

5 Introdução ao Construcionismo

Este capítulo apresenta os princípios gerais do aprendizado e da educação construcionista. Ele se concentra nos fundamentos teóricos, ressaltando sua interdependência com o desenvolvimento da tecnologia e, mais especificamente, do computador.

De fato, embora o Construcionismo tenha crescido ao redor do Logo e apareça normalmente vinculado a essa linguagem de programação, a teoria tem um corpo próprio com um forte componente sociocultural que também precisa ser considerado. Focando nos princípios, espera-se realçar este outro lado e, com isso, ilustrar e oferecer subsídios para justificar a importância do tipo de abordagem de desenvolvimento de software para a educação proposta no capítulo 6.

5.1 Características gerais

De uma forma geral, o Construcionismo pode ser entendido como um conjunto de idéias (ou uma teoria) que estuda o desenvolvimento e o uso da tecnologia, em especial, do computador, na criação de ambientes educacionais.

Concebido por Seymour Papert no final da década de 60, o Construcionismo é uma síntese da teoria de Piaget e das oportunidades oferecidas pela tecnologia para o desenvolvimento de uma educação contextualizada, onde os estudantes trabalhem na construção de elementos que lhes sejam significativos e através da qual determinados conhecimentos e fatos possam ser aplicados e compreendidos (PAPERT, 1986, p.8).

Um ponto importante do Construcionismo é que ele vai além do aspecto cognitivo, incluindo também as facetas social e afetiva da educação. Assim, ele abre espaço para o estudo das questões de tecnologia, gênero, cultura, personalidade, motivação, etc. que normalmente não são tratadas em abordagens educacionais mais tradicionais.

Influenciado diretamente pelos anos que Papert trabalhou ao lado de Piaget em Genebra e pelos conceitos da Inteligência Artificial que floresciam no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), o Construcionismo propôs uma série de idéias inovadoras a respeito do uso da tecnologia na educação. Diferente da abordagem predominante da época, onde o computador era visto como uma máquina de ensinar que ia passando informações de acordo com as respostas do aluno, Papert propôs uma visão mais centrada na construção do conhecimento em si, onde a tecnologia deveria ser utilizada não como um elemento regente, mas sim como algo que possibilitasse a criação de situações mais propícias e específicas para o aprendizado.

Atualmente, o resultado prático mais conhecido do Construcionismo é o Logo Gráfico, usado por milhões de pessoas em diversos países. Popularizado na década de 80 com o advento dos microcomputadores, o Logo Gráfico é, realmente, o produto modelo do Construcionismo, um exemplo concreto de como as idéias de Papert podem ser aplicadas no ensino principalmente de matemática e de como o computador pode ser visto como um poderoso auxiliar para o desenvolvimento humano.

No Logo, a criança interage com uma tartaruga desenhada na tela do computador. A tartaruga entende um conjunto de comandos gráficos bem simples (como “para frente 10”, que move a tartaruga 10 passos para frente, ou “para direita 30”, que gira a tartaruga 30 graus para a direita), todos eles relacionados com conceitos de geometria e facilmente compreensíveis pela criança.

Por exemplo, o desenho na Figura 8 foi criado a partir dos seguintes comandos: para frente 100 para direita 30 para frente 80 para direita 50 para direita 10 para frente 70.

Através de uma linguagem de programação de fácil compreensão (a linguagem Logo), o aprendiz pode ir ensinando comandos cada vez mais complexos para a tartaruga (como “desenhe_quadrado”, que combina diversos “para frente” e “para direita”). Assim, além de obter resultados cada vez mais sofisticados e motivantes, a criança vai aprendendo os conceitos básicos de geometria espacial (como distância, ângulo, posição no espaço, etc.) de uma forma significativa, prática e gradual.

Na utilização do Logo Gráfico, o aprendiz assume uma postura ativa frente ao seu aprendizado e ao computador e vai, através do desenvolvimento de projetos pessoais, explorando novos conceitos e progredindo em seu próprio ritmo. Além disso, como todos os comandos “ensinados” para a tartaruga ficam registrados e podem ser manipulados por meio do computador, o aprendiz tem à sua disposição um recurso bastante concreto que lhe permite visualizar o que foi feito e aprimorar seus projetos. Este tipo de potencial propiciado pela tecnologia é um ponto-chave enfatizado pelo Construcionismo.

Por outro lado, é importante frisar que, ainda que a tecnologia seja realmente importante e constitua um dos focos centrais da pesquisa construcionista, para o Construcionismo um ambiente educacional efetivo exige muito mais do que um aprendiz e um computador carregado com o Logo. É preciso todo um ambiente acolhedor que motive o aprendiz a continuar aprendendo, um ambiente que seja rico em materiais de referência, que incentive a discussão e a descoberta e que respeite as características específicas de cada um.

