desenvolvidos para formar uma nova entidade psicológica. [...]. A internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui o aspecto característico da psicologia humana; é a base do salto quantitativo da psicologia animal para a psicologia humana. (VYGOTSKY, 1998, p. 75- 76)

É pela internalização das funções psicológicas superiores, originadas socialmente, que ocorre o desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Esse processo não é linear e pode apresentar saltos qualitativos durante seu desenvolvimento.

Vygotsky (1998) atribui grande importância às relações sociais para o desenvolvimento do homem, discordando da concepção inatista e da concepção biológica sobre desenvolvimento. Pela concepção inatista, todos os estágios de desenvolvimento já estão presentes na criança e necessitam tão somente de um tempo para maturação; pela concepção biológica, tem-se a comparação da criança em seus primeiros estágios aos animais, o que, para Vygotsky, não pode explicar os processos psicológicos superiores.

Rego (2007, p. 58) afirma que:

O desenvolvimento está intimamente relacionado ao contexto sócio-cultural em que a pessoa se insere e se processa de forma dinâmica (e dialética) através de rupturas e desequilíbrios provocadores de contínuas reorganizações por parte do indivíduo.

O desenvolvimento cognitivo e o comportamento humano estão intrinsecamente interligados entre si e à capacidade humana de aprender. Com a crescente importância do conhecimento na atual sociedade aprender, tanto em quantidade como em qualidade, ultrapassa, em grandes proporções, à necessidade básica de sobrevivência do homem.

A aprendizagem ocorre não somente no ambiente escolar, mas em qualquer lugar e a qualquer momento da vida social de um indivíduo, mesmo antes dele ingressar na escola.

Na prática pedagógica, a aprendizagem é um dos principais objetivos a ser alcançado. Com o alto nível de exigências da sociedade do trabalho, é necessário que a prática pedagógica oriente suas ações para capacitar o indivíduo a realizar uma aprendizagem significativa que perpasse o ambiente e o período escolar. A escola ainda se constitui no principal ambiente de aprendizagem dos conceitos científicos. Segundo Puentes e Longarezi (2013, p. 5-6),

A escola é o componente fundamental desse sistema educacional da tradição marxista e da teoria histórico-cultural. A ela cabe a responsabilidade de encaminhar os esforços para a formação do interesse ativo e efetivo pelos conhecimentos, que constituem a base do desenvolvimento integral dos estudantes. A escola é a instituição socialmente criada como espaço de humanização e desenvolvimento do homem, pela via da experimentação de mudanças qualitativas na sua vida psíquica, mediante as novas formações (linguagem, percepção, representação, imaginação, memória lógica, atenção, concentração, raciocínio lógico, pensamento teórico, resolução de problemas etc.) constituídas nos processos de ensino-aprendizagem.

Como se pode ver, pela tradição histórico-cultural e marxista, a escola é a principal instituição social para se fazer cumprir o papel da Educação, qual seja: proporcionar as condições para que se efetive a apropriação da cultura criada pelas gerações passadas, por parte do indivíduo, para que este elabore sua própria humanidade e desenvolva sua consciência, visto que o homem não nasce humano, mas se constitui ao longo da convivência social (Ibid.). O mesmo entendimento tem Vygotsky (1998), de que a educação proporcionada pela escola é capaz de produzir o desenvolvimento do indivíduo e que os processos psíquicos construídos de forma planejada são, no quesito de qualidade, superiores àqueles formados espontaneamente.

Na teoria marxista, o método de constituição do ser humano e da construção do conhecimento é o dialético. A aprendizagem constitui-se, dessa forma, por meio do confronto entre os conhecimentos (pensamento) empíricos e os conhecimentos (pensamentos) teóricos, “de processos de aquisição de conhecimentos que modificam as formas de pensamento e possibilitem novas formações psíquicas (o desenvolvimento)”, conforme escrevem Puentes e Longarezi (2013, p. 18).

A aprendizagem, na perspectiva da THC, dá-se pela internalização dos instrumentos constituídos na história social da sociedade, e é em uma atividade intencional e individual. O conceito de atividade é central na teoria histórico-cultural, pois é através da atividade, que tem como elementos formadores o desejo, os motivos, a necessidade, o objetivo, as ações e as operações, que o indivíduo se apropria das experiências socioculturais de seu ambiente (LEONTIEV, 1978). É um conjunto de ações entrelaçadas com vistas a um objetivo comum, onde para cada ação existe uma operação correspondente. Aprender, para Vygotsky (1998, p.115), “... pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que a cercam”.

Segundo esse autor, a relação entre aprendizado e desenvolvimento é:

“... aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas.” (VYGOTSKY, 1998, p.118)

Esse aprendizado vai além da “aquisição da capacidade para pensar, sendo a aquisição de diversas capacidades especializadas para pensar sobre várias coisas. [...] desenvolve várias capacidades de focalizar a atenção sobre várias coisas”, e seu processo “não

pode, nunca, ser reduzido simplesmente à formação de habilidades, mas incorpora uma ordem intelectual que torna possível a transferências de princípios gerais descobertos durante a solução de uma tarefa para várias outras tarefas”, conforme explica Vygotsky (1998, p. 108).

Sobre o que o aluno deve realizar em uma atividade de aprendizagem Freitas (2011, p. 3) diz:

Na atividade de aprendizagem os alunos devem formar conceitos e com eles operar mentalmente (procedimentos lógicos do pensamento), por meio do domínio de símbolos e instrumentos culturais socialmente disponíveis e que na disciplina estudada encontram-se na forma de objetos de aprendizagem (conteúdos).

Segundo Freitas (2011, p. 75), o pensamento teórico é o conteúdo da atividade de aprendizagem e este caracteriza o conhecimento científico. Esse pensamento é conhecido, também, como reflexivo, racional ou por conceitos. Dizer que um aluno aprendeu um conteúdo corresponde à capacidade desse aluno em reelaborar o pensamento teórico relativo a determinado objeto em estudo, sendo que esse pensamento origina-se de um processo investigativo. Conforme escreve a autora (p. 76), “o aluno aprende realmente um objeto quando aprende também as ações mentais ligadas ao objeto, os modos mentais de proceder [...], de agir com ele por procedimentos lógicos de pensamento”.

O pensamento teórico caracteriza-se por desvelar as leis do movimento de um objeto ou de um fenômeno analisando as relações desses com o meio. Por outro lado, classificar, comparar, catalogar objetos e fenômenos através dos seus aspectos externos é o que caracteriza o pensamento empírico. Ambos os tipos de pensamento são importantes na aprendizagem. O desenvolvimento do pensamento teórico favorece o processo de formação de outras funções mentais, em especial os da percepção e da memória (Talizina, 2000 apud Puentes e Longarezi, 2013, p. 7). A formação do pensamento teórico implica na formação de conceitos e nas ações mentais necessárias para tal.

Hedegaard (2002, p.205) expõe as características e o procedimento epistemológico associado ao pensamento (conhecimento) empírico e ao pensamento (conhecimento) teórico. Para o pensamento empírico diz que o mesmo tem a ver com diferenças e semelhanças entre fenômenos, que surge por observação e comparação dos mesmos, que pode ser hierarquicamente ordenado através de suas características formais e é comunicado através da palavra (definição). Já o pensamento teórico é um sistema conectado de fenômenos e não um fenômeno em individual e surge pelo desenvolvimento de métodos em busca da solução das contradições, em busca de compreender as origens, relações e dinâmicas existentes. Em

relação aos procedimentos epistemológicos, o pensamento empírico capta o objeto quando esse é isolado de sua conexão espacial e cronológica para poder ser observado, comparado e categorizado. Em contrapartida, no pensamento teórico, o objeto é observado enquanto se transforma.

Nesse complexo sistema funcional da aprendizagem, alguns pontos são de extrema importância para que seus objetivos possam ser atingidos, quais sejam: a) a qualquer momento da vida escolar de uma criança ou de um adulto, o aluno sempre traz consigo experiências e aprendizados anteriores e b) ninguém é capaz de educar alguém. O primeiro ponto parece simplório e óbvio, e o segundo ponto parece no primeiro momento, radical.

Vygotsky (2004, p. 63) esclarece melhor estes pontos dizendo:

Vimos que o único educador capaz de formar novas reações no organismo é a sua própria experiência. Só aquela reação que ele adquiriu na experiência pessoal permanece efetiva para ele. É por isso que a experiência pessoal do educando se torna a base principal do trabalho pedagógico. Em termos rigorosos, do ponto de vista científico não se pode educar o outro. É impossível exercer **influência imediata e provocar mudanças no organismo alheio**, é possível apenas a própria pessoa educar-se, ou seja, modificar as suas reações inatas através da própria experiência. (grifo nosso).

Mediante isto, sendo o professor incapaz de agir diretamente sobre o aluno, o mesmo deve chamar para si a responsabilidade de influenciar o aluno, no sentido da aprendizagem, atuando sobre o meio em que esses sujeitos se encontram. Apesar de não se poder educar o outro, é válido reforçar que o processo de educação não se dá de forma individual, ao contrário disso, todo esse processo é de natureza social.

Sobre este posicionamento do professor, Vygotsky diz:

...no processo educacional, a experiência pessoal do aluno é tudo. A educação deve ser organizada de tal forma que não se eduque o aluno, mas o próprio aluno se eduque. (2004, p. 64);

E,

O processo de educação deve basear-se na atividade pessoal do aluno, e toda a arte do educador deve consistir apenas em orientar e regular essa atividade. (idem);

E ainda,

Do ponto de vista psicológico, o mestre é o organizador do meio social educativo, o regulador e controlador da sua interação com o educando. (Ibid., p. 65).

A Educação sistematizada, advinda da escola e dos professores, exerce um papel fundamental na formação do pensamento teórico, e assim no desenvolvimento cognitivo.

Para que possa auxiliar o aluno no processo de aprendizagem, o professor deve definir pelo menos dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. Em resumo, o primeiro nível é “o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados”, em outras palavras, “é o indicativo da capacidade mental das crianças daquilo que elas conseguem fazer por si mesmas”. O segundo nível indica aquilo que as crianças conseguem fazer, mas somente com a ajuda de um adulto. (VYGOTSKY, 1998, p. 111).

Em outras palavras, o nível de desenvolvimento real é tudo aquilo que o aluno é capaz de resolver, explicar com suas próprias palavras e exemplificar sem a ajuda de ninguém, nem mesmo do professor. O nível de desenvolvimento potencial corresponde àquilo que o aluno, juntamente com a ajuda do professor ou de colegas, consegue realizar. Por ajuda, entende-se como sendo a atitude de orientar, acompanhar, facilitar a execução de uma tarefa ou a resolução de um problema, nunca a realização/execução da tarefa para o aluno, mesmo que a intenção seja que o estudante aprenda a resolver tal questão.

No objetivo de tentar facilitar o entendimento do que poderiam ser estes níveis de desenvolvimento no âmbito dessa pesquisa, citaremos um exemplo. No estudo do conteúdo de algoritmo, considere que o aluno já tenha sido introduzido aos tópicos denominados da Estrutura Condicional Simples (Se-Então) e da Estrutura Condicional Composta (Se-Então-Senão). De posse desses conhecimentos, ele consegue perfeitamente construir algoritmos que fazem uso da Estrutura Condicional Simples (Se-Então). Entretanto, quando se faz necessário o uso da Estrutura Condicional Composta, o aluno não é capaz de aplicar seu conhecimento para a construção das cláusulas “Então e Senão”. Entretanto, ao tentar resolver o mesmo problema com Estrutura Condicional Composta mediante a ajuda de outro colega, ele obtém sucesso. Observe que o aluno já teve sua introdução ao conteúdo supracitado e sabia aplicar, de forma independente, o conhecimento sobre a Estrutura Condicional Simples, mas não sabia aplicar, sozinho, o conhecimento que detinha sobre a Estrutura Condicional Composta.

Nesse exemplo, o nível de desenvolvimento real compreende o conhecimento sobre a Estrutura Condicional Simples “Se-Então”. O nível de desenvolvimento potencial compreende o conhecimento que o aluno tem sobre a Estrutura Condicional Composta “Se-Então-Senão”, que ainda está em estado embrionário, e por isso sozinho não sabe como

aplicá-lo na resolução do problema. É nesse “vazio” que o professor deve atuar para que o aluno obtenha sua aprendizagem e, assim, o seu desenvolvimento mental.

