

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Pós-Graduação em Ciência da Computação

ALVARO COSTA NETO

**AMBIENTE VIRTUAL DE APOIO AO ENSINO COM
ÊNFASE NA TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS
MÚLTIPLAS E SUA APLICAÇÃO EM SISTEMAS
DIGITAIS**

UNESP

2009

ALVARO COSTA NETO

**AMBIENTE VIRTUAL DE APOIO AO ENSINO COM
ÊNFASE NA TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS
MÚLTIPLAS E SUA APLICAÇÃO EM SISTEMAS
DIGITAIS**

Orientador: Prof. Dr. Norian Marranghello

Dissertação elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Área de Concentração em Arquiteturas de Computadores e Sistemas Distribuídos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

UNESP

2009

Costa Neto, Alvaro.
Ciência da computação : Arquiteturas de Computadores e Sistemas
Distribuídos / Alvaro Costa Neto. - São José do Rio Preto : [s.n.], 2009.
64 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Norian Marranghello
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto
de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Circuitos Digitais. 2. Sistemas Digitais. 3. Ensino – Ambiente
de Apoio. 4. Inteligências Múltiplas. I. Marranghello, Norian. II.
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências
Exatas. III. Título.

CDU - 004.312.44

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
Campus de São José do Rio Preto - UNESP

ALVARO COSTA NETO

**AMBIENTE VIRTUAL DE APOIO AO ENSINO COM
ÊNFASE NA TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS
MÚLTIPLAS E SUA APLICAÇÃO EM SISTEMAS
DIGITAIS**

Orientador: Prof. Dr. Norian Marranghello

Dissertação elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação – Área de Concentração em
Arquiteturas de Computadores e Sistemas Distribuídos, como
parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em
Ciência da Computação.

Prof. Dr. Norian Marranghello

Alvaro Costa Neto

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Norian Marranghello

Prof^a. Dr^a. Maria Eliza Brefere Arnoni

Prof. Dr. Luiz Carlos Begosso

UNESP

2009

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Paulo e Dilvania, cujo apoio foi vital para que eu pudesse sequer iniciar esta jornada. Agradeço também aos meus irmãos Diego e Raquel, minha avó Nair e meus tios Júnior e Beto que sempre acreditaram na minha capacidade de executar este trabalho.

Com um lugar de destaque em meu coração, agradeço à minha noiva Aline pelo fluxo constante de força, apoio e paciência, apontado diretamente à mim durante esses dois anos e meio de muito trabalho.

Agradeço também ao meu orientador, prof. Norian, cuja paciência e eficiência em me guiar foram cruciais para meu sucesso. Agradeço aos meus amigos de mestrado – e de faculdade, em sua maioria – que, principalmente nas fases iniciais do curso, formaram um grupo “supimpa” para estudarmos e complementarmos nossos conhecimentos.

Agradeço aos alunos e aos professores Viana e Tácio que participaram dos testes do ambiente *Classroom* e que foram essenciais para que eu pudesse concluir este trabalho de mestrado.

Por último e não menos importante agradeço a todos os professores e funcionários do Ibilce por fornecerem meios e direções para que eu e meus amigos pudéssemos obter nossos títulos.

*“O pensamento lógico pode levar você de A a B,
mas a imaginação te leva a qualquer parte do Universo”*

Albert Einstein

RESUMO

O ensino é de vital importância para a evolução de uma sociedade. Metodologias e ferramentas de ensino visam otimizar e facilitar o aprendizado de forma que o processo de aprendizagem seja eficiente. Descreve-se nesta dissertação um ambiente de apoio ao ensino – chamado *Classroom* – com ênfase na Teoria das Inteligências Múltiplas cujo objetivo é fornecer ferramentas e guias para a criação de aulas virtuais, facilitando a composição e exposição de complementos para aulas presenciais. Além do ambiente e suas ferramentas, descreve-se também os raciocínios que nortearam a criação de um curso complementar de Sistemas Digitais para demonstração do uso do ambiente, tanto pelo professor que o criou quanto pelos alunos que o estudaram e avaliaram. Em seguida, são relatadas as formas de avaliação do ambiente, bem como os resultados obtidos. Por fim, conclui-se a dissertação com indicações dos pontos positivos que foram identificados com os resultados das avaliações e de melhorias que podem ser realizadas em extensões do ambiente *Classroom*.

