

Práticas inovadoras de ensino: uso de brinquedos no ensino de algoritmos

Carlos Henrique Correia (ASSEVIM) – carlos@assevim.edu.br
Maria José Carvalho de Souza Domingues (FURB) – mariadomingues@furb.br

Resumo

A habilidade de construir algoritmos e estruturas de dados é essencial para a programação de computadores. Entretanto, os alunos apresentam dificuldades de compreensão e manipulação destes conceitos abstratos. O uso do corpo na aprendizagem, especialmente na forma de jogos e brinquedos, potencializa a aprendizagem, aumentando a compreensão por parte dos alunos, de conceitos abstratos. O uso de brinquedos de montar – “Lego” – no ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados, permitiu uma melhor assimilação, por parte dos alunos, dos conceitos fundamentais de programação, aumentando o interesse e o envolvimento dos alunos na disciplina.

Palavras-chave: Ensino de algoritmos; Práticas inovadoras de ensino; Estilos de aprendizagem.

Abstract

The skills comprised in building algorithms and data structure are essential in computer programming. Nevertheless, the students present difficulties in understanding and coping with these abstract concepts. The body use in learning – especially with games and toys – enhances the learning process, thus increasing the understanding of abstract concepts by the students. The use of building toys such as “Lego” in the teaching of Algorithms and Data Structures allowed for a better assimilation of fundamental programming concepts by the students, thus increasing their interest and involvement in the discipline.

Keywords: Teaching of algorithms; Innovative teaching practices; Learning styles.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Algoritmos e Estruturas de Dados é parte fundamental dos cursos da área de Computação e Informática. As diretrizes do MEC, para os cursos da área de Computação e Informática, determinam que o estudo de algoritmos e de estruturas de dados deve receber “especial atenção na abordagem do tema programação” (BRASIL, 2006, p. 5):

Os programas de computador (ou “software”) estão alicerçados em três conceitos teóricos fundamentais: algoritmos, modelos de computação e linguagens formais. Um algoritmo é um método abstrato mas bem definido para resolução de um problema em tempo finito. A noção de algoritmo pressupõe a existência de algum tipo de máquina abstrata onde ele pode ser executado de forma automática. Chamamos de “modelos de computação” as diferentes máquinas abstratas sobre as quais os algoritmos são formulados. A ponte entre esses dois conceitos é o conceito de linguagem formal, que permite a expressão de um determinado algoritmo para um determinado modelo de computação; essa expressão recebe o nome de “programa”. (BRASIL, 2006, p. 5)

Wirth (1976, p.7) define programas como a “formulação concreta de algoritmos abstratos baseados em uma representações particulares de dados estruturados”. Algoritmos são representação escrita da resolução de um problema. Estruturas de dados são agregações de variáveis, utilizadas para armazenar os dados de um programa. Guimarães e Lages (1985) descrevem algoritmos como uma seqüência de passos lógicos para a solução de um problema.

A habilidade de programar depende, portanto, da capacidade de idealizar mentalmente uma solução computacional, para um problema apresentado, escrever essa solução, utilizando uma linguagem formal e definir estruturas de dados que irão conter as informações processadas.

Sendo de tal importância para o aprendizado de programação, é motivo de preocupação que a maioria dos alunos tenha dificuldades em aprender esse tema. Brown (1987) foi o pioneiro no estudo do problema, atribuindo-o à dificuldade dos alunos em realizar atividades com alto grau de abstração. Brown propôs a construção de simuladores visuais de algoritmos, para tornar mais visíveis e concretos os processos abstratos de construção de programas.

Desde o trabalho de Brown, diversos autores propuseram soluções baseadas em programas de simulação e animação de algoritmos (STASKO, 1990; LAWRENCE, BADRE e STASKO, 1994; KORHONEN, 2003).

Barbosa (1994) buscou correlacionar a capacidade de raciocínio lógico e abstrato com o desempenho nas disciplinas de cálculo diferencial, nos cursos de Engenharia, partindo da hipótese de que os alunos com baixo desempenho nessas disciplinas, também apresentariam dificuldades de formulação de raciocínio formal abstrato. Sua pesquisa demonstrou que não existe essa correlação, mas identificou que a maneira “tradicional” (aula expositiva e passiva) é responsável, em parte, pelos problemas de aprendizagem por parte dos alunos.