Na distância entre esses dois níveis, tem-se a Zona de Desenvolvimento Proximal, a ZDP. Essa é, também, um conceito central na Teoria Histórico-Cultural, a respeito do que é e como ocorre a aprendizagem. É através da atuação do professor na ZDP que o mesmo pode auxiliar o aluno em seu processo de aprendizagem.

Para que ocorra essa atuação na ZDP é necessário o estabelecimento de uma relação pedagógica entre professor e aluno. Segundo Tiballi (2008, p. 329), essa relação somente é estabelecida quando baseada no conhecimento científico, pois sem o mesmo essa relação não é pedagógica. Outra marca dessa relação é a contradição existente entre a responsabilidade do professor em preparar seus alunos para a profissão, e os interesses e dificuldades particulares desses alunos.

Sobre a ZDP, Vygotsky a define dizendo:

Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 1998, p. 112)

...define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. (Ibid., p. 113)

... provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. (idem)

A ZDP corresponde a um saber que o aluno não domina completamente um determinado conteúdo, ao ponto de aplicá-lo e relacioná-lo com outros conteúdos, de maneira independente. Contudo, com o auxílio de um indivíduo mais experiente, esse conhecimento ainda não amadurecido poderá vir a se associar com outros conhecimentos já estabelecidos na rede cognitiva do aluno.

A respeito da aplicação do conceito da ZDP, Montenegro (1993, p. 187) esclarece:

Com o conceito de ZDP não se quer dizer que o professor vá ensinar o aluno a pensar; ele vai ajudá-lo a desenvolver seu pensar, partindo do pressuposto de que o aluno carrega a possibilidade que será instituída e ampliada, nas relações sociais, podendo, inclusive, fazer aparecer características do pensar, inexistentes.

A atuação na ZDP implica que o professor deve proporcionar ao aluno, através do seu apoio e do provimento de recursos pedagógicos, a possibilidade desse sujeito ser capaz de

assimilar e aplicar um conhecimento de nível superior àquele ele já domina por si só. Isto não se limita ao repasse de instruções a serem seguidas pelo aluno e nem ao simples acompanhamento individual do aluno, mas deverá o professor criar um contexto que seja favorável à ocorrência de interações sociais, pois é através dessas interações que ocorre a aprendizagem.

O conceito da ZDP leva à reavaliação do papel da imitação no aprendizado, pois psicólogos já tinham demonstrado, em sua época, que as pessoas só conseguem imitar aquilo que está no seu nível de desenvolvimento. (VYGOTSKY, 1998, p. 114).

Montenegro (1993, p. 192) confirma a importância da imitação para a aprendizagem, ao dizer:

Queremos aqui também mostrar a importância da imitação dentro da ZDP, como fator de ampliação do desenvolvimento intelectual da criança. Os psicólogos sabem que para imitar é necessário possuir os meios para se passar de algo que já se conhece para algo novo, e que os animais não se desenvolvem intelectualmente, por meio da imitação. O que é mais importante no caso da imitação é que, com auxílio de quem sabe mais, a criança poderá fazer mais do que seu desenvolvimento efetivo, levando-a a novos níveis de desenvolvimento. Portanto, a imitação torna-se indispensável para a aprendizagem da fala e das matérias escolares, sendo considerada um fator de ZDP.

Pelo exposto, há de se considerar a imitação como possível meio para se aprender o conteúdo de Algoritmo.

O professor deve orientar suas ações e seu planejamento das aulas no sentido de dirigir o aluno para um novo estágio do processo de desenvolvimento cognitivo. Esse novo estágio passa pela aquisição do pensamento (conhecimento) teórico. Hedegaard sugere como devem ser programadas as atividades de ensino com vista a atingir esse objetivo:

O conhecimento teórico deve ser adquirido por meio da atividade investigativa. Na escola, esta atividade é controlada, consistindo da investigação de problemas que contenham os conflitos fundamentais do fenômeno. Um pré-requisito para a aquisição do conhecimento teórico é a atividade didática construída sobre tarefas que iluminam os contrastes encontrados nas relações fundamentais de um fenômeno. Por meio dessa investigação, fica possível apreender o desenvolvimento do fenômeno. (HEDEGAARD, 2002, p. 206)

Compreender os contrastes e investigar o desenvolvimento de um fenômeno são etapas a serem realizadas para a formação de conceitos.

Vygotsky, a respeito do conceito e da sua formação diz:

Como sabemos, a partir de investigações do processo de formação dos conceitos, um conceito é algo mais do que a soma de certas ligações associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um complexo e genuíno ato de pensamento, que não pode ser ensinado pelo constante repisar, antes pelo contrário, que só pode ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança tiver atingido o nível necessário. Em qualquer idade, um conceito encarnado numa palavra representa um ato de generalização. Mas o significado da palavra evolui [...]. (VYGOTSKY, 1989, p. 83).

A formação de conceitos, segundo Rego, é de extrema importância para Vygotsky, pois ela sintetiza as principais teses a respeito do desenvolvimento humano, quais sejam: relações entre pensamento e linguagem, a mediação pela cultura na constituição do psicológico do indivíduo e o processo de internalização de significados e conhecimentos. (REGO, 2007, p. 76, OLIVEIRA, 1992, p.23).

Ainda, segundo as autoras:

Na perspectiva vygotskiana, os conceitos são entendidos como um sistema de relações e generalização contidos nas palavras e determinado por um processo histórico cultural: “são construções culturais, internalizadas pelos indivíduos ao longo de seu processo de desenvolvimento.” (Ibid.)

Para Freitas (2011, p. 4), “Um conceito apresenta as relações dinâmicas que se encontram na base da origem do objeto. A análise dessas relações genéticas é que conduz o aluno a compreender o conceito de um objeto compreendendo primeiro sua essência, não sua aparência”.

Em seus estudos a respeito da formação de conceitos, Vygotsky inicia destacando os inconvenientes percebidos em dois métodos “tradicionais”, existentes à sua época, sobre os estudos dos conceitos: o método da definição e o método de estudos da abstração. No primeiro método, ele destaca que seu problema está em operar “quase que exclusivamente com a palavra, esquecendo que o conceito [...] está vinculado ao material sensorial de cuja percepção e elaboração ele surge [...]”, e por assim ser o essencial fica sem ser estudado, a sua relação com a realidade. Já no segundo método, “apesar de tentar superar as deficiências dos métodos puramente verbais... e estudar as funções e os processos psicológicos” fundamentais para a formação do conceito, seu defeito é “ignorar o papel da palavra, o papel do símbolo no processo de formação de conceitos”. “...os métodos tradicionais de estudo dos conceitos [...] operam ou com palavras sem matéria objetiva, ou com matéria objetiva sem palavras”. (VYGOTSKY, 2009, p. 152 e 153).

Um grande salto ocorreu com os estudos realizados por Ach³⁸, através do método denominado sintético-genético, que incluía a parte material que serve de base para a elaboração do conceito juntamente com a parte da palavra pela qual surge o conceito. A principal conclusão obtida por Ach é de que ao estudar a formação do conceito através de palavras “soltas”, de forma estagnada, fora de sua relação natural, ou seja, simplesmente defini-lo através de palavras “estáticas”, omite-se que o mesmo “encontra-se no processo mais ou menos vivo e mais ou menos complexo do pensamento, sempre exerce alguma função de comunicar, assimilar, entender e resolver algum problema”. (VYGOTSKY, 2009, p. 154).

Ainda sobre os experimentos de Ach, Vygotsky relata as seguintes conclusões a respeito do processo de formação de conceitos:

... a formação de conceitos é um processo de caráter produtivo e não reprodutivo, que um conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa voltada para a solução de algum problema, e que só a presença de condições externas e o estabelecimento mecânico de uma ligação entre palavra e o objeto não são suficientes para a criação de um conceito. (Ibid., p. 156)

E que:

... a formação de conceitos não segue o modelo de uma cadeia associativa, em que um elo suscita e acarreta outro, mas um processo orientado para um fim, uma séria de operações que servem como meio para a solução de problema central. (Ibid., p. 157)

Pelos estudos realizados ele concluiu que o surgimento do conceito está, de forma imperativa, ligado a alguma atividade voltada para um fim ou para uma solução de algum problema, e que o conceito surge, primeiramente, através de um signo, que neste caso é a palavra “que em princípio tem o papel de meio de formação de um conceito e, posteriormente, torna-se seu símbolo”. (Ibid., p. 161).

Outra constatação a que chega Vygotsky é de que somente na fase da puberdade o indivíduo é capaz de formar conceitos. Entretanto, essa capacidade tem seu princípio de formação ainda na fase mais precoce da infância, e por estar em um meio social desde seus primeiros momentos de vida, o indivíduo vivencia toda uma experiência cultural e assim assimila o material provindo desse meio (valores, ideias, conceitos, concepção de mundo, etc.). Isto ocorre porque se faz necessária, para a formação de conceitos, “o domínio do fluxo dos próprios processos psicológicos através do uso funcional da palavra ou do signo, e isto só ocorre na adolescência” (Ibid., p. 172).

³⁸Narziss Kaspar Ach, psicólogo tedesco, autor do livro *Ueber die Begriffs bildung* (Sobre a formação de conceitos) 1921.

Assim, Vygotsky define a formação de conceitos como sendo:

...irredutível às associações, ao pensamento, à representação, ao juízo, às tendências determinantes, embora todas essas funções sejam participantes obrigatórias da síntese complexa que, em realidade, é o processo de formação de conceitos. (Ibid., p. 169).

Schoreder (2007, p. 300) diz que:

Para Vygotsky, a construção conceitual não é um processo passivo ou uma simples formação por associação: “o conceito não é simplesmente um conjunto de conexões associativas que se assimila com a ajuda da memória, não é um hábito mental automático, mas um autêntico e completo ato do pensamento.”³⁹

Uma atitude comum e equivocada por parte de muitos docentes é de acreditar que escrevendo ou ditando a definição de um determinado objeto, também, se estaria sendo feita aí a conceituação do mesmo. Outra atitude incorreta é buscar o conceito de um objeto através da generalização daqueles aspectos comuns em uma determinada classe de objetos.

Sobre a questão da conceituação com base na generalização, Libâneo citando Lerner e Skatkin⁴⁰ (1978, p. 80) diz que:

A formação de conceitos não se reduz à generalização de aspectos idênticos em muitas disciplinas, como se tem feito até hoje na didática. Este tipo de generalização realmente existe no nível do conhecimento empírico, mas ela não permite aprofundar, penetrar na essência da matéria, nos vínculos e relações internas de seus elementos, compreender a matéria em sua origem e desenvolvimento. (...) A generalização não se produz encontrando aspectos semelhantes ou comuns a um grupo de objetos, mas revelando seu fundamento genético geral sob o prisma de seu desenvolvimento. (...) O processo de generalização se manifesta como busca do particular que surgiu da "célula" inicial, como dedução do fundamento genético geral de todas as disciplinas particulares que compõem o sistema

Como dito anteriormente, antes mesmo da criança adentrar a escola ela traz consigo diversos conhecimentos obtidos pela relação com o Outro em seu ambiente social. No interesse de explicar o papel da escola quanto ao desenvolvimento do indivíduo, ocorre por parte de Vygotsky, a diferenciação entre esses conhecimentos advindos da convivência pessoal e cotidiana da criança e os conhecimentos adquiridos no ambiente escolar. Os

³⁹ VYGOTSKY, Obras Escogidas, 1993, p. 184).

⁴⁰ LERNER, I. Y. e SKATKIN, M.N Tareas e contenido de La enseñanza geral y politécnica. In: DANILOV, M. A. e SKATKIN, M. N. Didáctica de La escuela média. Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1984.

primeiros conhecimentos são denominados de conceitos cotidianos ou espontâneos, enquanto que os segundo tipo de conhecimento é conhecido como conceitos científicos.