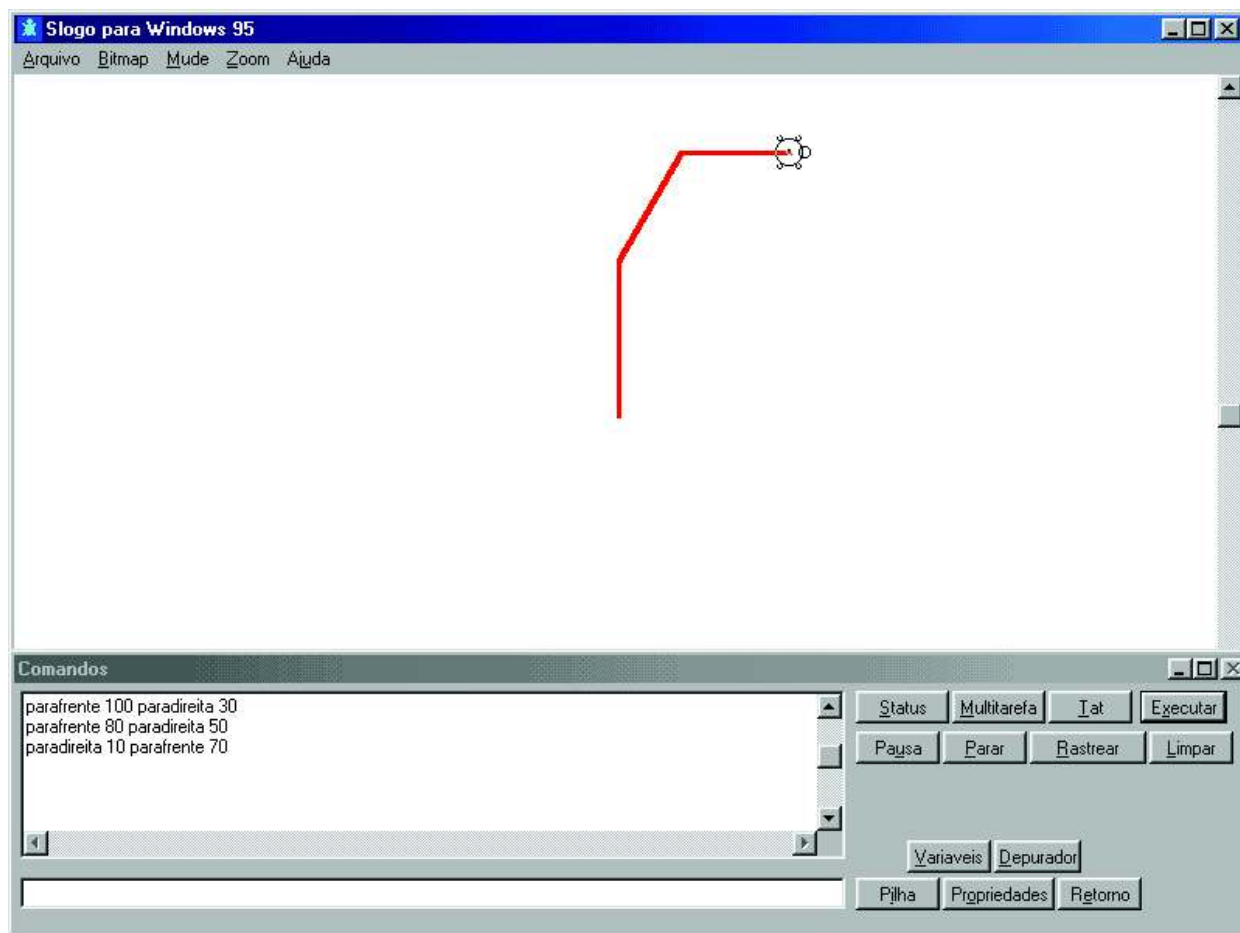


Figura 8 - Desenho feito a partir de comandos do Logo Gráfico.

O Logo Gráfico é apenas um dos materiais utilizados na construção de ambientes construcionistas. Mesmo esta ferramenta, dependendo da forma como for utilizada, pode levar a resultados completamente diferentes dos esperados.

Dificuldades relacionadas ao desenvolvimento de software construcionista.

Ainda que o Construcionismo seja um corpo teórico revolucionário na consideração de fatores afetivos, sociais e culturais no aprendizado e na abordagem dada ao papel da tecnologia na construção de ambientes educacionais mais efetivos, é interessante notar que pouca gente o conhece e que pouco se sabe a respeito da tecnologia construcionista.

Há uma série de fatores que poderiam explicar esse fato. O primeiro deles é que o Construcionismo é uma teoria muito recente e ainda muito restrita a alguns poucos centros acadêmicos, como o Grupo de Epistemologia e Aprendizado do MIT Media Lab, o Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) da UFRGS e o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da UNICAMP. Só agora é que começam a aparecer mais textos dirigidos ao público em geral, como é o caso de *The connected family: bridging the digital generation gap* (PAPERT, 1996).

Além disso, mesmo no meio educacional não parece haver um consenso claro do que venha a ser o Construcionismo, algo que seria essencial ao desenvolvimento da

teoria em si e de suas tecnologias associadas. *“Enquanto nós não tivermos o substrato para fundamentar qualquer tipo de inovação, a tendência é deixar as coisas do jeito que estão. O que acaba acontecendo é um pouco do que eu chamo de ‘deslumbramento tecnológico’ ”*²⁸. Não existe nenhum documento ou coisa parecida que defina o que é o Construcionismo e quais as suas características essenciais.

É óbvio que não se pode esperar uma definição fechada, uma vez que o Construcionismo é um conjunto de idéias que está em constante desenvolvimento, principalmente nas universidades. O problema é que os artigos e teses construcionistas são raramente traduzidos (mais um fator para dificultar o seu intercâmbio) e a maior parte das pesquisas aborda pontos específicos da teoria, tornando difícil obter uma visão do todo e de como os trabalhos se relacionam entre si.

Embora o Logo Gráfico tenha servido como um foco concentrador de forças para o próprio desenvolvimento e propagação do Construcionismo, a centralização neste software foi tão grande que gerou uma série de efeitos colaterais sentidos ainda hoje.

Um dos mais marcantes foi a visão tecnocentrista com que as pessoas passaram a associar os bons resultados das atividades construcionistas ao software em si, deixando de lado todos os demais fatores socioculturais como liberdade de expressão, incentivo à troca de idéias e à criatividade, enfatizados pela teoria (PAPERT, 1990).