ABSTRACT

Teaching has a vital importance to the evolution of a society. Teaching methodologies and tools aim to optimize and facilitate the learning process so that it becomes more efficient. This dissertation describes a teaching support environment – named *Classroom* – based on the Theory of Multiple Intelligences whose goal is to provide tools and guides to the creation of virtual classes, facilitating the composition of and exposure to material complimentary to that presented in attendance classes. Besides the environment and its tools, it is also described the reasoning behind the creation of a complementary Digital Systems course to demonstrate the use of the environment by the professor and the students that tested it. Afterwards, the process to evaluate the environment is presented, as well as the obtained results. In the end, the dissertation is concluded with indication of the positive and negative points that were identified by analyses of the evaluations results. Improvements are also proposed so that the *Classroom* environment may be extended.

ÍNDICE

Introdução	1
Contextualização	1
Motivação e objetivo	4
Estado de arte	6
Fundamentação teórica	7
Fundamentos da psicologia da aprendizagem	7
Teorias biológicas	8
A teoria de Piaget	10
A Teoria das Inteligências Múltiplas	14
Caracterização de uma inteligência	15
As inteligências	18
A inteligência linguística	19
A inteligência musical	19
A inteligência lógico-matemática	20
A inteligência espacial	21
A inteligência corporal cinestésica	21
A inteligência intrapessoal	22
A inteligência interpessoal	22
A oitava inteligência	23
Sistemas digitais	24
Portas lógicas	24
Tabelas de estado ou tabelas verdade	25
Representação gráfica	26
Diagramas de estados	28
Expressões Regulares	29
Estruturação e desenvolvimento	32
As ferramentas	34
O gerenciador de aulas	35
O editor de lousas	37

O applet	38
O mini-processador	42
O conteúdo	45
Proposta de ensino	46
Inteligência lógico-matemática	46
Inteligência linguística	47
Inteligência espacial	47
Inteligência musical	48
As aulas	49
Avaliação	50
A avaliação pelos alunos	51
Os resultados pelos alunos	52
Interface com o usuário	52
Facilidade de adaptação	52
Qualidade do conteúdo	52
Absorção do conteúdo	53
Importância dos elementos multimídia	53
Os testes das inteligências	54
A avaliação pelos professores	54
Conclusão	56
Propostas de trabalhos futuros	58
Bibliografia	59
Anexo 1 – Formulário de avaliação	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Portas lógicas básicas.	27
Figura 2 – Representação gráfica do circuito lógico para o exemplo dado.	27
Figura 3 – Diagrama de estados para uma porta lógica E com duas entradas.	28
Figura 4 – Árvore de diretórios para o exemplo citado.	36
Figura 5 – Diagrama lógico apresentando dois sinais A e !A.	39
Figura 6 – Diagrama lógico parcialmente preenchido pelo aluno.	40
Figura 7 – Resposta do diagrama anterior.	40
Figura 8 – Circuito de exemplo.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de estados ou tabela-verdade do exemplo de três entradas e uma saída.	25
Tabela 2 – Hierarquia de Chomsky.	29
Tabela 3 – Sintaxe para a escrita das lousas virtuais.	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PHP – Personal Home Page Language

1. Introdução

1.1. Contextualização

O ensino representa um fator fundamental para o desenvolvimento das sociedades. A necessidade humana de ensinar, seja para conservar seu conhecimento ou colocá-lo em prática, remonta aos primórdios das civilizações.