Os conceitos cotidianos ou espontâneos são aqueles construídos pela criança mediante a observação, a manipulação, vivência cotidiana da mesma em seu ambiente sociocultural. Estes conceitos estão sob a influência da cultura na qual a criança está inserida. Conforme Oliveira (1992, p. 30-31) explica, esse indivíduo interage com o mundo real e com as suas formas de organização dadas pela cultura. Essas formas serão internalizadas ao longo do processo de desenvolvimento do indivíduo, constituindo-se no material simbólico mediador entre o sujeito e o objeto de conhecimento. Essa interação é direcionada pelas palavras que indicam categorias organizadas pela cultura local.

O processo de aquisição do conceito científico dá-se por meio do ensino sistematizado, em situações formais de ensino e aprendizagem, por acesso ao conhecimento científico construído e acumulado pela humanidade, pelo envolvimento consciente dos processos mentais. Logo, o local mais indicado para a aquisição dos conceitos científicos, é a escola. Entretanto, esses conceitos não são ensinados em sua forma final.

Rego (2007, p. 77) reafirma essa posição dizendo que “os conceitos científicos se relacionam àqueles eventos não diretamente acessíveis à observação ou ação imediata das crianças: são os conhecimentos sistematizados, adquiridos nas interações escolarizadas”.

Conforme Vygotsky (2009, p. 170) explica:

...nem a acumulação de associações, nem o desenvolvimento do volume e da estabilidade da atenção, nem o acúmulo de grupos de representações [...] pode levar à formação de conceitos e, nenhum deles pode ser considerado fator genético essencialmente determinante no desenvolvimento de conceitos. O conceito é impossível sem palavras, o pensamento em conceitos é impossível fora do pensamento verbal [...].

Sobre a tentativa do professor em transmitir diretamente um conceito, ele esclarece:

O ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pelas crianças, semelhante a de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo. (VYGOTSKY, 1989, p. 72).

Apesar de serem essencialmente distintos, esses dois tipos de conceitos são partes do processo de formação de conceitos. Os conceitos científicos de hoje, serão os conceitos espontâneos de amanhã.

Por fim, ao se tratar da questão da aprendizagem sob a perspectiva sócio-histórica-cultural, deve-se considerar que a atividade a ser realizada pelo aluno é fundamental para o processo de aprendizagem. E por assim ser, há de se considerar a questão da motivação para a realização desta atividade. Em se tratando da formação de conceitos, Vygotsky esclarece que:

É precisamente com o auxílio dos problemas propostos, da necessidade que surge e é estimulada, dos objetivos colocados perante o adolescente que o meio social circundante o motiva e o leva a dar esse passo decisivo no desenvolvimento do seu pensamento. [...] a força motivadora que determina o desencadeamento do processo [...] não está radicada dentro mas fora do adolescente e, neste sentido, os problemas que o meio social coloca diante do adolescente em processo de amadurecimento e estão vinculados à projeção desse adolescentes na vida cultural, profissional e social dos adultos são, efetivamente, momentos funcionais sumamente importantes que tornam a reiterar o intercondicionamento, a conexão orgânica e a unidade interna entre os momentos de conteúdo e da forma no desenvolvimento do pensamento. [...] onde o meio não cria os problemas correspondentes, não apresenta novas exigências, não motiva nem estimula com novos objetivos o desenvolvimento do intelecto, o pensamento não desenvolve todas as potencialidades que efetivamente contém, não atinge as formas superiores ou chega a elas com um extremo atraso. (VYGOTSKY, 2009, p. 171).

A partir da exposição da teoria histórico-cultural, permeada por alguns de seus conceitos centrais - a mediação, a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), o pensamento teórico e a formação de conceitos, buscar-se-á associar esses conceitos aos processos de ensino e aprendizagem de Algoritmos, no sentido de compreendê-los sob esta perspectiva.

3.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ALGORITMO SOB A ÓTICA DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Conforme já foi dito em seções anteriores, o algoritmo tem suas raízes na Matemática. Partindo dessa afirmativa, acreditamos que o conhecimento acumulado historicamente sobre os processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, guardadas suas peculiaridades, pode servir aos processos de ensino e aprendizagem de Algoritmo.

Na busca pela associação da Teoria Histórico-Cultural (THC) com o ensino e a aprendizagem de Algoritmo, e partindo do pressuposto acima, os trabalhos, teses e livros de autoria dos membros do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Atividade Pedagógica – GEPAPe, vinculado à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, vêm embasar esta seção que trata da relação entre a THC e a aprendizagem de Algoritmo.

Conforme abordado anteriormente, a THC baseia-se no materialismo histórico-dialético de Karl Marx. Sob a ótica dessa teoria, o homem torna-se homem ao se apropriar da cultura da sociedade em que vive. A cultura é o resultado de tudo que a sociedade humana produziu no decorrer de sua história através do trabalho. O trabalho, uma atividade exclusivamente humana é a principal atividade do desenvolvimento humano. Ao realizar um trabalho, objetiva-se a satisfação de uma necessidade, seja ela biológica, seja ela cultural, seja ela coletiva ou particular.

Os atos de aprender e de ensinar não são involuntários e nem isentos de intenções. Assim, aprender não é algo espontâneo ou instintivo. Aprender consiste em uma atividade a ser realizada e, portanto, segundo Rigon *et. al.* (2010, p. 23), “deve haver um motivo pelo qual o sujeito se dispõe a agir a partir de uma necessidade”. Ainda segundo esses autores, a atividade humana tem a intenção de satisfazer a uma necessidade imposta ao homem por sua relação com seu meio natural ou culturalizado. Por isso, pode-se concluir que há uma necessidade do aluno em aprender algoritmo devido a algum motivo.

A necessidade de aprender algoritmo, uma vez que é imposta pela relação com o meio em que vive, sob um determinado contexto, é a mesma para todos aqueles que desse meio fazem parte. Entretanto, os motivos que levam o aluno se predispor a aprender algoritmo são individuais. Porém, mesmo sendo individuais, novos motivos podem ser formados e ativados por motivos sociais.

Nesses termos, o meio no qual estão inseridos os sujeitos desta pesquisa é a Instituição de Ensino, mais especificamente, o curso de nível superior que frequentam. A necessidade imposta a esses alunos é a obtenção de grau para aprovação na disciplina que trata o conteúdo de Algoritmo. Mesmo sendo individuais, alguns motivos podem ser elencados: a) a vontade real de aprender; b) obter uma boa nota; c) não ser reprovado na disciplina; d) disputa entre colegas etc.

Expostos alguns motivos e a necessidade de se aprender algoritmo, passemos a apresentar uma proposta para o processo de ensino e aprendizagem baseado nos princípios da THC sem, contudo considerá-la ou confirmá-la como a proposta mais correta para tal situação.

A THC entende que o processo de ensino e aprendizagem não deve se dar, exclusivamente, nos parâmetros do pensamento empírico. Segundo Rosa *et. al.*:

Quando observamos uma organização do ensino fundamentada nas bases do pensamento empírico, é comum encontrarmos estudantes com grande dificuldade em diferenciar os atributos essenciais dos insubstanciais de um objeto ou fenômeno.

Isso ocorre porque nem sempre a exemplificação, a operacionalização ou a definição adequada de determinado conceito garantem que o estudante tenha se apropriado dos atributos essenciais do objeto ou fenômeno. [...]. Contudo, a compreensão teórica das distinções entre os objetos ou fenômenos exige o entendimento das suas características substanciais, que necessariamente não precisam corresponder aos aspectos externos, e o reconhecimento da sua existência em determinados objetos ou fenômenos. (ROSA *et. al.*, 2010, pp. 78-79).

Rolindo (2007, p. 54) afirma que “o pensamento empírico tem caráter externo, imediato; as representações estão ligadas diretamente à atividade prática e os dados são obtidos da atividade sensorial”. Diz ainda, que no pensamento empírico os processos de pensamento se reduzem a comparação entre os dados sensoriais concretos com o objetivo de levantar traços gerais e classificar os objetos, e que nestes processos não são oferecidas as condições para que ocorra uma aprendizagem significativa por parte do estudante.

A THC propõe em contrapartida à exclusividade do pensamento empírico, o entremeamento com o pensamento teórico. Em ambos os casos, o pensamento empírico e o pensamento teórico, é necessário “compreender o sentido lógico e teórico dos processos e das formas principais do pensamento: a generalização, a abstração e o conceito”, conforme apontam Rosa *et. al.* (2010, p. 68).

Segundo esses autores, na base empirista, a formação do conceito se dá por um processo que se inicia com a comparação entre objetos ou fenômenos, segue pela análise, pressupõe uma síntese e termina em uma generalização. A abstração, nas bases empiristas, é componente do processo de generalização e é estabelecida pela secessão do geral e sua conferência com o particular. Rosa *et. al.* (2010, p. 73) ratificam o conceito de Davidov, para quem um conceito é tido como “toda a generalidade abstrata expressa por palavras”. A generalização é o caminho que vai do particular ao geral, por meio do destaque dos atributos comuns nos objetos e fenômenos observados, estando seu ponto de partida na intuição e na percepção do aluno através da ação dele sobre o objeto de estudo.

Como vimos, a base empirista orienta o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo adotado no curso superior analisado nesta pesquisa. Trabalha-se, geralmente, a partir de definições do que vem a ser Algoritmo. Logo em seguida, parte-se para exemplos, aplicações e usos do algoritmo no mercado de trabalho e na vida cotidiana. Objetiva-se, com isso, que o aluno seja capaz de identificar as características listadas na definição de algoritmo, em suas nas tarefas do dia a dia. Um dos resultados desse processo é que muitos dos alunos passam a classificar e estruturar diversas operações e ações diárias (ex.: escovar os dentes, fazer um

bolo, pentear o cabelo) de forma “algoritmizada”, quando muito delas não podem ser caracterizadas como tal. Outro resultado desse processo é que alguns alunos conseguem desenvolver soluções algorítmicas para problemas semelhantes por meio da comparação. Exemplo clássico dessa situação é quando o aluno “consegue” desenvolver um algoritmo para subtração de dois números após ele ter copiado a solução de um algoritmo para adição de dois números. Ao atentar para que apenas o sinal da operação matemática deve ser alterado, de adição (+) para subtração (-), ele “consegue” resolver o problema proposto. Resolver o problema por esse método não certifica que o aluno compreendeu o algoritmo porque, aparentemente, esse caminho não indica que ocorreu por parte do aluno o uso dos conceitos necessários para a construção dessa solução.

Esse caminho, do particular ao geral, é o inverso ao proposto pela THC para o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, dentre eles incluímos o conceito de Algoritmo. O caminho proposto dá-se pela construção do conceito, pela abstração e pela generalização, em um movimento contínuo, não em momentos distintos e contínuos, mas de forma concomitante. Assim, não se trabalha com base em uma definição estática e fechada, mas para se chegar a um conceito. Esse é o caminho do pensamento teórico, o qual “não trabalha com representações gerais, mas sim, com os próprios conceitos” e cujo “conteúdo é encontrado na própria existência mediatizada, refletida e essencial do ser” e, portanto, “constitui ao mesmo tempo a forma do reflexo do objeto e o meio da sua reprodução e estruturação mental”, conforme afirmam Rosa *et. al.* (2010, p. 74-75). Esses autores dizem, ainda, que o entendimento dos princípios gerais de um determinado objeto, ou seja, a compreensão dos conhecimentos teóricos possibilitará ao estudante sua aplicação em variados contextos com pouca ou nenhuma intervenção do Outro.

Para Rolindo (2007, p. 54), o desenvolvimento do pensamento teórico implica em dizer que os conteúdos a serem ensinados devem ser compostos pelos “conhecimentos teóricos”. Por conhecimento teórico entende-se que o mesmo é formado pelo “domínio do processo de origem e desenvolvimento das coisas mediante o pensamento teórico, que estuda e descreve a lógica dialética”.

O método proposto para a construção do pensamento teórico é o método de ascensão do abstrato ao concreto. Nesse método, “[...] não se entende o conceito como uma abstração; ele é, na verdade, o concreto gerado com base na associação de abstrações”, segundo Moura

et. al. (2010, pp. 86-87), sendo que a abstração “é a capacidade de empregar a compreensão teórica do seu objeto” (informação verbal)⁴¹.