Felder e Silverman (1988) identificaram problema semelhante no ensino de engenharia e o atribuíram à discrepância entre o estilo de ensino dos professores e o estilo de aprendizagem dos alunos.

O modelo de Felder e Silvermann utiliza quatro categorias bipolares para descrever tanto o estilo de aprendizagem dos alunos como o estilo de ensino dos professores:

- a) Sensorial (precisa ver, tocar, ouvir) ou Abstrato (precisa refletir)
- b) Visual (lembra melhor o que viu) ou Auditivo (lembra melhor o que ouviu)
- c) Indutivo (percebe as regras a partir dos fatos) ou Dedutivo (aprende as regras e aplica)
- d) Ativo (precisa experimentar) ou Reflexivo (precisa simular mentalmente)
- e) Seqüencial (vai das partes para o todo) ou Global (vai da idéia geral para os detalhes)

A pesquisa de Felder e Silvermann identificou que a maioria dos alunos apresentava o conjunto de ca-

racterísticas Sensorial/Visual/Indutivo/Ativo/Global, enquanto a maioria dos professores ministravam aulas que privilegiavam os aspectos Abstrato/Auditivo/Reflexivo/Seqüencial. A validade e confiabilidade do índice foi posteriormente confirmado pelas pesquisas de Zywno (2003), Litzinger & Felder (2005) e Felder & Spurlin (2005), sugerindo o abandono da dimensão “Indutivo / Dedutivo”, por apresentar fraca correlação nos dados obtidos, produzindo um novo modelo de questionário (FELDER e SOLOMON, 2006)

Belhot, Freitas e Dornellas (2005) aplicaram o modelo de Felder e Solomon em 123 estudantes de Engenharia de Produção, obtendo os resultados ativo (60%), sensorial (72%), visual (78%) e global (55%)

O índice de Felder e Solomon sugere que o ensino de disciplinas, com alto grau de abstração, pode ser mais eficaz, utilizando um estilo que privilegie um aprendizado ativo, baseado na exploração sensória e visual.

2. O CORPO E A BRINCADEIRA NA EDUCAÇÃO

Freire (1974) aponta a curiosidade como o principal motor da aprendizagem, criticando o que ele conceitua como “ensino bancário”, em que o professor deposita “envelopes de conhecimento” no aluno, como quem guarda dinheiro em uma poupança.

De acordo com Vigotsky (1996), a aprendizagem ocorre não pela transferência, mas pela construção conjunta, através da interação. Para Vigotsky (1996), entre o conhecimento potencial que o sujeito pode vir a alcançar e o conhecimento efetivo, existe a “Zona de Desenvolvimento Proximal”, que se realiza pela interação social e pelo diálogo. A Zona de Desenvolvimento Proximal é a área em que a criança não consegue resolver um problema sozinha, mas com a orientação de um adulto ou de outra criança pode ter sucesso.

Essa interação não significa a apresentação de uma solução pronta, mas pode se apresentar na forma de uma pista (WOOLFOLK, 2000).

Uma menina de 6 anos de idade perdeu um brinquedo e pede a ajuda do pai. Ele pergunta: “Onde você viu da última vez? Lá fora? Na sala? No carro?”. Ela vai respondendo: “Não... não... acho que sim” e vai buscar o brinquedo. (THARP & GALLIMORE apud WOOLFOLK, 2000, p. 54)

Essa interação não precisa sempre ser entre professor e aluno. Um aluno que não consegue entender o assunto conforme explicado pelo professor, pode entender melhor quando recebe ajuda de seu colega, porque este apresenta o conceito em uma linguagem e perspectiva mais próxima da sua própria.

Para Woolfolk (2000), o interacionismo de Vigotsky implica em que o papel do professor deve ser mais interativo e que este deva proporcionar situações em que os alunos possam interagir uns com os outros, de modo a aprender melhor.