Ao redor do Logo Gráfico também se criou uma cultura quase que religiosa, defensora da utilização deste software em todas as situações de aprendizado, quaisquer que sejam elas. Não que o Logo não possa ser utilizado para o estudo de Gramática, História, Química ou outro assunto qualquer, dado o caráter relativamente aberto do software. O ponto é que ele foi criado como um ambiente para a exploração do raciocínio lógico-matemático e de alguns conceitos de Geometria, não oferecendo muitas facilidades que tornem explícitas as características específicas de outras áreas do conhecimento.

Por exemplo, se o objetivo de uma aula de Geografia fosse analisar dados demográficos de um país, talvez o Logo não fosse a ferramenta mais adequada. Os alunos provavelmente concentrariam seus esforços mais na programação da tartaruga do que nos conceitos sendo explorados. Neste caso, talvez fosse mais interessante utilizar uma planilha eletrônica ou um software mais específico como o ARC/INFO (MCARTHUR, 1994), onde os aprendizes pudessem fazer e testar hipóteses sobre as variáveis que achassem pertinentes. De qualquer forma, problemas como esse poderiam ser minimizados caso houvesse uma conscientização maior dos pontos essenciais do Construcionismo.

²⁸ Heloísa Vieira da Rocha sendo citada em (VALENTE, 1996b, p.418).

Uma exposição mais objetiva das idéias, além de facilitar o diálogo entre pesquisadores, educadores, desenvolvedores e demais interessados, também serviria como um elemento norteador para o desenvolvimento de ambientes construcionistas voltados para outras áreas (além da matemática) e que pudessem usufruir dos novos recursos (como a multimídia e as redes) desenvolvidos pela tecnologia.

Seguindo nesta linha, procurou-se reunir, neste capítulo, aqueles que acreditamos ser os princípios mais importantes do Construcionismo. Convém notar que, na nossa opinião, o Construcionismo abrange tanto uma teoria do aprendizado – um conjunto de idéias que descrevem como as pessoas aprendem – como também uma teoria educacional – princípios sobre como criar situações onde as pessoas aprendam determinados conteúdos. É a teoria do aprendizado construcionista que dá embasamento para a criação de ambientes educacionais construcionistas.

5.2 O aprendizado construcionista

Na literatura construcionista se destacam os seguintes princípios de aprendizado:

- As pessoas constroem ativamente o seu conhecimento, isto é, conhecimento não é transmitido.
- A possibilidade de articular os processos do pensamento permite aprimorá-los, isto é, a visualização e a manipulação das estratégias permite otimizá-las.
- O aprendizado de um conceito está relacionado com a sua estrutura, isto é, o aprendizado de alguns conceitos e a possibilidade de combiná-los facilita o aprendizado de outros conceitos.
- O aprendizado é influenciado pelo ambiente. Algumas dinâmicas e contextos facilitam a percepção e a construção de determinados conhecimentos, atitudes e procedimentos.

Cada um destes princípios será melhor discutido nas seções restantes deste capítulo.

5.2.1 As pessoas constroem ativamente o seu conhecimento

As situações com que nos deparamos em nosso dia-a-dia são, constantemente, contrastadas com nossos conhecimentos anteriores e, através de um mecanismo de assimilação do novo e acomodação das estruturas antigas, vão sendo incorporadas em nossas mentes.

A visão de que o indivíduo constrói seu próprio conhecimento é central no construtivismo piagetiano e segue uma linha contrária ao de outras abordagens que defendem, por exemplo, que o conhecimento pode ser transmitido, unidirecionalmente, em pequenos “pacotes”, de um professor (transmissor ativo) para seus alunos (receptores passivos).

O conceito de construção de conhecimento pelo aprendiz é tão fundamental para o Construcionismo que até mesmo o nome da teoria reflete esta idéia. Segundo Papert, o termo Construcionismo (Constructionism) foi escolhido por representar os dois temas principais de sua teoria: o Construtivismo, de Piaget e a idéia dos kits de montagem para crianças (os *construction sets*).

A importância do erro. É interessante notar que, neste processo de construção, o sujeito não passa diretamente de um conhecimento para outro mais avançado. O aprendizado se dá através da construção de uma série de teorias transitórias. Esse processo ocorre via tentativas e erros, no qual o indivíduo parte dos aspectos já conhecidos do problema e segue construindo suas próprias teorias. As teorias que não forem adequadas vão sendo descartadas ou alteradas até se tornarem cada vez mais estáveis.

Sob este enfoque, os erros dos indivíduos são tão importantes quanto seus acertos para o processo de aprendizagem. Enquanto os acertos representam situações de relativa adequação do conhecimento do indivíduo com relação às coisas do mundo, são os “erros” que questionam esta estabilidade e agem como a força motriz do processo de aprendizagem.

Por exemplo, uma criança tentando desenhar um quadrado com o Logo raramente irá conseguir na primeira vez. A figura “errada” ou diferente que surgir na tela é que servirá de base, junto com os comandos dados, para que ela reflita sobre o que foi feito e assim possa corrigir seu desenho.

Ainda assim, não se deve super-valorizar os erros. Eles são momentos transitórios que levam o indivíduo de um estado de segurança para outro. Os erros são os “maus necessários” que temos que passar para vivermos cada vez melhor no ambiente que nos cerca.

5.2.2 A possibilidade de articular os processos do pensamento permite aprimorá-los

Quando Papert mudou para o MIT, em 1964, deparou-se com uma cultura que via no computador um grande auxiliar para a compreensão da inteligência humana. A resolução de problemas por computador e, principalmente, sua capacidade de simulação em muito contribuíram para a compreensão da mente humana. Foi esta visão do computador, como uma ferramenta que permite pensar de forma mais concreta sobre as questões abstratas do pensamento e do funcionamento da mente, que determinou o seu papel como central dentro do Construcionismo.