Nesse percurso, o papel do professor é de proporcionar atividades em que teoria e prática estejam articuladas, de forma que essa ação capacite o aluno a compreender, analisar e, se necessário, intervir em sua realidade social. Assim, é necessário que tais atividades abranjam características dos diversos contextos sociais nos quais os alunos estão inseridos. O professor deve procurar atuar além da operacionalização destas atividades, buscar realizar ações que façam que o aluno aprenda o conteúdo que está sendo estudado.

Sobre o que vem a ser o “aluno aprender o conteúdo”, Tiballi (2008, p. 329) explicita que:

A aprendizagem somente se realiza quando o sujeito é capaz de subjetivar o conhecimento objetivado pelo professor, por meio dos recursos didáticos que utiliza, de modo a transformá-lo em saber. O conhecimento, somente quando incorporado à rede conceitual do aluno transforma-se em saber. Quando limitado à compreensão do conteúdo apresentado pelo professor não ultrapassa a memória e não atinge a elaboração cognitiva que amplia as possibilidades de explicação da realidade e permite o amadurecimento intelectual e a capacidade de pensar do aluno. Só há ensino quando há aprendizagem e esta só se realiza mediante a construção do saber por parte do aluno. Aprendizagem aqui entendida, portanto, como exercício da razão.

Cabe ainda ao professor, segundo Rolindo (2007, p.55), construir seu saber profissional em três dimensões: a) a dimensão científica que consiste na análise lógica, histórica, sociológica e epistemológica de diversas disciplinas; b) a dimensão pedagógica e c) a dimensão empírica composta pela experiência do professor e dos alunos. E todas estas dimensões estão integradas às didáticas específicas de cada uma delas.

No processo de construção do conceito, a dimensão histórica é tida como uma das formas de trazer à tona o processo histórico-cultural do conceito. Em outras palavras, é resgatar a história da formação do conceito.

Para Moretti (2007),

[...] compreender a essência das necessidades que moveram a humanidade na busca de soluções que possibilitaram a construção social e histórica dos conceitos é parte do movimento de compreensão do próprio conceito. (MORETTI, 2007, p. 97).

A história referenciada pelo autor não é só a história do objeto, sua produção e desenvolvimento, mas também a história de como a humanidade se apropriou desse objeto, ou seja, a história de seu conhecimento. (MORETTI, 2007, p. 98).

⁴¹ Informação fornecida pela professora Dra. Elianda Tiballi durante a banca de qualificação desta pesquisa em 12 de março de 2013.

Nesse movimento histórico-cultural do conceito, conforme a THC, o trabalho é a atividade principal do ser humano e é sempre intencional e motivado por uma necessidade. Assim, a construção de um conceito está ligada a uma solução para algum problema. Então, qual seria a necessidade motivadora da criação do conceito de Algoritmo? Segundo o que foi já foi exposto anteriormente, pode-se concluir que essa necessidade foi a de classificar as soluções padronizadas de determinadas operações matemáticas. Dessa maneira, ao se determinar uma solução universal⁴² para uma determinada classe de problemas matemáticos, como, por exemplo, a adição de dois números inteiros positivos, ela passaria a ser classificada como um algoritmo. Esse conceito, do que viria a ser um Algoritmo, posteriormente, extrapola os limites da Matemática e passa a ser utilizado nas mais diversas áreas do conhecimento.

Como se pode ver, a construção de um conceito é de ordem social. Da mesma forma deve ocorrer a transmissão de um conceito em uma sala de aula. Logo, um ambiente de aprendizagem em grupo pode vir a contribuir significativamente para essa transmissão. Sobre o objetivo da aprendizagem em grupo, Ferreira (2008, p. 290) diz:

O papel da aprendizagem em grupo é promover um conhecimento mais profundo e estruturado em comparação ao conhecimento adquirido individualmente. Um conhecimento mais aprofundado é caracterizado pelo entendimento de conceitos, princípios ou de sucessivas re-interpretações de conceitos. [...]. Alunos atuando colaborativamente podem ser levados a alcançarem melhor grau de proficiência do que individualmente, estruturando o conhecimento em unidades maiores e mais coerentes.

Em síntese, necessário se faz que o papel da escola seja sempre posto em evidência, qual seja, a transmissão dos conhecimentos científicos historicamente produzidos e socialmente mandatórios para uma existência social. Através dessa transmissão, busca-se humanizar o indivíduo, tornando-o parte da sociedade, capacitando-o a agir sobre ela e a compreender a ação que sofre dela.

O conhecimento teórico é fundamental para que isso aconteça, porque a teoria não está engessada pelo contexto ou pelo momento. O movimento da História se dá na prática, sob as condições materiais da vida humana. Condições estas que são alteradas pelo trabalho e pela ação do homem sobre a natureza com o objetivo de adaptá-la a si. Logo uma prática está diretamente relacionada a um momento e a um contexto, diferentemente da teoria.

⁴² A expressão solução universal é aqui empregada no contexto do Algoritmo. Corresponde a dizer que uma solução universal (algoritmo) serve para resolver todos os problemas de uma classe específica.

É função primordial da escola e dos seus profissionais oferecer uma Educação que vá além da formação nas bases empíricas. Uma Educação que desenvolva o indivíduo tanto no aspecto humano quanto no aspecto psíquico. Essa é a proposta de Educação da THC.

Tendo em vista o que foi descrito neste capítulo, observa-se a potencialidade da aprendizagem do Algoritmo para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Desenvolvimento este que pode ser auxiliado pelo estímulo ao uso do raciocínio lógico e das funções psicológicas superiores (memória lógica, planejamento, atenção voluntária, etc.) necessários para a construção de um algoritmo. Sendo o aluno levado a utilizar de forma consciente essas funções, elas são reconstruídas a cada novo passo na aprendizagem, por meio de novas conexões entre conteúdos já armazenados e aqueles recém-adquiridos e pela relação com o Outro.

Especificamente, no curso de Tecnologia em Geoprocessamento, o raciocínio lógico trabalhado nesta disciplina e que deverá servir para os próximos conteúdos, é do tipo Dedutivo. Este tipo de raciocínio lógico visa a determinação de uma conclusão através do uso de sua premissa e da regra. Esta linha de raciocínio é representada dentro do algoritmo, principalmente, pela estrutura condicional Se-Então-Senão.

O processo de desenvolvimento do conhecimento científico é um processo sistematizado. Esse tipo de conhecimento não acontece ao acaso, mas sim, por meio de métodos bem definidos. Aprender a pensar de forma algorítmica pode ajudar na aquisição pessoal do conhecimento científico. Entretanto, como todo processo de construção do conhecimento é um processo social, é necessário que sejam propiciadas situações, ambiente e condições adequadas para que esse processo obtenha êxito.

Utilizamos a THC como base teórica por entendermos que a aprendizagem de Algoritmo envolve questões, tais como: uma “nova” linguagem, mais formal, com novos símbolos e significados; a necessidade de resgatar parte de experiências e conhecimentos anteriores; a necessidade que tem o professor de compreender as particularidades socioculturais de seus alunos e de se adequar a essa realidade; por concordarmos que o conhecimento é constituído socialmente em um movimento de construção e reconstrução permanente, e por entendermos que não se pode reduzir o êxito da aprendizagem de Algoritmo a um dom ou talento, mas que devemos entender o aluno em sua totalidade para que ocorra essa aprendizagem.

RESIGNIFICAÇÕES INICIAIS

A fonte das dificuldades de aprendizagem de um aluno não deve ser buscada apenas no mesmo, mas também na maneira pela qual se concebe o contexto escolar ao qual ele é confrontado. De forma semelhante, a razão dos baixos níveis de aprendizagem em Algoritmo não deve ser creditada somente ao aluno ou ao professor. Para aqueles que se formaram em cursos superiores da área de Educação isso pode soar como uma expressão de senso comum. Contudo, para um professor com formação na Área da Ciência da Computação, onde não lhe é proporcionado oportunidades para a obtenção de conhecimentos específicos sobre as teorias de aprendizagem, isto corresponde a uma mudança importante no tratamento dessa questão.

Foi dessa forma que iniciei este trabalho: com uma atitude aberta frente a uma nova perspectiva sobre a Educação, sobre o que é Educar, sobre o que é ser professor e sobre qual o papel da escola na sociedade. Partindo de minha própria experiência como aluno e professor, todas as novidades (re)descobertas à luz da THC foram sendo reelaboradas em um processo dialético que conduziram-me a novos saberes e transformaram-me ao longo desta caminhada. Assenti, a partir da THC, que a aprendizagem, o desenvolvimento cognitivo, a mediação e a formação de conceitos deveriam ser os pontos balizadores no desenvolvimento desta pesquisa. A certeza pela opção de embasar teoricamente esta pesquisa na THC foi-se concretizando ao longo da construção da mesma. Inicia-se pela necessidade de compreender o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo além de uma relação de causa e efeito, mas a partir dos princípios pedagógicos de uma teoria da aprendizagem que contemplasse a trajetória sócio-histórica coletiva da sala de aula, e a partir daí o respeito à individualidade de cada aluno. Finaliza-se através da revisão da literatura realizada, quando foi possível averiguar que faltavam aos estudos analisados este olhar pedagógico, o que acabava por não contribuir para o avanço no campo de estudos sobre o problema da aprendizagem de Algoritmo.

Para este pesquisador o baixo nível de aprendizagem de Algoritmo apresentado pelos alunos do curso superior de Tecnologia em Geoprocessamento, mantém estreita relação com a questão central desta pesquisa, qual seja: do ponto de vista da THC, qual é o papel do ensino e da aprendizagem de Algoritmos na Educação Profissional de nível tecnológico, em cursos da área profissional de Geomática?

Assim, esse papel pode e deve ser analisado sob as perspectivas dos sujeitos envolvidos e a do processo como um todo. Decorre daí a necessidade de compreender qual é

o papel que esses sujeitos, o professor e os alunos, atribuem à disciplina de Computação e como eles entendem o processo de trabalho desta disciplina dentro da realidade do curso.

Sob a perspectiva do senso comum e do ensino tradicional ao se atribuir a responsabilidade pelo baixo nível de aprendizagem de Algoritmo essa recairá, separadamente, sobre cada um dos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Isto, porém vai de encontro aos princípios da THC.

Imputando ao professor tal responsabilidade, a principal deficiência levantada estaria na sua formação pedagógica. Essa característica é facilmente observável na prática de ensino de professores da área de Computação e, também, em outras áreas de cunho tecnológico. Esta deficiência, no meu ponto de vista, é a base para o surgimento de outras: a incapacidade de reconhecer as habilidades dos alunos e assim traçar estratégias pedagógicas apropriadas, o uso de metodologia inadequada, as falhas no planejamento e na execução das aulas.

Por outro lado, caso fosse atribuída ao aluno a responsabilidade pelo baixo nível de aprendizagem em Algoritmo, as suas deficiências se assentariam, principalmente, na formação obtida nos anos letivos anteriores. Formação essa realizada nas premissas do positivismo, na importância dada à repetição de fórmulas, na falta de estímulo do raciocínio lógico, na preocupação primeira em esgotar os conteúdos de Matemática e Português e de outras disciplinas.

Na THC não cabe a simples responsabilização, individual ou conjunta, das partes envolvidas em um processo de ensino e aprendizagem. Como foi dito anteriormente, é necessário que a análise seja realizada de forma concomitante sob as perspectivas dos sujeitos e do processo.

Assim, esta análise foi feita a partir do ponto de vista do processo do trabalho com a disciplina Computação, na perspectiva dos professores e alunos. Esse processo de trabalho da disciplina, no meu entendimento, interfere diretamente na percepção desses sujeitos a respeito do papel da disciplina dentro da matriz curricular do curso, e em um movimento de retroalimentação contínua, acaba por sofrer interferências devido a essa percepção. Isto por sua vez impacta diretamente no nível de aprendizagem do aluno.