Para Piaget, o processo de aprendizagem inicia quando o indivíduo depara-se com um “desafio”, um fenômeno que não pode ser explicado pelos conceitos previamente estruturados na mente do sujeito. Na etapa de assimilação, o indivíduo busca explicar o fenômeno, através de estruturas previamente existentes. A aprendizagem ocorre quando uma nova estrutura mental é elaborada, no processo de acomodação.

Por exemplo, uma criança que só conhece gatos, quando vê um cachorro pela primeira vez, pode chamá-lo de “gato” (assimilação). Quando ela conhecer vários cachorros, vai perceber que é outro tipo de animal e vai criar uma nova categoria mental (acomodação).

Para Piaget, a aprendizagem não ocorre pela transmissão de conhecimento, mas colocando o aprendiz em situações que o desafiem, para que ele construa suas próprias explicações.

...as operações lógicas só se constituem e adquirem suas estruturas de conjunto em função de um certo exercício, não somente verbal, mas sobretudo e essencialmente relacionado à ação sobre os objetos e à experimentação: uma ação propriamente dita, mas interiorizada e coordenada com outras ações do mesmo tipo segundo estru-

turas específicas de composição. Por outro lado, essas operações não são absolutamente apanágio do indivíduo isolado e presumem, necessariamente, a colaboração e o intercâmbio entre os indivíduos (PIAGET,1999, p.62).

Esse sujeito que aprende movido por sua curiosidade, aprende através do corpo, que é seu instrumento para explorar o mundo, através dos sentidos. A pesquisa de Fischer (2001) demonstra que a criança aprende de maneira mais eficiente quando recebe estímulos de diversos circuitos neurais, pela audição, olfato, tato, movimento, manipulação, em vez da mera recepção passiva de informação falada.

Em uma pesquisa com 156 alunos de 1ª série do ensino fundamental, o percentual de alunos alfabetizados passou de 54% para 96%, com o uso de técnicas de alfabetização utilizando o corpo.

Ao início do estudo, foi realizado um diagnóstico que identificou que 46% dos alunos não apresentavam condições de progressão para a série seguinte, pois não estavam plenamente alfabetizados. Foram aplicadas diversas atividades de alfabetização, através do corpo e dos sentidos (movimentação, tato, olfato, paladar, audição, visão), uma a duas vezes por semana, durante dois meses. Após cada atividade, foi aplicado um diagnóstico cognitivo, e ao final, o mesmo diagnóstico de alfabetização aplicado no início do estudo, onde se constatou que apenas 4% dos alunos não haviam alcançado o nível de alfabetização esperado, sendo que o percentual de alunos no nível mais baixo (pré-silábico) caiu de 27% para 0%.

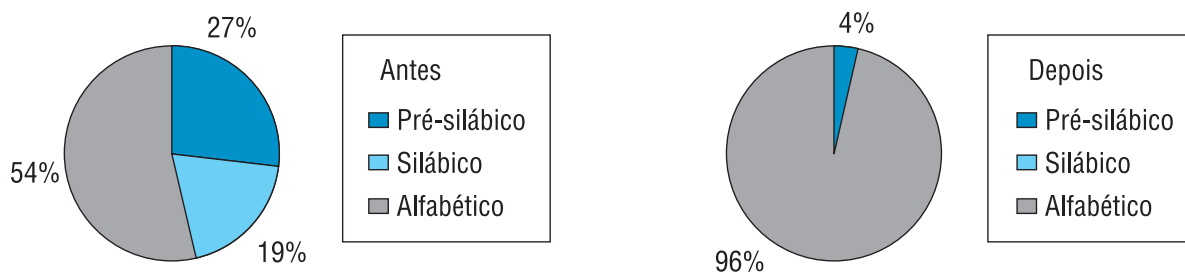


GRÁFICO 1 – Distribuição dos alunos por nível de aquisição da escrita

Fonte: Fischer (2004, p. 86-100).

De acordo com Tafner e Fischer (2004), quanto mais fontes diferentes de estímulos sensoriais e motores, mais facilmente a informação será lembrada.