Esta necessidade torna-se essencial devido ao único evento cuja certeza de ocorrer é incontestável: a morte. Ao considerar que o tempo de vida de um indivíduo é finito, limitações básicas devem ser vencidas para que qualquer tipo de desenvolvimento ocorra. Essas limitações são:

- O tempo de vida de um ser humano, além de limitado, possui duração imprevisível obrigando-o a registrar qualquer tipo de informação que for adquirida. Este registro pode ser feito por meio do ensino ou por um registro histórico (livro, carta, pintura etc.). Caso contrário, corre-se o risco de se perder tal informação com a morte de seu detentor;
- Ao atingir uma conclusão ou elaborar um raciocínio, um indivíduo possui um ponto de vista pessoal sobre seus resultados. Compartilhando suas idéias e ensinando suas técnicas, o detentor permite que surjam outros pontos de vista. Esta variação pode ser benéfica, criando evoluções da teoria original, verificando falhas e apontando mudanças necessárias. Ao inibir a passagem de conhecimento, pode-se conduzir uma sociedade à arrogância generalizada, baseada em teorias falhas.

Ambos fatores reforçam a relevância que as metodologias de ensino possuem para o desenvolvimento cultural e científico de uma sociedade, influenciando diretamente no nível

de entendimento que o homem possui do seu meio, dos seus semelhantes e da sua capacidade mental.

Os meios e ferramentas para a transmissão de informações e as metodologias de ensino têm acompanhado a evolução científica humana, adaptando-se às condições de trabalho e pesquisa da época. Por exemplo, avaliando-se o tipo de conhecimento que foi ensinado nas primeiras datas com registro histórico, pode-se concluir que suas características eram fundamentalmente práticas. O aprendizado ocorria por meio da convivência com um indivíduo mais experiente de forma que o aluno acabava por aprender por observação e imitação.

Nestes casos, o mestre não tinha como objetivo principal ensinar seu pupilo e o processo de aprendizagem dependia mais do aprendiz do que do mestre. Um bom exemplo seria o de um caçador: ao levar os mais novos para a caça, os mais experientes precisavam manter sua atenção em obter o alimento, pois este era essencial à sobrevivência de seu grupo. As técnicas de caça provavelmente eram ensinadas entre uma tentativa e outra de obter algum resultado, ou eram simplesmente aprendidas pelos novatos ao observarem os mais experientes caçarem.

Alguns ensinamentos – geralmente mais teóricos do que práticos – necessitavam de maior empenho dos mestres, como o estudo das crenças primitivas. Para se tornar um bom “intérprete dos deuses”, um indivíduo precisava compreender as vontades divinas analisando acontecimentos do cotidiano, como tempestades, secas, boas e más colheitas etc. Para tanto, deveria possuir a capacidade de identificar essas ocorrências mentalmente e atribuí-las a certas vontades divinas usando raciocínios lógicos de causa e efeito.

O ensino deste tipo de conhecimento, mais teórico do que prático, requer do professor esforços direcionados para que o discípulo possa entender seus raciocínios lógicos e, posteriormente, desenvolver seus próprios. Não se tratava, portanto, de uma ação que pudesse ser observada e imitada até obter sucesso, mas sim de um desenvolvimento individual, dependente das metodologias de ensino utilizadas para apoiá-lo.

Por centenas de anos, o homem criou e evoluiu formas sistemáticas de ensinar. Os filósofos gregos ensinavam por meio da discussão em pequenos grupos de pupilos ou mesmo individualmente. As instituições religiosas da idade média preferiam um método mais repetitivo e decorado, obrigando os alunos a gravarem inúmeras partes de seus livros.

Com o nascimento da ciência moderna, da descoberta do método científico e da diminuição da influência das instituições religiosas, as metodologias de ensino alcançaram o estágio de desenvolvimento em que se encontram atualmente: instituições especializadas em formar indivíduos capazes de raciocinar, aprender e ensinar direta e sistematicamente.