Dentro desse processo destaco o posicionamento e a função da disciplina Computação que abrange o conteúdo de Algoritmo. Ficou claro que a oferta dessa disciplina já no primeiro semestre do curso, bem como a própria natureza da disciplina são de ordem técnica. Isto está explicitamente colocado no objetivo geral e nos objetivos específicos do programa de ensino, quais sejam: “Desenvolver e analisar algoritmos...” e “Adquirir capacidade para escrever **automaticamente** programas [...]” (grifo nosso). Logo, o objetivo desta disciplina dentro da

matriz curricular do curso de Geoprocessamento é capacitar o aluno a compreender e aplicar as técnicas de programação de computadores, para que as mesmas sejam utilizadas na disciplina Ajustamento de Observações ministrada no 4º semestre do curso. Para essa disciplina é necessário que o aluno conheça a técnica de programação estruturada para que possa fazer uso do software Matlab⁴³.

Contribuindo com essa alienação a respeito do papel da disciplina Computação, ao analisar o programa de ensino (Anexo A), pode-se considerar que este documento foi constituído na perspectiva instrumental e com o intuito de apenas prover o aluno de capacidades/habilidades técnicas. Pela forma como foi estabelecido esse documento, cuja função é nortear o trabalho de ministrar a disciplina Computação, evidencia-se que o mesmo é insuficiente e ineficaz para tal objetivo. Nada além da simples transmissão de conteúdo pode ser esperado por parte da coordenação do curso e dos professores, tendo unicamente este documento como ponto de partida e orientação para o trabalho com esta disciplina. Falta-lhe complementar e alterar dados e informações no sentido de contextualizar e explicitar a(s) relação(ões) da disciplina e seu conteúdo com outras disciplinas, além da revisão da metodologia e da avaliação.

Em oposição à simples transmissão de conteúdos e construção de habilidades técnicas, tem-se que os objetivos primordiais almejados ao se ofertar o conteúdo de Algoritmo, devem ser: o desenvolvimento do raciocínio lógico, da capacidade de abstração, da capacidade de definir e delimitar um problema, realizar a interação com conteúdos de outras disciplinas.

A busca pelos objetivos citados influenciaria positivamente no desenvolvimento cognitivo do aluno, pois no processo de ensino e de aprendizagem de Algoritmo é necessário tanto ao professor quanto ao aluno a utilização e o aprimoramento de diversas funções mentais superiores. Dentre elas, a memória, o raciocínio lógico e a atenção voluntária. Também é exigido do aluno que ele realize operações de compreensão do texto, de extração de informações relevantes através da análise do enunciado, de busca por conceitos na memória de curto e longo prazo, que estabeleça relações entre esses conceitos e desenvolva uma solução através de uma sequência de comandos logicamente ordenada. Além de possibilitar o resgate e o aproveitamento de conhecimentos adquiridos através das

⁴³ É uma linguagem de alto nível e um ambiente interativo para computação numérica, visualização e programação. Serve para analisar os dados, desenvolver algoritmos e criar modelos e aplicações. A linguagem, ferramentas, e as funções matemáticas inclusas permitem-lhe explorar múltiplas abordagens e chegar a uma solução mais rápida do que com planilhas ou linguagens de programação tradicionais, como C / C ++ ou Java. Pode ser usada para uma variedade de aplicações, incluindo processamento de sinais e comunicação, processamento de imagem e vídeo, sistemas de controle, teste e medição, finanças computacional e biologia computacional. (tradução nossa). Disponível em: <<http://www.mathworks.com/products/matlab/>>. Acesso em 14 jul 2013.

experiências da vida particular de um aluno, a construção de um algoritmo provê a ele oportunidades de compartilhá-las com seus colegas de sala e com o professor. Isto porque não existe somente uma única solução para um problema apresentado em sala de aula, e possivelmente, essa solução irá necessitar de conhecimentos de naturezas diversas para sua construção. Ainda assim, mesmo com toda essa potencialidade para auxiliar o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo, isso não foi detectado nas observações realizadas.

Na perspectiva da THC, não é possível analisar a aprendizagem isolada do ensino. Então, sob essa perspectiva e do ponto de vista do docente, por que não está ocorrendo a aprendizagem necessária para o desenvolvimento cognitivo do discente?

Como já foi visto nos capítulos anteriores, as relações entre o indivíduo e o meio, e entre indivíduos é uma relação mediada. Dessa forma, a relação de ensino e aprendizagem se dá, primordialmente, pela mediação entre professor e aluno, com o uso de signos e instrumentos. Pela observação realizada, as formas de mediação predominantes nas aulas foram a linguagem oral e a linguagem escrita. Mesmo o professor fazendo uso de uma linguagem de nível popular, foi possível concluir que os alunos não compreenderam o que estava sendo transmitido. Esse fato pode ser verificado pela quase total inexistência de diálogo entre professor e alunos, e pela falta de respostas às perguntas feitas pelo professor durante a explanação. Logo, pode-se concluir que a mediação realizada pela linguagem oral e escrita não foi suficiente para a formação do conceito de vetores. Isto pode ter ocorrido da mesma forma com conceitos expostos anteriormente.

A simples mediação pela linguagem oral e escrita, no caso de Algoritmos, não se mostrou como um meio eficaz para conduzir o aluno à abstração desse objeto de conhecimento. A capacidade de abstrair é de fundamental importância na compreensão e aprendizagem de Algoritmo, pois um software (algoritmo codificado) é puramente abstrato. Ao se trabalhar com o conteúdo de vetores, e durante todo o curso, poderia o professor ter feito uso de outros meios de mediação no sentido de tornar “físico e visível” este conceito. Torná-lo físico e visível é constituir um signo que o represente. Através desse signo, a atribuição de um significado e sua internalização, por parte do aluno, poderá facilitar a inclusão deste novo conceito à sua rede pessoal de conhecimentos.

Como já foi exposto, o movimento de internalização é proposto pela THC para a formação de conceitos e sua direção se dá no sentido do abstrato para o concreto. Conforme Libâneo (2009), este concreto do objeto representado pelo signo, é o concreto que realmente existe, é o concreto pelo qual o aluno é estimulado a fazer observações através da atenção

voluntária, do toque e da visualização, buscando os aspectos fundamentais deste objeto para assim chegar a uma generalização por meio da síntese, o concreto pensado. Este é um caminho para que o aluno transforme o conhecimento espontâneo em conhecimento científico.

Entretanto no caminho para a formação do conceito, é necessário que o aluno seja envolvido em atividades que lhe façam sentido e lhe tragam significado, por meio da relação dessas atividades com as experiências pessoais do mesmo. O ponto de partida para a formação de novos conceitos deve se dar a partir dos conhecimentos já existentes na mente do aluno. Para tanto, o professor deve vir a conhecer a realidade de seus alunos e assim estabelecer a relação entre o conteúdo a ser estudado e as realidades pessoais do aluno. Para aqueles professores que trabalham nos moldes do ensino tradicional, em qualquer que seja o nível do ensino, inclusive no ensino superior, essa busca pelo conhecimento da realidade individual de cada aluno, muitas vezes soa como uma utopia dos pedagogos. É explicável tal pensamento, uma vez que para o professor isso implicará em um nível de dedicação extra e envolvimento pessoal por parte dele, além daqueles exigidos no ensino tradicional e ele pode não estar preparado para tal tarefa. Mas essa é uma condição da qual não se pode prescindir se o intuito do professor for de realmente ensinar e educar o aluno.

O trabalho para incorporar sentido e significado nas atividades em sala de aula é facilitado se o professor apresentar situações e problemas inspirados na realidade do cotidiano dos alunos. Mais uma vez faz-se necessária a aproximação cuidadosa e intencional do professor ao aluno, para que não sejam feitos pré-julgamentos e não sejam criados cenários daquilo que o professor, por si só, concebe como sendo a realidade do aluno.

Essa aproximação com o aluno, também, será oportuna para que o professor atue sobre a zona de desenvolvimento proximal do mesmo. Atuar na ZDP é condição para que seja efetivada uma aprendizagem significativa assim como o desenvolvimento cognitivo do aluno nos termos da teoria histórico-cultural. No contexto analisado, essa atuação não se fez presente na maioria das vezes⁴⁴. Geralmente, ambos os sujeitos não aproveitaram os momentos oportunos para atuar nessa zona ou não criavam condições para essa atuação. Esses momentos aconteciam, principalmente, quando surgiam dúvidas durante a resolução dos exercícios. Contrárias às orientações da THC, para atuação na ZDP, as atitudes do professor e dos alunos eram sempre de resolver as dúvidas levantadas pelos colegas. Não ocorria por

⁴⁴ Foi levado em consideração que os sujeitos não conhecem o conceito de zona de desenvolvimento proximal, porém a análise se deu a partir das ações realizadas por cada sujeito. O fato de não conhecerem a ZDP, faz com que essa atuação possa ocorrer de forma não intencional, o que não a inviabiliza.

parte deles, a iniciativa de conduzir o aluno com dúvidas à busca pela solução, de instigá-lo a raciocinar através de perguntas provocativas, de respostas que o fizesse refletir, de incentivo ao questionamento ou à descoberta das contradições.

Essas saudáveis contradições entre professor/aluno e aluno/aluno podem ser incentivadas em qualquer processo de ensino e de aprendizagem através de atividades compartilhadas e acompanhadas de perto pelo professor. Nessas atividades compartilhadas podem-se criar ambientes propícios para o aprendizado, uma vez que para expressar suas opiniões é necessário que o aluno organize seu pensamento para verbalizá-lo de forma clara a fim de se fazer entender pelos colegas. Além disso, nessas discussões o aluno consegue perceber as semelhanças e diferenças e com isso, também, se aprende.

Pelo exposto até aqui, é possível concluir que por estar o processo de trabalho dessa disciplina baseado nas premissas instrumentais, por meio dele não se pode definir pedagogicamente o papel desta disciplina dentro da matriz curricular do curso superior de Tecnologia em Geoprocessamento, isto reflete na ponta final desse processo: a aprendizagem. Logo os trabalhos realizados tanto pelo professor como pelo aluno ou são vazios de sentido ou lhes são atribuídos sentidos incorretos, refletindo na qualidade da aprendizagem realizada pelos alunos e na forma de ensinar dos professores.

Para se compreender que o ensino deve fazer e trazer sentido ao aluno, foi necessário que se aplicasse um olhar diferenciado sobre o problema da aprendizagem de Algoritmo, o que só foi possível mediante a adoção da teoria histórico-cultural de Vygotsky como base teórica desta pesquisa. Isso porque a compreensão dessa teoria, ainda que de forma inicial, produziu desde o princípio da pesquisa, impactos na visão e na concepção que este pesquisador possuía do que viria a ser ensinar. A análise do processo de ensino e de aprendizagem sob a perspectiva dessa teoria implicou em abandonar a visão isolada dos sujeitos e considerar esses sujeitos e o processo num envolvimento dialético.

Com a mudança do olhar sobre o processo de ensino e aprendizagem de Algoritmo, o mesmo apresentou-se resignificado. Pude perceber que o mesmo deve ser regido pelos princípios de uma teoria de aprendizagem. Tornou-se inevitável (re)analizá-lo e (re)construí-lo nesta perspectiva. Por muitas vezes, tenho certeza, de que estas ações se darão dentro do campo de contradições internas e externas a esse pesquisador, oscilando entre o novo e o velho olhar. Contudo, indiscutivelmente, distinto de como era feito antes.