O ensino tradicional entretanto é baseado em aulas passivas, em que os alunos devem ficar sentados “quietinhos” em seus lugares, recebendo informação auditiva sobre conteúdos abstratos.

3. METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Um dos objetivos de ensino das primeiras aulas de uma disciplina de Introdução à Programação ou Algoritmos, é apresentar os conceitos de algoritmo, programa e linguagem de programação e os motivos pelos quais se deve utilizar uma linguagem formal para a escrita de algoritmos e programas.

Para cumprir estes objetivos, foi realizada uma atividade, onde os alunos reunidos em grupos, deveriam utilizar blocos de montar (“Lego”) para construir uma figura; e escrever em uma folha, instruções para que outro grupo pudesse construir uma figura idêntica.

Através do surgimento de erros de transcrição, oriundos das ambigüidades e imprecisões da linguagem corrente, os alunos são conduzidos a efetuar refinamentos sucessivos em seus “programas”, até atingir a plena eficácia, em que qualquer grupo consegue produzir qualquer figura, a partir das instruções produzidas por qualquer outro grupo.

Após a execução da atividade, o professor conduz uma reflexão com os alunos para construir os con-

ceitos de programa e linguagem de programação e a explicação da necessidade de uma linguagem formal, artificial e concisa para escrever algoritmos e suas diferenças em relação à linguagem corrente.

A atividade foi aplicada com alunos do 1º semestre do curso de Sistemas de Informação da FAVIM - Faculdade do Vale do Itajaí Mirim, em Brusque, Santa Catarina. A primeira experiência foi realizada em julho de 2004, com 16 alunos, e depois, foram feitas mais duas aplicações, em março de 2005 e março de 2006.

A atividade realizada buscou atender os seguintes critérios:

- criar uma situação-problema para levar à construção do conhecimento, segundo a proposta de Piaget;
- Favorecer a interação entre os alunos na busca da solução, conforme a teoria de Vigotsky;
- Utilizar o corpo para potencializar a aprendizagem, como apontado por Fischer;

Outra característica desejada para a atividade é que fosse divertida e criativa. Sendo a primeira aula de uma disciplina vista como problemática pelos alunos, buscou-se criar uma primeira impressão de que aprender algoritmos pode ser divertido.

A escolha dos blocos de montar foi feita por ser amplamente conhecido e fácil de manipular, e por ser essencialmente um brinquedo, sem associações ou conotações negativas associadas a ele.

3.1. Etapas para a aplicação da atividade

A realização da atividade é estruturada nas etapas descritas no Quadro 1:

QUADRO 1 – Etapas da realização.

| | | |
|--|---------------|--|
| Primeira tentativa em linguagem corrente | 1. Montagem | Cada equipe deve construir uma figura com os blocos de montar e escrever as instruções para outra equipe criar outra figura idêntica |
| | 2. Reprodução | As equipes trocam as folhas de instrução e tentam recriar as figuras umas das outras |
| | 3. Análise | Comparam-se as figuras originais com as cópias e é feita uma reflexão sobre os possíveis erros de transcrição |
| Segunda tentativa com auxílio de gabarito | 4. Gabaritos | As equipes recebem um gabarito quadriculado, para usar como referência na elaboração das instruções |
| | 5. Montagem | As equipes trocam as folhas de instrução e tentam recriar as figuras umas das outras |
| | 6. Reprodução | Comparam-se as figuras originais com as cópias – ocorrem poucos erros de transcrição |
| | 7. Análise | Busca-se criar uma linguagem padronizada para todas as equipes utilizarem na próxima etapa |
| Terceira tentativa com linguagem padronizada | 8. Montagem | As equipes criam novas figuras e codificam as instruções na linguagem padronizada |
| | 9. Reprodução | Todas as equipes conseguem reproduzir qualquer figura rapidamente e sem nenhum erro de transcrição |
| | 10. Análise | Apresentam-se conceitos de algoritmos, linguagem de programação |

4. EXECUÇÃO

4.1. Primeira etapa

Os alunos recebem os blocos de montar e a tarefa de construir uma figura simples, juntamente com as

instruções para outra equipe montar uma cópia. Nenhuma indicação é dada a respeito de como devem ser escritas essas instruções. Os alunos utilizam a linguagem corrente, com imprecisões e ambigüidades.