As mudanças nos meios e metodologias não ocorreram de forma a negar totalmente os estágios anteriores. A evolução do processo de ensino e aprendizagem sempre procurou usar o que se tinha como *de facto* para criar algo novo, que envolvesse técnicas diferentes ou que abrangesse áreas que não podiam ser atingidas pelas metodologias então empregadas.

A inovação muitas vezes concentrou-se no meio de transmissão da informação e em outros casos, nas ferramentas utilizadas. Tais ferramentas, que são utilizadas para se trabalhar o conhecimento, exemplificar e facilitar o entendimento do aprendiz, tiveram sua importância (e complexidade) acrescida nos últimos séculos.

Estas já não são ferramentas de trabalho como um martelo ou um serrote. As ferramentas atuais de ensino objetivam ensinar, ou seja, são minuciosamente trabalhadas para facilitar o processo de aprendizagem.

A ferramenta, de modo geral, mais desenvolvida de um ponto de vista tecnológico é o computador. Há várias versões deste, desde os computadores pessoais até os dispositivos móveis (como aparelhos celulares (APPLE, 2009)) e graças à sua versatilidade em prover inúmeras ferramentas visuais, auditivas e sensoriais, sua capacidade de processamento pode ser direcionada para o uso em inúmeros nichos do conhecimento humano. O ensino é uma das áreas que pode aproveitar de forma consistente tal processamento.

Aprender por vídeo-aulas, tutoriais escritos, narrações via *podcast* (ENTREPRENEUR, 2009) entre outros métodos, torna-se bastante convidativo aos membros da sociedade atual. A facilidade que se tem de transportar um computador pessoal ou mesmo um dispositivo de computação móvel, como telefones celulares, bem como de acessar – por meio da Internet – outros computadores à distância, faz com que o computador assuma, ou ao menos candidate-se a assumir, um papel bastante significativo do ponto de vista didático.

Apesar de todas essas características favoráveis ao uso do computador pessoal para o ensino, deve-se atentar ao fato de que muitos nichos de conhecimento necessitam de exercícios práticos mais do que simulações ou instruções. Nestes casos, delega-se o computador pessoal à categoria de ferramenta de apoio, sendo meramente um adicional ao desenvolvimento do aprendiz. Por exemplo, para aprender a nadar o indivíduo deve, após

devidas orientações, entrar num rio, numa piscina ou num lago e tentar nadar. Por mais que se ensine alguém como mover os pés dentro da água para não submergir, enquanto não experimentar, este indivíduo não conseguirá entender completamente como fazê-lo.

1.2. Motivação e objetivo

Utilizar o computador pessoal como ferramenta no ensino provê algumas características bastantes positivas:

- **Abrangência:** com a adoção crescente e já bem estabelecida de computadores pessoais para o uso diário, uma parcela cada vez maior da população torna-se familiarizada com o uso de sistemas computacionais, seja em suas casas e locais de trabalho ou em outros locais menos comuns como laboratórios na faculdade, hotéis, bares etc. Com essa familiarização, os computadores pessoais passam a ser uma constante na vida dos seus usuários, fornecendo um meio bastante disseminado de transmissão de informações;
- **Capacidade de processamento:** o poder computacional dos computadores pessoais atuais fornece recursos, tanto de *hardware* quanto de *software*, suficientes para executar satisfatoriamente sistemas complexos. Ilustrações, vídeos e sons, proibitivos nos primeiros computadores pessoais, são mais acessíveis nos sistemas atuais e podem fazer parte do processo de ensino. As ferramentas comuns de ensino, como lousas e livros, dificilmente conseguem usar tais recursos eficientemente.

Além dessas características, pode-se citar como fator positivo a possibilidade do professor utilizar um computador pessoal para reforçar o conteúdo regular, criando material adicional que sirva para complementar o que foi passado em sala ou para estimular os alunos a buscarem mais conhecimento sobre pontos importantes.