A partir desta pesquisa acredito ser necessário um novo investimento de tempo, para novos estudos e para trabalho, no sentido de pesquisar a atividade orientadora de ensino partindo da reconstrução do plano de ensino da disciplina em questão, e verificando os

resultados advindos desta ação por meio de experimentos didáticos formativos. O trabalho será longo com muitos recomeços e correções de rumo a cada novo conhecimento adquirido pelo caminho, a cada momento em que professores e alunos estejam realmente abertos e receptivos a experimentarem novas perspectivas e novas responsabilidades para o ensino e a aprendizagem de Algoritmos. Este é o caminho que sugiro para que novos frutos venham a ser colhidos a partir desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABRAMO, Perseu. “**Pesquisa em Ciências Sociais**”. In Hirano, Sedi (org.). Pesquisa social: projeto e planejamento. São Paulo: T. A. Queiroz, 1979, p. 23-87.
- ALEXANDRINI, Fábio *et. al.* **Estudo de Caso do Processo de Ensino-Aprendizagem de Introdução à Informática e Programação em IES comunitária de Santa Catarina**. VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Associação Educacional Dom Bosco. Resende- RJ. 2010. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos10/309_ensino%20informatica.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2011.
- BARKER-PLUMMER, David. “**Turing Machines**”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring of 2011 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/spr2011/entries/turing-machine>>. Acesso em: 15 mar. 2011.
- BARNIER, Gérard. **Théories de l’apprentissage et pratiques d’enseignement**. Institut Universitaire de Formation des Maîtres d’Aix-Marseille. 2009. Disponível em: <http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/fit/doc/apprent/Theories_apprentissage.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2011.
- BASS, Hyman. Computational fluency, algorithms, and mathematical proficiency: one mathematician’s perspective. Teaching Children Mathematics. The National Council of Teachers of Mathematics. 2003. Disponível em: <<http://www.highbeam.com/doc/1G1-102724568.html>>. Acesso em: 13 jun. 2011.
- BIGGE, Morris L. **Teorias da aprendizagem para professores**. Tradução de José A. da Silva Pontes Neto e Marcos Antônio Rolfini. São Paulo: EPU; Ed. da Universidade de São Paulo, 1977.
- BOCK, Ana M. Bahia (org). **Psicologias: uma introdução ao estudo de Psicologia**. 13ª ed. São Paulo: Saraiva. 1999.
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. Investigação Qualitativa na Educação. Revisor Antônio Branco Vasco. Editora Porto. 1999.
- CAMPOS, E. A. V.; ASCÊNCIO, A. F. G. **Fundamentos da Programação de Computadores**. Editora Prentice Hall, 2003.
- CAMPOS, Ricardo Luiz B. L. **Metodologia ERM2C: para melhoria do processo de ensino-aprendizagem de lógica de programação**. Anais do XXX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Belo Horizonte – MG. 2010. Disponível em: <http://www.inf.pucminas.br/sbc2010/anais/pdf/wei/st06_01.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2011.
- CASPERSEN, Michael E. **Educating Novices in The Skills of Programming**. Dissertação de PhD, Faculdade de Ciência da Universidade de Aarhus, Dinamarca. Fevereiro 2007.
- CERVO, Amado Luiz. **Metodologia Científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHABERT, Jean-Luc. **A History of Algorithms – from the Pebble to the Microchip**. Trad. Chris Weeks, título original Histoire d’algorithmes. *Du caillou à lapuce*. Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999.

CORMEN, Thomas H. *et. al.* – **Algoritmos: teoria e prática**. Tradução da segunda edição [americana] Vanderberg D. de Souza – Editora Elsevier, 2002 – Rio de Janeiro.

CORREIA, Luís de Miranda. **Para uma definição portuguesa de dificuldades de aprendizagem específicas**. Rev. bras. educ. espec., Marília, v.13, n.2, ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65382007000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 fev. 2012.

CURCIO, Frances R.; SCHWARTZ, Sydney L.. There are no algorithms for teaching algorithms. (mathematics). The National Council of Teachers of Mathematics. 1998. Disponível em: <<http://www.highbeam.com/doc/1G1-21147807.html>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

DICIONÁRIO Aurélio Eletrônico – Século XXI – Versão 3.0, Lexikon Informática Ltda. 1999. 1 CD-ROM.

FALCKEMBACH, Gilse A. M.; ARAÚJO, Fabrício V. de. **Aprendizagem de Algoritmos: dificuldades na resolução de problemas**. Universidade Luterana do Brasil – Santa Maria – RS. 07 p. 2006. Disponível em: <http://www.fabricioviero.com.br/artigos/a4_siie.pdf>. Acesso em: 05 abr 2011

FARRER, Harry. **Algoritmos Estruturados**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1989, página 23.

FEITOSA, F. B.; DEL PRETTE, Z. A. P.; MATOS, M. G. (2006). **Definição e avaliação das dificuldades de aprendizagem (I): Os impasses na operacionalização dos distúrbios de aprendizagem**. *Revista de Educação Especial e Reabilitação*, 13, 33-46. Lisboa-PT.

FERRERIA, Deller James; SANTOS, Gilberto Lacerda. **Mediação do professor na aquisição e produção colaborativa do conhecimento na Web**. Revista Ciências e Cognição. Rio de Janeiro. vol 13, p. 288-299. 2008.

FICHTNER, Bernd. **Introdução na abordagem histórico-cultural de Vygotsky e seus colaboradores**. In: Minicurso Introdução na abordagem histórico-cultural de Vygotsky e seus colaboradores. Goiânia, Programa de Doutorado em Educação, PUC Goiás, 2010.

FIELKER, David. **Addition and Subtraction and Algorithms in General**. Mathematics Teaching Journal. Association of Teachers of Mathematics. 2007. Disponível em: <<http://www.highbeam.com/doc/1P3-1339183611.html>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

FILHO, Clézio Fonseca - **História da computação: O Caminho do Pensamento e da Tecnologia**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/online/historiadacomputacao.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2011.

FISHER, Maryanne. COX, Anthony. **Gender and Programming Contests: Mitigating Exclusionary Practices**. In Informatics in Education. [Institute of Mathematics and Informatics, Vilnius, Canadá. 2006, Vol. 5, Num. 1, p. 47-62.

FREIRE, Gustavo Lima; DUARTE, António Manuel. **Concepções de aprendizagem em estudantes universitários brasileiros.** *Psicologia. USP* [online]. 2010, vol. 21, n.4, pp. 875-898. ISSN 0103-6564.

FREITAS, Raquel A. M. Madeira. **Aprendizagem e formação de conceitos na teoria de Vasili Davydov.** In: LIBÂNEO, J. C. *et. al.*. *Concepções e práticas de ensino num mundo em mudança. Diferentes olhares para a Didática.* Goiânia: CEPED/PUCGO, 2011. p. 71-84.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **O Enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional.** In FAZENDA, Ivani C. A. (org.). *Metodologia da pesquisa educacional.* 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010. p. 75 - 100.

GATTI, Daniel Couto. **Ensino de Programação: a modelagem como estratégia pra ampliar a compreensão dos alunos.** Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2009. 148 p.

GIGERENZER, Gerd. **The psychology of good judgments: frequency formats and simple algorithms.** *Journal Medical Decision Making*, 16, 273–280.1996. Disponível em: <<http://mdm.sagepub.com/content/16/3/273.short>>. Acesso em: 29 mai. 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** Ed. Atlas, 4ª Edição. 2002.

GRIFFOR, Edward R. **Handbook of Computability Theory – Studies in Logic and The Foundations of Mathematics,** volume 140, Elsevier Science B. V., 1999, Netherlands.

HEDEGAARD, Mariane. **A zona de desenvolvimento proximal como base para o ensino.** In: DANIELS, Harry (org.). *Uma introdução a Vygotsky.* São Paulo: Edições Loyola, 2002, p.199 – 228.

HOGBEN, Lancelot. **Maravilhas da Matemática – Influência e função da Matemática nos conhecimentos humanos.** Tradução Paulo Moreira da Silva. Ed. Globo. 3ª Edição. 1952.

INDIVIDUALS WITH DISABILITIES EDUCATION ACT. Public Law 108-446, Washington, D.C.: U.S. Office of Education, 2004. Disponível em: <<http://www2.ed.gov/policy/spced/leg/edpicks.jhtml?src=ln>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

JESUS, Andreia; BRITO, Gláucia Silva. **Concepção de Ensino-Aprendizagem de Algoritmos e Programação de Computadores: A Prática Docente.** In: *Anais do I Encontro Nacional de Informática e Educação.* Cascavel-PR. 2009.

JÚNIOR, Ademar A. de Aviz. **A Aprendizagem de Algoritmos: uma experiência no curso de Tecnologia em Informática no CEFET-PA.** Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará – PA. 2007. 92pp.

JURKIEWICZ, Samuel. **Algoritmo e Genética – um casamento perfeito.** *Revista Ciência em Tela.* Vol. 3. Núm. 1. 12 p. 2010. Disponível em: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0110_Jurkiewicz.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2011.

JURKIEWICZ, Samuel. **Matemática Discreta e Ensino Médio**. Programa de Engenharia de Produção – COPPE/ UFRJ. 2005. 6p. Disponível em: <http://ensino.univates.br/~chaet/Materiais/matdiscreta_medio.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2011.

KINNUNEN, Ivi, MALMI, Lauri. **Why students drop out CS1 course?** In *Proceedings of these international workshop on Computing education research (ICER '06)*. ACM, New York, NY, USA, 97-108. 2006. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1151588.1151604>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

KRAMER, Jeff. **Is abstraction the key to computing?** In: *Communications of the ACM*. Vol. 50. Nº. 4. pp. 37-42. Abril, 2007.

LANDA, L. N. **Cibernética y Pedagogia**. Tradução Jose Maria Güell. Barcelona, Espanha: Editorial Labor, 1972.

LEONTIEV, Alexei N. **Atividade, consciência e personalidade**. The Marxists Internet Archive. Tradução: Maria Silvia Cintra Martins. 1978. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ma000004.pdf>> . Acesso em: 10 mar 2013.

LIBÂNEO, José Carlos. **Método dialético ou Método da ascensão do abstrato ao concreto**. In: *Universidad de Costa Rica (Org.). Anais do XII Encuentro de Geógrafos de América Latina*. Montevideo, Uruguai: UCR. 2009.

LINDEMANN, Vanessa; TAROUÇO, Liane M. R.; BERCHT, Magda. **Estilos de Aprendizagem: um estudo de casos em turmas de algoritmos e programação**. In: *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Universidade Federal do Ceará – Fortaleza-CE. 2008.

LUCCI, Marcos Antonio. **A proposta de Vygotsky: a psicologia sócio-histórica**. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, vol. 10, num. 2, 2006. Grupo FORCE da Universidade de Granada – Espanha.

MACHADO, Rosele F. S.; RAABE, André L. A. **Modelagem Cognitiva dos Problemas de Aprendizagem de Algoritmos**. In: *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Universidade do Vale do Itajaí. Disponível em: <http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2008/SBIE/sbie_posters/Modelagem%20cognitiva%20dos%20problemas%20de%20aprendizagem.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2011.

MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 6ª Ed. Editora Atlas. 2008.

MARTIGNON, Laura. **Algorithms**. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, P. Baltesand N. Smelser (Eds.). Elsevier: Oxford, 2004, pages 382-385. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 18 mar 2011.

MATTOS, Airton Pozo de. **A trajetória de aprendizagem no ensino superior: percepções dos acadêmicos**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. PUCRS. Porto Alegre. 2005.

MATTOS, Mauro M. **Construção de Abstrações em Lógica de Programação**. In: Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Fortaleza-CE, 2001.

MATTOS, Mauro M., **Construção de Abstrações em Lógica de Programação**, VIII Workshop de Educação em Computação WEI 2000, Curitiba – PR. Disponível em: <<http://www.inf.furb.br/~mattos/arquivos/publicacoes/construcoesabstracoes.pdf>>. Acesso em: 21 de mar. 2011.

MEDINA, Marco; FERTIG, Cristina. **Algoritmos e Programação – Teoria e Prática**. Editora Novatec, 2005, São Paulo: Ed. Novatec, 2005.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **SAEB 2005 - Primeiros resultados**. Brasília: INEP, 2007.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia. Brasília: 2010.

MONTENEGRO, Maria Eleusa. **A psicologia histórico-dialética para os cursos de Licenciatura**. 268 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1993.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORETTI, Vanessa D. **Professores de Matemática em atividade de ensino: uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente**. Tese de Doutorado em Educação: Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 206, 2007.

MOURA, Manoel A. *et. al.* **A Atividade Orientadora de Ensino como Unidade entre Ensino e Aprendizagem**. A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. Organizado por Manoel Ariosvaldo de Moura. Brasília: Liber Livros, 2010. pp. 81-110.

NAMEN, Anderson Amendoeira; BORNSTEIN, Cláudio Thomás. Uma ferramenta para avaliação de resultados de diversos modelos de otimização de dietas. Revista Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, Dec. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382004000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 jun. 2011.

NASSI, Isaac; SHNEIDERMAN, Ben. **Technical Contributions – Flowchart Techniques for Structured Programming**. Departamento de Ciência da Computação – Universidade Estadual de Nova York. Publicado por SIGPLAN – Special Interest Group Programming Languages – Association for Computing Machinery’s (ACM). Agosto de 1973.