FIGURA 1 – Exemplo de erro de transcrição (original à esq.).

Na primeira tentativa, nenhuma equipe consegue montar com perfeição uma figura proposta por outro grupo, porque os alunos descrevem de maneira pouco precisa as operações necessárias para a montagem. Exemplos de expressões utilizadas pelos alunos são “depois coloca um grande virado de lado encima do outro, e um igual no outro lado”, “terminada essa etapa, colocar a cabeça”, “põe um pequeno de cada lado”.

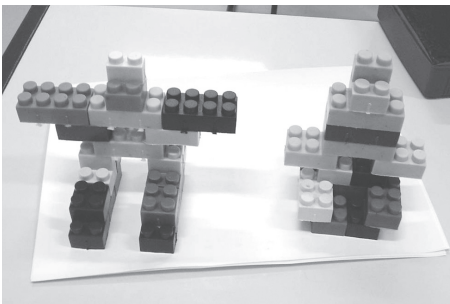


FIGURA 2 – Exemplo de erro de transcrição (original à esq.).

Após a primeira tentativa, o professor pede que os alunos apresentem explicações sobre o motivo das falhas na produção das cópias, a partir das instruções. É importante que o professor evite induzir uma resposta, para levar os alunos a chegar às próprias conclusões de maneira independente.

As primeiras explicações apresentadas, normalmente são acusações mútuas, ainda que jocosas: “eles não sabem escrever direito” ou “eles são burros e não conseguem seguir instruções”. O objetivo é conduzir os alunos a perceber que a origem do problema está na falta de clareza na linguagem utilizada.

4.2. Segunda etapa – uso do gabarito

Para auxiliar os alunos no refinamento da linguagem, o professor apresenta um gabarito composto por uma grade de linhas verticais e horizontais, identificadas com letras e números, de largura proporcional aos blocos, de montar, de maneira que os alunos possam usar um referencial exato da posição dos blocos ao descrever os passos para a montagem.

O professor, no entanto, não introduz nenhum elemento de linguagem que deva ser usado pelos alunos, deixando por conta dos grupos elaborar as novas instruções baseadas no gabarito.

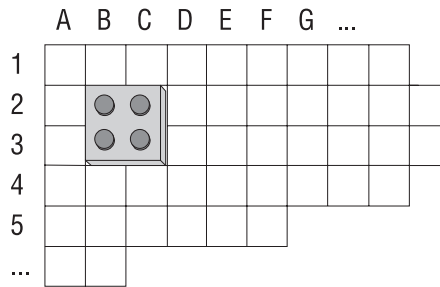


FIGURA 3 – Gabarito

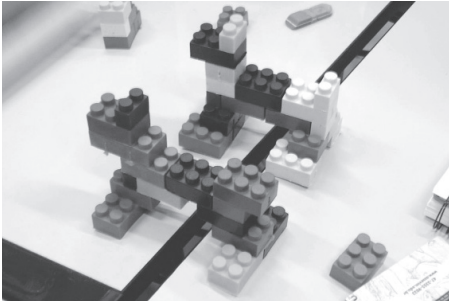


FIGURA 4 – Utilizando o gabarito, os erros são mínimos.

Nesta etapa, os alunos ainda utilizam uma linguagem próxima da linguagem corrente, como por exemplo “coloque um bloco de 4 pinos em B3”. Após a apresentação do gabarito, a maioria dos grupos consegue reproduzir fielmente as figuras, a partir das instruções, eventualmente, apresentando pequenos erros.

4.3. Terceira etapa – padronização da linguagem

O próximo passo é padronizar a linguagem para toda a sala, de modo que todos os grupos utilizem exatamente a mesma notação na descrição de seus projetos. Essa padronização é feita, removendo todos os elementos desnecessários da linguagem, resultando em um texto como o abaixo:

QUADRO 2 – Exemplo de programa

| |
|---|
| Camada 1: Bloco “6” de B2 a C4 Bloco “6” de E2 a F4 Camada 2: Bloco “6” de B3 a F4 Camada 3: Bloco “4” de C2 a D3 |
|---|

No estágio final, utilizando a linguagem padronizada, todas as equipes conseguem reproduzir qualquer projeto; e a velocidade de transcrição e montagem, também aumenta consideravelmente em relação à primeira etapa. Os alunos, encorajados pelo sucesso da segunda experiência, tentam projetos mais ousados e complexos, que são reproduzidos com perfeição por qualquer equipe.