Para implementar uma metodologia de ensino que possa utilizar tais recursos, deve-se primeiramente decidir quais teorias pedagógicas servirão de suporte. Não basta possuir um meio de transmissão de qualidade se o esquema de codificação e de estruturação do conhecimento não obedecerem a um raciocínio ou ao menos às definições gerais de uma teoria pedagógica. Com base em conceitos estipulados por uma teoria pedagógica, pode-se

fundamentar a criação da metodologia de ensino sobre uma estrutura teórica, estudada e que provavelmente contribuirá para seu sucesso.

Dentre as várias teorias disponíveis, a Teoria das Inteligências Múltiplas (GARDNER, 2002) aborda a transmissão do conhecimento de forma modular e direta, apresentando argumentos fundamentados em inúmeros estudos de casos, observações e exemplos.

Howard Gardner, criador desta teoria, influenciou-se nos trabalhos de Jean Piaget sobre o desenvolvimento do intelecto humano, principalmente no que diz respeito aos primeiros anos de vida. Gardner tentou, de forma direta, apresentar uma teoria que abrangesse casos especiais não abarcados pela teoria piagetiana, como gênios e *idiots savants* – pessoas com alto grau de desenvolvimento mental em uma única área e deficiência nas demais.

De forma resumida, a teoria de Piaget é bastante rígida em determinar estágios de desenvolvimento intelectual enquanto a Teoria da Inteligências Múltiplas é mais maleável. A primeira defende que esses estágios, em geral, dependem de um desenvolvimento simultâneo em todas as áreas do conhecimento, enquanto a segunda defende que o desenvolvimento pode (e geralmente é) distinto para cada área.

O trabalho aqui descrito desenvolveu um ambiente virtual de apoio ao ensino para a área computacional de Sistemas Digitais. Este ambiente visa ser análogo ao modo de ensino normalmente empregado nos cursos superiores presenciais para que o processo de adaptação ao seu uso seja facilitado tanto para os professores quanto para os alunos.

Para utilizar o ambiente proposto, o professor compõe aulas virtuais com conteúdo didático de formatos diversificados (vídeos, músicas, texto, diagramas de tempo etc.) utilizando de um gerenciador de aulas virtuais e um editor de lousas virtuais, enquanto o aluno assiste tais aulas em seu computador pessoal ou em qualquer outro computador que dispuser de conexão com a Internet por meio de um mini-processador de textos embutido em uma página *Web*.

Como o conteúdo didático é disposto em lousas virtuais, escritas e organizadas pelo professor, os processos de composição e apresentação das aulas virtuais mantêm semelhanças com as ferramentas convencionais de ensino e facilita a adaptação tanto dos professores, quanto dos alunos.

Baseando-se na Teoria das Inteligências Múltiplas e visando facilitar a criação de aulas virtuais, o ambiente de apoio ao ensino é implementado por meio de duas partes fundamentais: as ferramentas para criação e apresentação das aulas e seu conteúdo didático.

As ferramentas formam a face prática do trabalho, cujo objetivo é prover aos professores facilidades para criarem cursos virtuais que auxiliem no ensino de suas matérias. Já o conteúdo didático serve de exemplo de como utilizar tais ferramentas para atingir quatro das oito inteligências propostas na Teoria das Inteligências Múltiplas no ensino introdutório de Sistemas Digitais.

1.3. Estado de arte

Há várias propostas de sistemas computacionais de apoio ao ensino. Dentre elas, pode-se observar que há sempre um foco de atuação, desde sistemas dispostos a somente avaliar o aluno (TANAKA, 2007), passando por gerenciadores de departamentos e cursos (MOODLE, 2009) e ambientes mais parecidos com o *Classroom* (KUMAR, 2007).

No primeiro caso, como o objetivo é de somente avaliar o aprendizado do aluno, é necessário que a aula em si ocorra por outros meios, seja na sala de aula presencial, seja na internet.

No caso dos gerenciadores de curso, objetiva-se facilitar o acesso dos alunos às informações adicionais que o professor desejar disponibilizar, bem como ajudar na gerência dos cursos pelos próprios professores, facilitando o controle de presença, notas e avaliações.