A partir de então, Papert passou a *"visualizar as idéias da ciência da computação não apenas como instrumentos que pudessem explicar como o aprendizado e o pensamento de fato funcionam, mas também como instrumentos de mudança que poderiam alterar e possivelmente melhorar, a forma com que as pessoas aprendem e pensam"* (PAPERT, 1993a, p.208).

Do mesmo modo que um mapa ajuda na orientação e a encontrar o melhor caminho entre dois pontos, para o Construcionismo a possibilidade de visualizar e manipular de uma forma clara as estratégias e tentativas percorridas na resolução de uma

tarefa traz uma série de facilidades para que se identifique o que ainda não foi feito, possíveis deficiências, etc. e, com isso, se obtenha uma solução melhorada. A questão é como registrar este meta-processo de uma modo compreensível e útil.

É justamente por este motivo que a programação é um dos aspectos que os construcionistas mais enfatizam no Logo. Conforme aponta Valente (1995), um programa é um registro preciso da organização e da seleção dos comandos que o aprendiz usou na resolução de um problema (como um desenho em Logo), podendo ser tratado como uma representação objetiva dos procedimentos adotados, facilitando o aprimoramento dos mesmos.

O ciclo da descrição-execução-reflexão-depuração-descrição. Valente (1993, p.34) descreve, através de um ciclo composto pelas fases de descrição, execução, reflexão e depuração, a atividade cognitiva de um aprendiz utilizando o Logo (ver Figura 9). Este ciclo começa quando o aprendiz tem uma idéia, talvez de um desenho, que gostaria de implementar no computador. Ele busca então descrever esta idéia através de comandos e procedimentos que a tartaruga geométrica possa executar.

A tartaruga (ou o computador) executa os comandos dados e produz um resultado na tela do computador. O aprendiz então olha para a figura sendo desenhada e para o resultado final e reflete comparando-os com o que havia imaginado.



Figura 9 - O ciclo da descrição-execução-reflexão-depuração.

Neste momento, ele pode optar por deixar o programa do jeito que está, concluindo o ciclo; ou optar por depurar o programa, buscando resolver as diferenças identificadas,

A fase de depuração é onde o programa se mostra mais importante. Como ele guarda os comandos dados, as decisões tomadas pelo aprendiz ficam

documentadas. Revendo o programa, o aprendiz pode repensar o que fez e, à medida em que procura consertar a figura, pode desenvolver novas idéias, buscar novos conceitos e, com isto, construir novos conhecimentos.

Valente também ressalta que, além do suporte dado pelo computador, a efetividade do ciclo também depende do acompanhamento do aprendiz por parte de um facilitador e de uma boa integração entre a atividade e a realidade sociocultural do aprendiz. Este aspecto será melhor abordado na seção sobre educação construcionista.

5.2.3 O aprendizado de um conceito está relacionado com a estrutura deste conceito

Piaget acreditava que, para se compreender o aprendizado era primeiro necessário compreender as chamadas “estruturas-mãe” do conhecimento a ser aprendido. O aprendizado seria resultado da aquisição e a manipulação destas estruturas fundamentais.

Mas que características possuem estas estruturas-mãe que as tornam “aprendíveis”? Os estudos de Piaget mostraram que (PAPERT, 1993a, p.160)

- As estruturas-mãe são conceitos que fazem sentido para a criança e que, em princípio, podem ser aprendidos e compreendidos isoladamente das outras estruturas.
- Podem ser agrupadas entre si, possibilitando a formação de novos conceitos que também podem ser compreendidos pela criança.
- Se suportam mutualmente, isso é, ainda que independentes, o aprendizado de uma facilita o aprendizado das outras²⁹.

As estruturas-mãe levam a entender o que Papert chamou de “princípio da continuidade” (*continuity principle*) que diz que os novos conceitos devem continuar o conhecimento bem estabelecido que o indivíduo já tem. Isso traz um senso de segurança e valor e também de competência cognitiva que constitui uma base sólida que incentiva o aprendiz a se arriscar por novos domínios (PAPERT, 1993a, p.54).

O Logo Gráfico foi criado a partir de uma série de conceitos básicos que podem ser analisados como estruturas-mãe da geometria espacial. Este é o caso das noções de posição no espaço, ângulo, deslocamento relativo, etc., todos eles representados na tela de uma forma compreensível pelo aprendiz.

A linguagem de programação do Logo Gráfico permite combinar os comandos básicos da *tartaruga* em estruturas mais complexas possibilitando, através de um mecanismo de descrição-execução-reflexão-depuração-descrição (ver seção 5.2.2), a compreensão de conceitos mais avançados como o de polígonos, áreas,

²⁹ Foi a partir da identificação de algumas estruturas-mãe e da aplicação destes conceitos que Piaget elaborou sua teoria sobre o desenvolvimento do conhecimento para uma variedade de domínios.

somatória de ângulos internos, circunferências, etc.. O entendimento de um conceito básico ajuda na compreensão de outro, como perceber que uma reta é uma combinação de vários pontos alinhados ou que uma curva pode ser vista como uma sequência de pequenos deslocamentos não alinhados.

Tal como visto na seção anterior, o próprio aprendizado da informática é visto por Papert como um tipo de conhecimento que suporta o aprendizado de outros conhecimentos (PAPERT, 1986, p.2; HAREL e PAPERT, 1991, p.75). Por exemplo, a utilização de ferramentas de simulação, por mais que seja virtual, pode ajudar a compreender melhor o fenômeno sendo estudado e, inclusive, as restrições por trás do modelo.

Para o Construcionismo, o aprendizado de informática, dependendo de como for feito, ao invés de exigir tempo extra no horário escolar, poderia ser integrado às demais matérias, resultando em um melhor aproveitamento global. E esta sinergia cognitiva não estaria relacionada exclusivamente ao computador. Do mesmo modo, o aprendizado de física poderia ser integrado com o de química, o de geografia com o de história e o de línguas e assim por diante.