NETO, Wilson C. B.; CECHINEL, Cristian. **Uma Análise dos Problemas Enfrentados no Ensino-Aprendizagem de Fundamentos de Programação à Luz da Taxionomia de Bloom**. In: Anais do XXVI Congresso da SBC. XIV Workshop sobre Educação em Computação, pp. 244-253, 2006.

NOSELLA, Paolo, BUFFA, Ester. **As pesquisas sobre instituições escolares: o método dialético marxista de investigação**. EccoS – Revista Científica, São Paulo, v. 7. Nº. 2, p. 351-368, jul/dez, 2005.

NYKAMP, Dian. **Teaching clinical problem solving in a non prescription medication course with treatment algorithms**. American Journal of Pharmaceutical Education. American Association of Colleges of Pharmacy. 1999. Disponível em: <<http://www.highbeam.com/doc/1P3-47258193.html>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

OLIVEIRA, Carlos H. J. S., GREGHI, Renan R. ; PIMENTEL, Edson P., **Ambiente para Assistência à Aprendizagem de Programação Baseado em Padrões Pedagógicos**. 2008. Disponível em: <<http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2008/SBIE/workshops/workshop%20/Ambiente%20para%20Assist%C3%Aancia%20%C3%A0%20Aprendizagem%20de.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky e o processo de formação de conceitos**. In: Taille, Y. Oliveira, M. K., Dantas, H. Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão. S. Paulo: Summus Editorial, 1992. p. 23-34.

PHILIPP, Randolph A. **Multicultural mathematics and alternative algorithms**. Teaching Children Mathematics. The National Council of Teachers of Mathematics. 1996. Disponível em: <<http://www.highbeam.com/doc/1G1-18905761.html>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

PIMENTEL, Edson *et. al.* **Avaliação Contínua da Aprendizagem, das Competências e Habilidades em Programação de Computadores**. IX Workshop de Informática na Escola, 2003, 12 p. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/819/805>>. Acesso em: 07 abr. 2011.

PLANO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Lei nº 10.172/2001, Brasília, Ministério da Educação. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/pne.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

PRITCHARD, Alan. **Ways of Learning: Learning Theories and Learning Styles in the Classroom**. David Fulton Publishers Ltd, 2008, 136 p.

PUNTES, Roberto Valdés; LONGAREZI, Andréa Maturano. Escola e didática desenvolvimental: seu campo conceitual na tradição da teoria histórico-cultural. **Educ. rev.**, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982013005000004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 Mai 2013.

RAPKIEWICZ, C. E.; PEREIRA J. C. R. Júnior. **O Processo de Ensino-Aprendizagem de Fundamentos de Programação: Uma Visão Crítica da Pesquisa no Brasil**. WEI RJ/ES I : 2004 nov. 19-21 : Vitória - ES, Rio das Ostras - RJ

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky - Uma Perspectiva Histórico-Cultural da Educação**. 15 Ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2007.

RIGON, Algacir Jose *et. al.* **O Desenvolvimento Psíquico e o Processo Educativo**. A Atividade Pedagógica na Teoria Histórico-Cultural. Organizado por Manoel Ariosvaldo de Moura. Brasília: Liber Livros, 2010. pp. 45-66.

ROCHA, Rogério. **Utilização da Robótica Pedagógica no Processo de Ensino-Aprendizagem de Programação de Computadores.** Dissertação de mestrado, 2006, CEFET Minas Gerais.

ROLINDO, Joicy Mara Rezende. **Contribuições da teoria histórico-cultural e da teoria da atividade na educação atual.** *Revista de Educação*, 10, out. 2007. Disponível em: <<http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/reduc/article/view/210>>. Acesso em: 09 Nov. 2012

ROSA, Josélia E. da; MORAES, Sílvia P. G. de; CEDRO, Wellington L. **As Particularidades do Pensamento Empírico e do Pensamento Teórico na Organização do Ensino.** A Atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. Organizado por Manoel Ariosvaldo de Moura. Brasília: Liber Livros, 2010. pp. 67-80

SANTOS, Núbia dos *et. al.* **Jogos Educacionais – ferramentas para o ensino de programação.** Anais do VI Seminário de Informática da Universidade Luterana do Brasil, Torres – RS. 2007. Disponível em: <http://www.seminfo.com.br/anais/2007/pdfs/weitche2007_5.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2011.

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.** *Revista INFOCOMP (UFLA)*, Lavras - MG, v. 5, n. 1, pp. 41-50, 2006.

SARAVALI, Eliane Giachetto. **Dificuldades de Aprendizagem no Ensino Superior: reflexões a partir da perspectiva Piagetiana.** *Educação Temática Digital*, vol. 6, nº 2, p. 99-127. Campinas-SP, jun. 2005.

SCHROEDER, Edson. **Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo de construção conceitual em Vygotsky.** In: *Atos de pesquisa em educação – PPGE/ME Universidade Regional de Blumenau*, v. 2, nº 2, p. 293-318, maio/ago. 2007

SCHWARTZMAN Steven, *The Words of Mathematics*, Mathematical Association of America, Washington, 1994.

SENGUPTA, Arijit. CFC (Comment-First-Coding) - A Simple yet Effective Method for Teaching Programming to Information Systems Students. *Journal of Information Systems Education*. EDSIG Appalachian State University. 2009. Disponível em: <<http://www.highbeam.com/doc/1P3-1944504841.html>> Acesso em: 10 jun. 2011.

SETTI, Mariangela de Oliveira Gomes. **O Processo de Discretização do Raciocínio Matemático na Tradução para o Raciocínio Computacional: Um Estudo de Caso no Ensino/Aprendizagem de Algoritmos.** 01/03/2009, 161 p. Tese de Doutorado- Faculdade de Educação, Universidade Federal do Paraná – PR.

SILVA, Ítalo F. A. da; SILVA, Ivanda M. Martins; SANTOS, Marizete S. **Análise de problemas e soluções aplicadas ao ensino de disciplinas introdutórias de programação.** IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – VI Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. Out. 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R1479-1.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

SILVA, Marcia Cristina N., BURIASCO, Regina Luzia C. de, **Análise da produção escrita em Matemática: algumas considerações.** *Revista Ciência e Educação*. Vol. 11, n. 3, p. 499-512, 2005.

SOBRAPO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. Disponível em: <<http://www.sobrapo.org.br/>>. Acesso em: 18 jun 2011.

SOUTO, Aletéia Vanessa M. ; DUDUCHI, Marcelo. **Um processo de avaliação baseado em ferramenta computadorizada para o apoio ao ensino de programação de computadores.** XVII Workshop sobre Educação em Informática. Anais da Sociedade Brasileira de Computação. Jul 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.sbc.org.br/download.php?paper=1363>>. Acesso em: 21 mar. 2011.

TEIXEIRA, Edival Sebastião. **Bases teórico-metodológicas da psicologia histórico-cultural.** In: Minicurso: Bases teórico-metodológicas da psicologia histórico-cultural. Curitiba: UTFPR, Campus Pato Branco, 2006. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/7298764/edival> >. Acesso em: 18 mar. 2012.

TIBALLI, Elianda F. Arantes, **Ensinar e Aprender no campo da formação de professores:** desafios e perspectivas à formação profissional. Revista Educativa, v. 11, n. 2, p. 319-332, jul/dez, 2008.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

TULESKI, Silvana Calvo; EIDT, Nadia Mara. **Repensando os distúrbios de aprendizagem a partir da psicologia histórico-cultural.** Psicol. estud., Maringá, v. 12, n. 3, Dec. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-73722007000300010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 fev. 2012.

TUNES, Elizabeth *et. al.* **Uma crítica às teorias clássicas da aprendizagem e sua expressão no campo educativo.** Revista Linhas Críticas, v. 12, n. 22, p. 109-130. Universidade de Brasília – Faculdade de Educação. Jan/jun 2006.

VIANNA, Heraldo Marelim. **Pesquisa em Educação – a observação.** Brasília: Plano Editora. Série Pesquisa em Educação. V. 5. 108 p. 2003.

VON DOHN, Richard F. **An introduction to the logic of the computing sciences: a contemporary look at symbolic logic.** University Press of America, Boston, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 4ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

_____. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 6ª Ed. 5ª tiragem (2002). São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1989.

_____. **A Construção do Pensamento e da Linguagem.** 2ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

_____. **Psicologia Pedagógica.** 2ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

WIEDENBECK, Susan. **Factors affecting the success of non-majors in learning to program.** In *Proceedings of the first international workshop on computing education research (ICER '05)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 13-24. 2005. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1089786.1089788>>. Acesso em: 23 ago. 2011.

WILSON, Brenda Cantwell; SCROCK, Sharon. **Contributing to success in an introductory computer science course: a study of twelve factors.** In *Proceedings of the thirty-second SIGCSE technical symposium on Computer Science Education* (SIGCSE '01). ACM, New York, NY, USA, pp. 184-188. 2001. Disponível em:

<<http://doi.acm.org/10.1145/364447.364581>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

WING, Jeannette M. **Computational Thinking – What and Why?.** Revista The Link. Issue 6.0, Spring 2011. Carnegie Mellon University. p. 20 a 23. 2011. Disponível em:

<<http://link.cs.cmu.edu/article.php?a=600>>. Acesso em: 02 mai 2013.

XAVIER, Gláucia Maria Cota et al. **Estudo dos Fatores que Influenciam a Aprendizagem Introdutória de Programação.** IV Escola Regional de Computação Bahia-Sergipe, Universidade Estadual de Feira de Santana-BA, 2004. Disponível em:

<<http://www.uefs.br/erbase2004/documentos/weibase/Weibase2004Artigo002.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DE AULAS

ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DAS AULAS

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Pesquisa desenvolvida no Programa de Doutorado em Educação.

ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO DAS AULAS

A – ASPECTOS GERAIS

A1 - Identificação

Instituição: Instituto Federal de Goiás – Campus Goiânia

Sala: _____ Data: / /

Hora de início: _____ Hora Prevista de fim: _____ Hora de fim: _____

Curso: Tecnólogo em: Agrimensura () Geoprocessamento ()

Turma: 1º Semestre Disciplina: Computação

Conteúdo \Tema: _____

Professor (a): _____

Quantidade de alunos presentes: _____

A2 - Aspectos físicos

Descrição do espaço Laboratório () Sala de aula () Auditório ()

Outro:

2.1- Espaço adequado para as aulas Sim () Não ()

Justificativa _____

–

2.2 Tela para projeção Sim () Não ()

2.3 Iluminação Adequada () Inadequada ()

2.4 Ventilação Adequada () Inadequada ()

2.5 Capacidade, Total de carteira Suficientes? Sim () Não ()

Adequadas? Sim () Não ()

2.6 Equipamentos utilizados nas aulas, configuração, quantidade, condições de funcionamento.

Adequados () Inadequados ()

A3 - Aspectos didático-pedagógicos

3.1 Recurso utilizado

Quadro negro () Computador () Projetor multimídia () Software ()

Outro:

Observações: (discriminar o software utilizado)

3.2 Tipo de aula

Aula expositiva () Trabalho em grupo ()

Prática de laboratório () Trabalho individual ()

Obs:

–

3.3 Os recursos são utilizados para:

Apresentar um conteúdo () Fixar conteúdo ()

Avaliar conteúdos () Ilustrar um conteúdo ()

Para apresentar e ensinar o uso de um recurso ()

A realização de uma atividade pelos alunos () Individual () Em grupo ()

Obs.:

B - PROFESSORES⁴⁵ - TÓPICOS PARA OBSERVAÇÃO

B1 – Procedimentos do professor no início da aula

Alguns pontos a observar:
Presença em sala, preparação do ambiente, acompanhamento da entrada dos alunos.
Expõe claramente os conteúdos e os objetivos previstos da aula.
Relaciona o conteúdo a ser estudado com os conteúdos já estudados anteriormente.
Correção de trabalhos enviados para casa.
Promove alguma motivação dos alunos.

B2. Relação professor e alunos (relação pedagógica, comunicação e clima na sala).