A última proposta aproxima-se dos objetivos do ambiente aqui descrito. Nela, Ratan Kumar descreve o ambiente USolver que fornece ferramentas para criar aulas virtuais interativas para cursos das áreas científicas como matemática, física etc. Dentre as ferramentas pode-se citar geradores de gráficos, conversores dinâmicos de unidades e calculadoras interativas.

Outras propostas interessantes podem ser encontradas em publicações na área, como em (WBED, 2007).

2. Fundamentação teórica

2.1. Fundamentos da psicologia da aprendizagem

A psicologia da aprendizagem procura explicar os mecanismos pelos quais os seres humanos conseguem assimilar informações, executar raciocínios lógico-matemáticos e analisar estímulos diversos, como sons, imagens e outros. Os primeiros estudos científicos que objetivaram evidenciar algum tipo de correlação entre a inteligência e o indivíduo foram feitos por um estudante do século XVIII, chamado Franz Joseph Gall. Gall observou certa relação entre os tipos de desenvolvimento intelectual de seus colegas e o formato de suas cabeças e propôs inúmeras evidências, estudadas empiricamente, que forneceriam uma base metodológica para averiguar a inteligência das pessoas (GARDNER, 2002).

O estudo de Gall pode ser visto como uma das tentativas pioneiras de se conhecer e entender os mecanismos que fazem funcionar a mente humana. Sua teoria categoriza-se por relacionar aspectos biológicos estruturais da espécie humana com seu desenvolvimento intelectual. Tais teorias possuem uma forte – e natural – relação com a neurologia e a fisiologia.

Seguinte a essas primeiras teorias biológicas, surgiram os primeiros estudos psicológicos, antes do estabelecimento da psicologia como uma ciência. Baseados em idéias filosóficas que, por consequência, os distanciaram dos estudos biológicos, os precursores da psicologia focaram seus objetivos em analisar comportamentos e reações ao invés de relações estruturais (GARDNER, 2002). Apesar de haver uma negação inicial de objetivos entre as áreas (biológica e psicológica), tal distanciamento vem diminuindo progressivamente, à medida que se compreende cada vez mais a composição física do cérebro humano.

2.2. Teorias biológicas

Quando se menciona a biologia no estudo de qualquer característica, seja ela animal ou vegetal, é inevitável, ao menos atualmente, pensar em relações genéticas. Os estudos neste ramo da biologia têm possibilitado um avanço singular sobre o conhecimento que se possui das capacidades de nossa espécie. No entanto, para o estudo do desenvolvimento intelectual do ser humano, a genética ainda provê inúmeros achados esparsos que turvam a visão geral sobre o assunto. Não é possível, através dos achados nesta área da biologia, construir um quadro geral que facilite a identificação de características definitivas em um ser humano.

Um dos focos principais de estudo da genética é a presença ou ausência de características específicas em grupos especiais, como gêmeos idênticos, culturas com pouca miscigenação e pessoas com deficiências intelectuais.

Com base nos estudos que têm sido efetuados sobre tais indivíduos, os geneticistas conseguiram adquirir informações valiosas sobre a influência de vários pares de genes no desenvolvimento dos aspectos neurológicos de nossa espécie. Apesar desses avanços, aplicar diretamente tais conceitos a características mais gerais – como a capacidade de executar cálculos matemáticos rapidamente – ainda não é factível.

Sabe-se que a configuração genética de um indivíduo determina se certas enzimas serão geradas e sabe-se também que algumas enzimas possuem a função de impulsionar ou mitigar o desenvolvimento de certas áreas do cérebro. No entanto, não se pode afirmar até hoje, de modo inequívoco, quais áreas do cérebro humano possuem qual papel no desenvolvimento de suas capacidades, fazendo com que a relação entre genótipo e capacidade intelectual não seja direta como uma rodovia e sim complexa como uma colmeia.