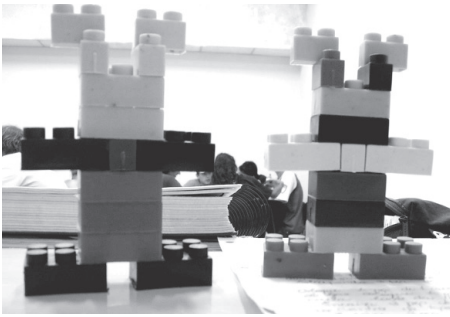


FIGURA 5 – Estágio final: cópias idênticas

Ao término da atividade, o professor constrói, com os alunos, os conceitos de programa e linguagem de programação, usando as próprias palavras dos alunos. Estes são os conceitos que eles copiam nos cadernos e que vão ser usados como referência durante a disciplina.

A aplicação da atividade ocupou de 4 a 6 horas/aula. Na aula seguinte, o professor irá apresentar conceitos de algoritmo, programa, linguagem de programação, dados e estruturas de dados oriundos da literatura, sempre fazendo referência à experiência concreta das aulas anteriores.

5. REFLEXÕES

A atividade privilegiou os aspectos Sensorial, Visual e Indutivo, através de um processo ativo. Verificou-se o aumento da participação e envolvimento dos alunos em relação às turmas anteriores, em conformidade com os resultados sugeridos pelo trabalho de Felder e Silverman (1988). A viabilidade da experiência demonstra a possibilidade de utilizar, no ensino superior, estratégias de uso do corpo na aprendizagem, conforme descritas por Fischer (2001) para uso na alfabetização.

Uma questão digna de nota é a fala de uma aluna na aula seguinte, ao término da atividade:

“Meu pai me perguntou o que teve na aula ontem e eu não sabia dizer. Falei que a gente brincou de lego. Quer dizer, eu sei que a gente não estava brincando, mas eu não consegui explicar”.

É importante destacar que mesmo percebendo que a “brincadeira” realizada tem valor educativo, a aluna não conseguiu descrever o que experimentou. O ensino tradicional, passivo e apático lhe parece tão normal que é difícil identificar como “aula”, qualquer outra atividade que fuja do padrão sentar-ouvir-e-annotar-no-caderno.

Essa concepção é visível em discursos como “hoje não tem aula, vai ter filme” ou “hoje não tem aula, tem palestra”; e demonstra que o aluno tem dificuldade em compreender que o filme é aula, que a palestra é aula. Isso pede dos professores redobrado cuidado em deixar sempre claro que essas atividades são aplicadas, porque ali há um benefício educacional para o aluno.

6. RESULTADOS

A aplicação da atividade de blocos de montar foi bem recebida pelos alunos e encorajou o desenvolvimento de novas atividades, utilizando brinquedos e jogos na disciplina, especificamente o uso de cartas de baralho e dados para apoio à elaboração de algoritmos.

A eficácia do uso de brinquedos na disciplina é sugerida pelo resultado final do semestre. Na turma onde o uso de brinquedos foi consistente, ao longo do semestre, 27% dos alunos obtiveram nota abaixo do

necessário para aprovação sem exame, contra 38% e 35% nas duas turmas anteriores.

Nas três turmas, a disciplina foi ministrada pelo mesmo professor, cumprindo o mesmo conteúdo programático. O número e o tipo das avaliações, também permaneceram constantes. As avaliações eram atividades práticas, onde os alunos eram solicitados a elaborar algoritmos com grau de complexidade crescente, ao longo da disciplina.