Alguns pontos a observar:
Mostra-se próximo dos alunos sem diminuir o nível de exigência
Expressão correta, clara e audível.
Estimula e reforça a participação de todos os alunos / Elogia ou critica publicamente o aluno
Demonstra confiança nas possibilidades de aprendizagem de todos os alunos e atende às suas diferenças individuais
Gere com segurança e flexibilidade situações problemáticas e conflitos interpessoais
Mostra-se firme em relação ao respeito pelas regras indispensáveis ao funcionamento da aula
(Estado de ânimo, demonstra interesse...)

B3. Seleção, organização e abordagem dos conteúdos.

Alguns pontos a observar:
A seleção e a abordagem dos conteúdos são adequadas aos objetivos da disciplina/da aula, ao estágio de desenvolvimento da mesma e às características dos alunos.
Relaciona os conteúdos abordados na aula com outros saberes, incluindo os de natureza local.
Demonstra segurança ao ministrar o conteúdo, não incorrendo em erros ou imprecisões.
Recorre a exemplos relacionados às experiências dos alunos.
Demonstra conhecimento além do conteúdo estudado

B4. Estratégias de ensino e aprendizagem

Alguns pontos a observar:
Mantém os alunos ativamente envolvidos no desenvolvimento da aula nas tarefas propostas.
Diversifica as atividades de aprendizagem de acordo com as características dos alunos.
Orienta o trabalho dos alunos com base em instruções precisas, visando a sua concentração e a autonomia na realização das tarefas.
Adequa a metodologia e os procedimentos de ensino ao conteúdo
Apresenta o conteúdo de forma problematizadora de modo a suscitar dúvidas no aluno.
Através da interação e mediação, promove formação do pensamento teórico
Torna a explicar quando solicitado / Dá respostas prontas/

B5. Organização do trabalho em sala de aula

Alguns pontos a observar:
Diversifica os modos de organização do trabalho (grupo, turma, trabalho de grupo, trabalho em duplas, trabalho individual.)
Desloca-se pela sala para estimular a atenção dos alunos
Promove o trabalho colaborativo e a ajuda entre os alunos
Estimula a participação do aluno
Induz o debate entre os alunos e com os alunos

B6. Utilização de recursos

Alguns pontos a observar:
Os recursos são adequados aos objetivos e aos conteúdos
Os recursos estão adequados ao nível etário e ao interesse dos alunos
Aproveita as possibilidades didáticas de recursos variados (manual, fotocópias, livros, mapas....)
Utiliza recursos inovadores, incluindo as tecnologias da informação e da comunicação(computador, vídeo, multimídia, quadro interativo)

⁴⁵ Questionário original disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/2086111/instrumento-registo-para-observacao-das-aulas>>. Acesso em: 20 out 2012.

B7. Avaliação e promoção de aprendizagem da turma

Alguns pontos a observar:
Quais os meios utilizados pelo professor para avaliar a aprendizagem da turma – observação, questionamento, avaliação formal, etc
Proporciona momentos para o aluno identificar e anunciar seu desenvolvimento e suas dificuldades
Propõe outras tarefas aos alunos em função de erros e dificuldades identificadas
Comunica e analisa com os alunos resultados da avaliação das aprendizagens – individualmente ou coletivamente
Propõe atividades de apoio a alunos que revelem dificuldades de aprendizagem

B8. Conclusão da aula

Alguns pontos a observar:
Efetua uma síntese global dos conteúdos tratados na aula
Indica tarefas a realizar em casa pelos alunos
Anuncia o assunto da próxima aula e estabelece ligações com os conteúdos abordados

C – Alunos - TÓPICOS PARA OBSERVAÇÃO**MOMENTO 01 - EXPOSIÇÃO DO CONTEÚDO PELO PROFESSOR****C 1.1 – Comportamento do aluno durante a exposição**

Alguns pontos a observar
Demonstra interesse (Faz anotações? Troca ideias com colegas?) / Como são essas anotações: cópia? Particulares?
Demonstra indiferença (Desvia a atenção com facilidade? Conversa com colegas?)
Demonstra outro tipo de comportamento. Qual?
Como se manifesta o motivo pela aprendizagem?

C 1.2 – Comportamento em relação ao conteúdo exposto.

Alguns pontos a observar:
Interesse / Indiferença / Não compreender
Demonstra conhecê-lo previamente / Relaciona-o com o conteúdo anterior
Relaciona-o com seus conhecimentos particulares
Compreende a linguagem utilizada pelo professor para a explanação. Demonstra compreender as instruções dadas
O aluno costuma fazer associações entre o conteúdo estudado e suas experiências? Como? Quando (antes de iniciar, durante, depois)?

C 1.3 - Quanto às dificuldades e dúvidas que surgem durante a exposição, qual é seu procedimento?

Alguns pontos a observar:
Interrompe a explanação para expor uma dúvida / Expõem suas dúvidas ao final da explanação / Posterga suas dúvidas para o momento dos exercícios de fixação / Não expõe dúvidas
Expressa com facilidade suas dificuldades e dúvidas
Faz uso da mesma linguagem/ termos do professor para expressar suas dificuldades.
Insiste em seu questionamento, quando o mesmo não é esclarecido pela resposta do professor
Comenta suas dificuldades com colegas / Faz anotações de suas dificuldades
Formula suas dúvidas em forma de exemplos / Formula suas dúvidas sem ser por meio de exemplos
Não consegue expor suas dúvidas

MOMENTO 02 - REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES

C 2.1 – Quanto ao comportamento

Alguns pontos a observar:
Mantém-se concentrado / Irrequieto/ Proativo / Reativo
No trabalho em dupla/grupo: Assume papel de liderança / de execução somente / alterna entre liderança e execução
Acata orientações/sugestões do colega/ Mostra-se a vontade com o colega /

C 2.2 - Quanto às dificuldades

Alguns pontos a observar:
Em momento de dificuldade: Primeiramente, busca auxílio com o colega. / Primeiramente, busca auxílio com o professor.
Reluta em buscar ajuda / Desiste do exercício logo de início / Desiste do exercício após várias tentativas
Altera seu comportamento para nervoso ou similar
Ao buscar ajuda com o professor, ele o faz: Em particular / em voz alta / chama o professor até sua cadeira / vai à cadeira do professor.
O Aluno faz comentários sobre alguma dificuldade em específico? Com que frequência? Qual(is) dificuldade(s)?

C 2.3 - Quanto à construção de soluções

Alguns pontos a observar:
Domínio de conceitos
Gargalo no momento de construção – (Variáveis, logo no início, em comandos, etc)
Associa o conteúdo estudado e suas experiências? Como?
Estratégia pessoal para construir a solução? É utilizada com que frequência?
Leitura do enunciado – quantas vezes, voz audível, sublinhados
Escreve/rascunha em linguagem natural ou escreve direto na linguagem algorítmica ou linguagem de programação.
Nível de detalhes das soluções em linguagem natural / Escreve toda a solução ou somente rascunho
Anotações corriqueiras – variáveis, rascunho de memória, comandos, etc
Ao digitar um comando em linguagem algorítmica, n a construção da solução, ele diz para que este servirá ? (ex.: “agora um comando escrever para dar uma mensagem ao usuário”, ou “esta variável vai ser pra guardar esse valor tal”)
Ações e falas durante a construção da solução


D – Registro da Observação

Registrar de forma contínua, cursiva e em formato digital.

Professor	Aluno

ANEXOS

**ANEXO A – PROGRAMA DE ENSINO DA DISCIPLINA COMPUTAÇÃO – CURSO
SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO**

	<p align="center">Ministério da Educação Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás Gerência Educacional da Área Tecnológica II Coordenação da Área de Geomática</p>
---	--

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

Reconhecimento do Curso: Portaria nº 1.059 de 31/03/2005- D.O.U. nº 62 de 01/04/2005

Grade: 2005-2

Vigência: alunos ingressos a partir de AGO/2005

PROGRAMA DE ENSINO

Disciplina: **Computação**

Período: **1º**

Carga horária: **60 h**

1 OBJETIVO

1.1 GERAL:

Desenvolver e analisar algoritmos e resolver problemas computacionais.

1.2 ESPECÍFICOS:

Adquirir conceitos fundamentais de programação; Aprender a linguagem de programação Pascal;

Conhecer e saber programar utilizando algoritmos fundamentais; Desenvolver hábitos de disciplina e rigor em programação;

Adquirir capacidade para escrever automaticamente programas unimodulares e de pequena dimensão.

2 Ementa:

Introdução a informática: partes de um computador, sua integração e organização básica; ferramentas para gerenciamento de arquivos; planilha eletrônica; linguagem de programação: estrutura e regras de linguagem, criação de algoritmos de programas, variáveis e tipos de dados, expressões e operadores, comandos iterativos, entrada e saída de arquivos e dados, funções e procedimentos.

3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO/ BASES TECNOLÓGICAS:

3.1 CONCEITOS BÁSICOS DE ALGORITMO E LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO;

3.1.1 Identificação dos componentes básicos de um algoritmo e da estrutura física;

3.1.2 Variáveis– tipo, declaração e função.

3.2 INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO

3.2.1 Conceito de linguagem de programação

3.2.2 Linguagens de programação.

3.2.3 Estrutura condicional simples e composta

3.2.5 Laços de Repetição

3.3 VETORES

3.3.1 Conceitos e definições

3.3.2 Tipos de declaração

3.3.3 Utilização

4 BIBLIOGRAFIA:

AVILLANO, Israel de Campos. **Algoritmos e Pascal: Manual de Apoio**. 2000.

BARBOSA, Lisbete Madsen. **Pascal I**.1989.

BARBOSA, Lisbete Madsen. **Pascal II**.1989.

FARRER, Henry. **Programação Estruturada em Pascal**. 1986.

GRILLO, Maria Célia Arruda. **Turbo Pascal**. 1998.

ANEXO B – GRADE CURRICULAR DO CURSO DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento					
1º Ano		2º Ano		3º Ano	
1º SEMESTRE	2º SEMESTRE	3º SEMESTRE	4º SEMESTRE	5º SEMESTRE	5º SEMESTRE
Computação I 60h 4h/a Sensoriamento Remoto I 30h 2h/a Cartografia Geral 60h 4h/a Desenho Técnico 30h 2h/a Fundamentos de Topografia I 60h 4h/a Cálculo Diferencial e Integral I 90h 6h/a Física I 60h 4h/a	Cálculo Numérico I 60h 4h/a Sensoriamento Remoto II 30h 2h/a Cartografia Temática 60h 4h/a Desenho Computacional 30h 2h/a Fundamentos de Topografia II 60h 4h/a Cálculo Diferencial e Integral II 30h 2h/a Estatística I 60h 4h/a Geometria Analítica e Álgebra Linear 60h 4h/a	Computação Aplicada ao Geoprocessamento I 60h 4h/a Cartografia Computacional 60h 4h/a Geodésia I 60h 4h/a Fotogrametria I 60h 4h/a Geociências 60h 4h/a Inglês Instrumental 60h 4h/a	Processamento Digital de Imagens I 90h 6h/a Geodésia II 60h 4h/a Fotogrametria II 60h 4h/a Diagnose e Caracterização Ambiental I 60h 4h/a Ajustamento de Observações 60h 4h/a	Processamento Digital de Imagens II 90h 6h/a Sistema de Informação Geográfica I 60h 4h/a Cadastro Técnico 60h 4h/a Metodologia Científica 60h 4h/a Monitoramento Ambiental 60h 4h/a Direito e Organização do Trabalho 60h 4h/a	Tópicos Avançados em Processamento Digital de Imagens 90h 6h/a Sistema de Informação Geográfica II 60h 4h/a Modelagem Digital de Terreno 30h 2h/a Planejamento Urbano 60h 4h/a Gestão Empresarial 60h 4h/a Espanhol Instrumental 60h 4h/a
390 h	390 h	360 h	330 h	390 h	360 h
Atividades Complementares	Estágio Supervisionado 400h	Trabalho Final de Graduação 300h	Observ.: 1º Ano + 2º Ano + 3º Ano + Estágio Superv. + Trab. Final Grad. = Tecnologia em Geoprocessamento. Estágio Superv. a partir do 3º semestre. Hora aula = 45 min.		

Fonte: organograma oficial do curso de Tecnologia em Geoprocessamento. Disponível em: <http://www.ifg.edu.br/goiania/geoprocessamento/>. Acesso em : 25/05/2013