5.2.4 O aprendizado é influenciado pelo ambiente

Diferente da abordagem de Piaget, a teoria construcionista dá uma importância especial à influência dos aspectos culturais e sociais no desenvolvimento cognitivo. Enquanto Piaget se preocupava com o estudo das estruturas cognitivas que se desenvolvem em todos os seres humanos, independente da cultura, Papert se preocupou com aquelas que poderiam se desenvolver em situações socioculturais específicas e que, portanto, acabavam diferenciando umas pessoas das outras (ACKERMANN, 1990).

Segundo Papert, o conhecimento não pode ser construído do nada. É o meio sociocultural que fornece o material a ser usado, influenciando os tipos de construções e a forma com que elas são construídas. Papert vai inclusive mais fundo neste aspecto, sugerindo que até mesmo a sequência dos estágios do desenvolvimento cognitivo proposta pela teoria piagetiana poderia ser mais ou menos acelerada, dependendo da cultura e dos materiais presentes no ambiente.

Mais especificamente, Papert acha que a cultura contemporânea oferece relativamente pouca oportunidade para que se possa pensar e falar sobre as hipóteses levantadas e procedimentos adotados na resolução de problemas e que este é o principal fator por detrás do desenvolvimento tardio deste tipo de raciocínio (que, por Piaget, era conhecido como "pensamento formal") nas crianças. Neste caso, o computador e, em especial, a programação, pelas razões discutidas anteriormente, poderiam levar a uma relação mais concreta com o pensamento, possibilitando uma alteração nesta situação (PAPERT, 1993a, p.174).

Também é interessante notar que, apesar de ter um desenvolvimento pouco incentivado pela cultura contemporânea, o pensamento lógico-abstrato é tradicionalmente visto não como um estilo de pensamento, mas sim como um

modelo a ser seguido. Isso acabou trazendo uma série de implicações para a educação que devem ser consideradas³⁰.

Em termos de estilos de pensamento, conforme mostram os estudos construcionistas, nas atividades educacionais encontram-se, basicamente, dois tipos de sujeitos: os planejadores (*planner* ou *hard thinker*) e os escultores (*bricoleur*, *tinker* ou *soft thinker*). Os planejadores são aqueles sujeitos que, antes de partir para a construção, gastam bastante tempo imaginando e descrevendo, em seus mínimos detalhes, tudo o que pretendem fazer. Já os escultores são aqueles que, a partir da manipulação dos materiais, vão definindo o que pretendem construir.

Tradicionalmente, da mesma forma que ocorre com o pensamento abstrato, o estilo planejador é mais incentivado. No entanto, *“a diferença entre planejadores e escultores não está na qualidade do produto, mas no processo de sua criação”* (TURKLE, 1991, p.172). Assim como os planejadores, os escultores também têm objetivos. A diferença é que eles se permitem negociar estes objetivos à medida em que o projeto vai se desenvolvendo. Enquanto os planejadores têm um pensamento predominantemente analítico, abstrato e genérico, que leva à otimização dos procedimentos e ao cumprimento dos prazos estipulados, os escultores têm uma forma de pensar considerada culturalmente mais feminina, privilegiando o pensamento mais narrativo, concreto e específico, que leva à descoberta de novas propriedades e combinações dos objetos.

Outra diferença apontada é o tipo de relação que os diferentes sujeitos têm com os objetos da atividade. Os planejadores tendem a ter uma visão de fora e mais sistêmica do conjunto. Os escultores se imaginam como parte do problema sendo resolvido e procuram se identificar mais com seus componentes.

Papert ressalta que tanto as características dos planejadores quanto as dos escultores são fundamentais para a resolução de problemas. Em algumas situações, pode ser mais importante aprimorar as técnicas e otimizar o trabalho. Outras situações podem exigir abordagens mais criativas que extrapolem as tradicionais.

Hoje em dia, no entanto, parece que o tipo de pensamento escultor tem se mostrado cada vez mais reconhecido. Dada a velocidade com que as coisas mudam, os problemas enfrentados raramente se repetem e exigem um tipo de indivíduo que saiba lidar com dados imprecisos e incompletos que se alterem constantemente. Já

³⁰ Papert é bastante incisivo nesta questão da valorização da lógica na cultura moderna e isto se reflete também diretamente em suas críticas à visão de que o pensamento formal proposto por Piaget seja visto como o mais avançado. Segundo Papert (1993b, p.167), *“O tipo básico de pensamento é intuitivo; o pensamento lógico formal é uma construção que, embora freqüentemente seja extremamente útil, é artificial”*.

Em outras palavras, a lógica deveria ser vista como uma ferramenta e não como a melhor forma de pensar. *“Logic is on tap, not on top”* (TURKLE e PAPERT, 1991, p.168).

se foi o tempo em que empresas e pessoas faziam planejamentos de longa duração e conseguiam se ater a eles por vários anos.

Convém notar que a divisão apresentada dos estilos de aprendizagem é meramente figurativa. Ninguém é totalmente planejador ou escultor e uma mesma pessoa, dependendo da situação, pode tender mais para um estilo do que para outro. A predominância dos estilos de aprendizagem não é genética; ela está ligada à cultura e à formação recebida.

Assim sendo, os ambientes construcionistas procuram privilegiar ambos os estilos da mesma forma, deixando amplo espaço para explorações planejadas e não planejadas, favorecendo o intercâmbio de idéias e oferecendo um equilíbrio de condições para o desenvolvimento de descrições e representações formais, favorecendo os planejadores e a manipulação de materiais concretos com os quais o aprendiz se identifique, favorecendo os escultores .