A percepção da disciplina, por parte dos alunos, também foi influenciada positivamente pelas estratégias de ensino adotadas. Na avaliação docente, realizada pela instituição semestralmente, 82% dos alunos da turma atual responderam “Excelente” à questão relativa à sua satisfação em relação à disciplina, em contraposição a 61% e 57% respectivos às duas turmas anteriores.

Futuros trabalhos, envolvendo o uso de jogos no ensino de algoritmos, devem buscar um uso mais extensivo de jogos e brinquedos no ensino de algoritmos, através da elaboração de atividades que cubram todo o conteúdo da disciplina e que possam auxiliar no ensino do uso de estruturas de dados complexas, bem como um manual para professores, que auxilie na aplicação dessas estratégias de ensino.

Fischer (2001, p. 106) aponta que “Quando inclui-se, na aprendizagem da criança, todo o seu corpo, e o professor passar de simples repetidor de matéria para um agente de transformação”. O ensino superior não pode ser diferente, devendo buscar, cada vez mais um modelo, que busque valorizar a participação ativa dos alunos, em detrimento de uma atitude passiva.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, G. O. **Raciocínio lógico formal e aprendizagem em cálculo diferencial e integral: o Caso da Universidade Federal do Ceará.** Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1994

BELHOT, R. V. ; FREITAS, A. A. de ; DORNELLAS, D. V. . Requisitos profissionais do Estudante de Engenharia de produção: uma Visão Através dos Estilos de Aprendizagem. In: XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Produção, 2005, Bauru. **Anais de Resumos - Relações de Trabalho no Contexto da Engenharia de Produção.** Bauru : Faculdade de Engenharia da UNESP, 2005. v. 1. p. 11-11.

BRASIL. MEC – Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares para Cursos da Área de Computação e Informática.** Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/mec/ceeinf.diretrizes.html>. Acesso em 15 mai. 2006.

BROWN, M. H. **Algorithm Animation.** The MIT Press, 1987.

FELDER, R. M. e SPURLIN, J. **Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles.** International Journal of Engineering Education, v.21, nº.1, pp. 103-112, 2005.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. **Journal of Engineering Education,** v. 78, n. 7, pp. 674-681, abr. 1988.

FELDER, R. M.; SOLOMON, B. A. **Index of Learning Styles.** 1991. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>>. Acesso em: 25 mai. 2006.

FISCHER, J. **Uma abordagem neuropedagógica como contribuição para a alfabetização de pessoas portadoras de necessidades educativas especiais.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 13ª.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GUIMARAES, A. de M.; LAGES, N. A. de C. **Algoritmos e estruturas de dados.** Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1985.

KORHONEN, A. **Visual Algorithm Simulation.** 2003. 138f. Tese (Doctorate in Science of Technology) – Department of Computer Science and Engineering, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, 2003.

- LAWRENCE, A. W.; BADRE, A. N; STASKO, J. T. **Empirically Evaluating the Use of Animations to Teach Algorithms**. Technical Report GIT-GVU-94-07, Computer Science Department, 1994.
- LITZINGER, T. A. e FELDER, R. M. **A Study of the Reliability and Validity of the Felder-Soloman Index of Learning Styles**. Proceedings, 2005 ASEE Conference and Exposition, Washington, D.C.: American Society for Engineering
- PIAGET, J. **A Linguagem e o Pensamento da Criança**. São Paulo: Martins Fontes, 1999
- _____. **Para onde vai a educação?**. Rio de Janeiro : J. Olympio : UNESCO, 1973
- STASKO, J. T. **Tango: A Framework and System for Algorithm Animation**. Computer, 23(9), 14-36, setembro 1990.
- TAFNER, M. A.; FISCHER, J. **O cérebro e o corpo no aprendizado**. Indaial: Editora ASSELVI, 2004.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.
- WIRTH, N. **Algorithms + data structures = programs**. Englewood Cliffs, N. J : Prentice-Hall, c1976.
- WOOLFOLK, A. **Psicologia da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.
- ZYWNO, M. S. **A Contribution of Validation of Score Meaning for Felder-Soloman's Index of Learning Styles**. Proceedings, 2003 ASEE Conference and Exposition, Washington, D.C.: American Society for Engineering.