O ideal seria que os aprendizes reconhecessem seus próprios estilos de aprendizagem, valorizassem os estilos dos colegas e percebessem os momentos mais apropriados para usar um estilo ou outro.

Novamente, o Logo Gráfico é um bom exemplo de ferramenta que permite trabalhar com ambos os estilos. Ao mesmo tempo em que a tartaruga gráfica representa um objeto antropomorfizado, no qual o aprendiz reconhece características do próprio corpo, os novos comandos ensinados e as anotações feitas são convites para a abstração e ao formalismo. Além disso, a possibilidade de ir montando o programa aos poucos, de ir experimentando e refazendo sem muito trabalho o que vai sendo construído permitem que o aprendiz explore seu lado escultor sem inibir o lado planejador da atividade.

Apesar desta abertura, de nada adianta a ferramenta oferecer as possibilidades se ela não for utilizada de modo adequado. Mesmo o Logo pode ser usado de forma totalmente diferente da defendida pelo Construcionismo. É o que aconteceria, por exemplo, se os alunos fossem incentivados a copiar programas já feitos ao invés de construírem os seus próprios.

De fato, para Papert, a maioria das críticas levantadas contra o Logo (ou contra o uso do computador na educação) baseia-se em critérios tecnocentristas, onde o computador é colocado em primeiro plano e os aspectos socioculturais são considerados como meros facilitadores do uso da tecnologia. *"O contexto para o desenvolvimento humano é sempre uma cultura, nunca uma tecnologia isolada"* (PAPERT, 1990, p.3).

Da mesma forma que não se pode garantir que "madeira produz boas casas", é preciso que se comece a perguntar *"não o que o Logo pode fazer às pessoas, mas o que as pessoas podem fazer com o Logo"* (PAPERT, 1990, p.12). O Logo foi criado e avaliado no MIT como *"um material de construção para ambientes de aprendizado"* (PAPERT, 1986, p.16), não como algo que causa efeitos específicos em quem usa. *"Ele pode ser usado de diversas maneiras e, dependendo de como for usado, poderá ter diferentes tipos de efeitos"*. O Logo não é um agente ativo no

aprendizado, *"ele é um elemento que pode se tornar parte de uma cultura e será moldado pela cultura tanto quanto ele a moldará"* (PAPERT, 1986, p.16).

É comum pensar que os "tecnologistas" seriam os que mais caem nesta armadilha tecnocentrista. Porém, os "humanistas", talvez pela falta de um conhecimento mais profundo sobre a tecnologia, tendem a dogmatizá-la e acabem por centralizar seu pensamento sobre ela.

O problema é que mudar esta mentalidade tecnocêntrica não é nada trivial e exige não apenas um reexame do que é assumido com relação à tecnologia, como também da área em que esta está sendo utilizada. No caso da informática para a educação, isso exigiria o repensar do que se entende por educação, algo que, por si só, já seria uma fantástica contribuição da informática.

Por outro lado, na nossa opinião, se o problema do uso do computador na educação é mais cultural do que tecnológico, uma ênfase maior deveria ser dada à propagação de uma cultura construcionista. Se "a dificuldade do Logo é que ele não vem acompanhado de um Papert", é preciso que se faça todo um trabalho de conscientização dos educadores (através de materiais de apoio ou de cursos) sobre o uso adequado da tecnologia.

Nesse sentido, vários esforços estão em andamento. A formação de professores para um trabalho construcionista com os computadores tem sido, há vários anos, o principal foco da pesquisa do NIED - Núcleo de Informática Aplicada à Educação da UNICAMP (VALENTE, 1996b). Os livros mais recentes escritos por Papert (1993b; 1996) também parecem dirigidos para um público mais amplo, como professores e pais em geral.

5.2.4.1 Características dos ambientes educacionais construcionistas

A partir de diversos estudos baseados no Logo, foram identificadas uma série de dimensões encorajadas em ambientes construcionistas de sucesso (PAPERT, 1986, p.14):

a) Dimensão pragmática, enfatizada nas atividades em que os aprendizes tenham a sensação de estarem aprendendo algo de uso imediato, não algo que só será utilizado no futuro. Desta forma, permitindo com que o aprendiz consiga desenvolver projetos pessoais significativos que anteriormente não seriam possíveis, os novos conceitos trazem uma sensação de praticidade e poder, incentivando cada vez mais a busca pelo saber. Esta dimensão também é conhecida como "princípio do poder" (PAPERT, 1993a, p.54).

Além da construção de algo imediatamente significativo, costuma-se descrever o aprendizado construcionista como uma atividade de construção no mundo. O "no mundo" deve ser entendido como um produto real, concreto. Algo que seja compartilhável com a comunidade, como um texto, um desenho, uma escultura, um carrinho ou um programa de computador.

Segundo Aaron Falbel, quando o aprendiz constrói algo no mundo, ele constrói, simultaneamente, conhecimento em sua cabeça. Este novo conhecimento permite ao aprendiz construir coisas mais complexas no mundo, o que levará a novos

conhecimentos e assim por diante, em um ciclo que se auto-reforça (FALBEL, 1993).

Além disso, é a construção no mundo que permite à comunidade reconhecer o trabalho que o aprendiz está desenvolvendo e, assim, torná-lo genuinamente significativo;

b) Dimensão sintônica, que é ressaltada quando o computador é usado na obtenção de um aprendizado sintônico, isto é, um aprendizado que, diferente do aprendizado dissociado encontrado nas salas de aula tradicionais, está diretamente relacionado com o senso que o aprendiz tem das coisas, em sintonia com aquilo que ele acredita ser importante. No aprendizado sintônico, o aprendiz se identifica com os elementos com que está lidando e com a atividade que está executando. O aprendizado está bem contextualizado e integrado com o seu dia-a-dia.

Por exemplo, o trabalho com a tartaruga tem (PAPERT, 1993a):

- **Sintonicidade com o corpo** (é *body syntonic*), por estar fortemente relacionado com o senso e conhecimento que a criança tem de seu corpo. Ela se identifica com a tartaruga, um animal que tem cabeça, se move e vira de um lado para o outro;
- **Sintonicidade com o ego** (é *ego syntonic*), no sentido de estar de acordo com o senso que as crianças têm de si, respeitando suas intenções, metas, desejos, afinidades e estilos. No Logo Gráfico, os comandos usam a própria tartaruga como referência – virar tantos graus em relação à posição corrente, caminhar tantos passos a partir de onde se está, etc. – não um sistema externo. Isso facilita com que a criança se coloque na posição da tartaruga, assimile os novos conceitos e, posteriormente, aprenda mais facilmente como utilizar sistemas externos de referência como o de coordenadas cartesianas e outros.

Além disso, o fazer algo que seja "pessoal" é muito importante. É ele que permite ao aprendiz reconhecer a sua marca no que estiver fazendo e, assim, fortalecer sua identidade.

- **Sintonicidade cultural** (é *cultural syntonic*), podendo ser relacionada com a cultura extra-escolar da criança, isto é, com aquilo que ela vê no seu dia-a-dia. No caso, o domínio do computador, algo extremamente valorizado em nossa sociedade e o trabalho com desenhos contribui para que ela se identifique com os materiais e a proposta.

Para os construcionistas, a sintonicidade é uma questão de possibilidade e liberdade de opção: "*Quanto mais escolha um estudante tiver para construir ou criar, maior a possibilidade de engajamento pessoal e investimento na tarefa. E quanto mais um estudante puder se relacionar ou se conectar com a tarefa em mãos, maiores as chances de que o novo conhecimento se conectará com seu conhecimento preexistente*" (FALBEL, 1993).

Convém notar que a escolha está diretamente relacionada com a variedade de materiais que o aprendiz tem à sua disposição, algo que depende, além da

disponibilidade física do material em si, da liberdade dada no ambiente para que ele possa ser usado.

c) Dimensão sintática. Para que possam ser usados, não basta que os materiais estejam disponíveis e que o aprendiz se identifique com eles. É necessário que estes materiais possam ser manipulados e combinados de acordo com as capacidades físicas e cognitivas dos aprendizes.

No caso do Logo Geométrico, por exemplo, os comandos que controlam a tartaruga foram projetados para serem facilmente aprendidos por iniciantes e a estrutura da linguagem permite que eles sejam combinados em procedimentos que executem funções mais complexas. O mesmo pode ser feito combinando-se tijolinhos de LEGO na construção de uma parede e na combinação de paredes para se fazer uma casinha de brinquedo.

O ideal seria que os materiais usados pudessem ser acessados sem nenhum pré-requisito e que também oferecessem um escopo de desenvolvimento ilimitado – o *"no threshold and no ceiling"* (PAPERT, 1986, p.15). Na prática isso acaba por se tornar inviável, mas é um ideal que deve ser perseguido o máximo possível. Diversas versões do Logo vêm sucedendo-se na tentativa de reduzir os requisitos de operação do sistema e aumentar as possibilidades do que pode ser feito. A incorporação de interfaces gráficas e comandos de multimídia são exemplos de algumas soluções que foram adotadas com esse objetivo em algumas versões mais recentes do Logo Geométrico.

d) Dimensão semântica. Para que, através da manipulação e construção, os aprendizes possam ir descobrindo novos conceitos, é necessário que os materiais usados carreguem significados múltiplos. Além de serem psicologicamente evocativos para o aprendiz, eles também devem trazer dentro de si conceitos e idéias que sejam representativas do assunto que está sendo estudado. Papert dá um exemplo disso quando fala da importância que as engrenagens tinham em sua infância. Elas eram objetos bastante familiares – ele conseguia imaginar-se rodando como elas – e também traziam dentro de si importantes conceitos de física e matemática. Essa multiplicidade de significados, segundo ele, serviu como uma porta de entrada bastante suave do seu mundo de brincadeira para o universo dos números (PAPERT, 1993a, p.xx).

O uso destes objetos transicionais (PAPERT, 1993a, p.xx) é uma característica que também se torna aparente no Logo Gráfico. A tartaruga gráfica é um objeto que, de um lado, as crianças se identificam (elas se imaginam como a tartaruga, brincam de tartaruga, etc.) e, de outro, é utilizada para transmitir noções de geometria. Devido a estas suas propriedades, a tartaruga acaba servindo como um objeto que ajuda as crianças a pensar sobre os conceitos da geometria. Nos termos de Papert, ela é considerada um *"objeto-para-se-pensar-com"* (*object to think with*).

Convém notar que, no Logo Gráfico, o que torna a tartaruga potencializadora do desenvolvimento de conhecimentos geométricos são as ferramentas que a criança têm à sua disposição para brincar com ela. A tartaruga é um objeto como qualquer outro que as crianças vêem por aí. Ela, em si, não tem nada demais (nenhuma

característica específica), que a torne melhor do que outros objetos como elefantes, formigas ou carros. Sob o ponto de vista da Geometria, ela é um objeto que possui uma determinada posição, que tem noções de ângulo e distância relativa e que, ao se deslocar no plano, pode deixar um rastro de seu caminho.

Os comandos do Logo foram cuidadosamente selecionados para explorar este aspecto. Não é à toa que, para girar a tartaruga, o comando "paradireita" receba um ângulo como parâmetro. Se o interesse dos criadores do Logo fosse explorar conceitos de Biologia, a tartaruga teria, provavelmente, comandos como "nasça", "morra", "coma", "gaste energia", "acasale", etc.³¹.

No caso das engrenagens, por outro lado, os comandos biológicos da tartaruga não fariam sentido nenhum. Alguns objetos se prestam a uma maior variedade de significados do que outros. Tal como defendido pela Teoria da Atividade, quando um mesmo objeto se presta a diversos significados, a ferramenta pode ajudar a centrar a atenção em apenas alguns deles. No Logo Gráfico, foram as ferramentas (os comandos) que, restringindo o acesso que o aprendiz tinha, ajudaram a focar a atividade com a tartaruga no lado da Geometria e não no da Biologia.

É interessante notar como as dimensões sintática e semântica se complementam nesta questão do foco da atividade. Diferentes objetos possuem diferentes significados que lhe são atribuídos pela cultura. Estes significados representam as possibilidades do que um aprendiz poderia explorar. O que de fato será explorado depende das ferramentas disponíveis. Enquanto a dimensão semântica se preocupa com os múltiplos significados dos objetos, a sintática é que delimita o que poderá ser acessado e como.

Outro elemento que ajuda a focar em um ou outro aspecto a ser aprendido é o tema. Se a tartaruga gráfica tivesse comandos "geométricos" e "biológicos", um tema como "faça um ecossistema" exploraria conceitos muito diferentes do que se fosse pedido algo como "faça um desenho".

³¹ A Dynaturtle (PAPERT, 1993a, p.124) é um exemplo de tartaruga cujos comandos "acelere", "mude_direção" foram criados para focar a exploração dos alunos conceitos de Dinâmica. Da mesma forma e saindo um pouco do mundo dos software tradicionais construcionistas, os objetos do SimCity, um jogo no qual se constrói e simula cidades, permitem quase que exclusivamente a exploração de conceitos de urbanismo.

De fato, seguindo nesta linha de raciocínio, deveria haver uma definição mais explícita para termos como "Logo Gráfico" e "Logo Geométrico", que normalmente aparecem na literatura. Na nossa opinião, o Logo Geométrico poderia ser definido como um tipo de linguagem Logo que enfatiza os conceitos da geometria e o Logo Gráfico poderia ser associado a um tipo de Logo onde a tartaruga aparece na tela gráfica do computador. Estes termos não são mutuamente exclusivos, uma vez que se pode ter um Logo Geométrico Gráfico ou um Logo Geométrico Mecânico (com uma tartaruga mecânica que se arraste no chão ou na mesa). Do mesmo modo, também poderia existir um Logo Biológico Gráfico, onde a tartaruga gráfica ressaltasse os conceitos de Biologia; ou um Logo Mecânico Cinemático, onde os comandos dados a uma tartaruga robô mecânica ressaltassem conceitos de Cinemática.

e) Dimensão social, que aborda a integração do Logo às relações pessoais e à cultura do ambiente em que se encontra.

Embora defenda a idéia de que o meio possa influenciar o processo de aprendizado, a mera presença do computador, ou de outros materiais culturais não é capaz de fazer isso. Segundo Papert, “*O que pode acontecer é uma questão técnica. Mas o que irá acontecer é uma questão política, baseada em escolhas sociais*” (PAPERT, 1993a, p.29).

De fato, são os gostos e as decisões tomadas pela sociedade que vão fazer com que determinadas práticas sejam incentivadas ou não. De nada adianta, por exemplo, oferecer uma série de recursos para a criação de música se isto não for algo valorizado pela sociedade e pela cultura do ambiente.

Para que o aprendizado tenha maior probabilidade de sucesso, “*o educador tem que ser um antropologista*” (PAPERT, 1993a, p.32). Ele deve descobrir que materiais valorizados culturalmente são relevantes ao desenvolvimento intelectual e criar a atividade de aprendizado ao redor deles. Nesse sentido, a programação de computadores e o domínio da tecnologia em geral representam bons materiais a serem aproveitados, uma vez que são bem valorizados na sociedade atual. A questão é aproveitá-los de modo educacionalmente produtivo.

Além de um estímulo inicial para o aprendizado, a valorização e o reconhecimento social do trabalho do aprendiz adiciona um novo impulso para sua atividade (ajuda a tornar a atividade mais *ego syntonic* ou *cultural syntonic*). O aprendizado é algo que envolve situações inovadoras e às vezes frustrantes. Nos momentos em que o aprendiz já cansou de tentar, este apoio pode ser crucial.

Por outro lado, é muito importante que o reconhecimento seja verdadeiro. Se tudo o que o aprendiz fizer for elogiado pela comunidade, além de ele estar perdendo a oportunidade de se aperfeiçoar ainda mais, é provável que perca a confiança em todo o processo a que está se dedicando. A única maneira de resolver este problema de forma natural e não forçada é trabalhar com atividades autênticas, realmente integradas nas relações sociais e culturais da comunidade e oferecer *feedback* genuínos ao aprendiz. Em seu último livro, “*The Connected Family*” (PAPERT, 1996), Papert discute bastante esta questão da honestidade e do desenvolvimento dos valores morais na educação.

Outra situação em que a dimensão social se faz valer é no suporte intelectual. Através da troca de idéias e da discussão com amigos, professores e familiares, o aprendiz pode vislumbrar saídas para questões até então consideradas insolúveis. Nestes casos, “*o aprendiz pode usar todos estes elementos sociais como fonte de idéias, conhecimento ou problemas*” (VALENTE, 1993, p.35).

Entrando um pouco mais a fundo neste tópico, assim como a diversidade de materiais aumenta as chances de que o aprendiz se identifique com a atividade, a diversidade de experiência entre os membros da comunidade também influencia a atividade de aprendizado. Os que têm menos experiência aprendem com os que tem mais e os que têm mais refinam seus conhecimentos e habilidades, ajudando os que têm menos (FALBEL, 1993).