Se há incerteza até mesmo sobre qual parte do cérebro é responsável por quais traços intelectuais, como é possível afirmar que uma característica geneticamente gerada pode resultar num aumento ou diminuição nas capacidades mentais de um indivíduo?

Para exemplificar o raciocínio, testes com camundongos verificaram a ocorrência de uma determinada característica intelectual (a capacidade de se orientar em labirintos, por exemplo) em certa parte do cérebro dos roedores. Nestes experimentos, ao se incapacitar tal área cerebral pôde-se comprovar a “mudança” desta inteligência para outra região do cérebro que, apesar de apresentar certa deficiência, serviu para que o camundongo pudesse se orientar dentro de novos labirintos.

Há outras vertentes de teorias biológicas que visam relacionar localidade ao invés de mapear características genéticas. Dessas vertentes, duas são as mais proeminentes: as que acreditam que macro aglomerações de células nervosas no cérebro são responsáveis por determinadas características e outras que afirmam que as capacidades intelectuais estão presentes em pequenos aglomerados com formato de colunas.

Essas organizações localizam-se no cérebro de forma que algumas áreas possuem um objetivo bem definido. A diferença entre as duas vertentes reside no fato de que ambas se baseiam em princípios de localidade diferentes: a de macro aglomerações afirma que certas características dos indivíduos possuem uma região bem definida no cérebro, enquanto a de micro aglomerações defende que as funções nervosas estão amplamente distribuídas e que podem se realocar conforme a necessidade.

Este problema de localidade e alocação de massa cerebral para determinadas funções relaciona-se intimamente com duas capacidades comprovadamente existentes em qualquer ser humano: a plasticidade e a canalização.

A plasticidade refere-se à capacidade de realocação de uma determinada função no cérebro humano. Por exemplo, se lesionarmos uma ou outra célula responsável pelo surgimento do sistema nervoso visual, durante o desenvolvimento precoce (celular), a visão ainda estará presente no indivíduo adulto, apesar de provavelmente apresentar deficiências. Isto ocorre por que a área cerebral correspondente à visão, ao ter algumas de suas células lesionadas, tem parte de suas funções realocada para outra região do cérebro, possibilitando seu desenvolvimento.

O exemplo de um embrião em desenvolvimento celular não foi desproposital: a plasticidade normalmente se faz presente em estágios iniciais da vida. Durante o passar dos anos, o organismo assume uma estrutura mais fixa e próxima da que estará presente na fase adulta. O plasticidade tende a diminuir neste processo.

A canalização corresponde ao fato de que um organismo em desenvolvimento tende a atingir, de modo surpreendentemente exato, um estágio dito como “normal”. Ou seja, é bastante difícil fazer com que um organismo se desvie de seu curso natural de desenvolvimento.

Ambas características – plasticidade e canalização – garantem que, biologicamente, o intelecto de um determinado indivíduo tende a se desenvolver o mais plenamente possível, do ponto de vista neurológico. Assim, quanto às questões de formação biológica, todos

possuímos igualdade de capacidade intelectual e mesmas chances de atingir um estado bastante elevado de inteligência (excluem-se desta afirmação casos específicos, como prodígios ou incapacidades mentais crônicas, apesar de ser fato que muitos indivíduos com grande dificuldade intelectual biologicamente imposta conseguem alcançar inteligências relativamente bem desenvolvidas).

2.3. A teoria de Piaget

Partindo do princípio apresentado na última seção – de que todos possuímos capacidade biológica para nos desenvolver até o ponto “normal” de nossa espécie, mesmo sofrendo desvios no percurso – cabe então analisar, de forma menos arquitetural e mais comportamental, como o indivíduo estabelece suas capacidades mentais.

Jean Piaget nasceu em Neuchâtel, Suíça, em 9 de agosto de 1896. Logo aos onze anos de idade publicou um estudo sobre a observação de um pardal albino, iniciando sua longa e frutífera carreira acadêmica. Piaget recebeu seu título de PhD na Universidade de Neuchâtel e estudou o desenvolvimento da inteligência em crianças, acompanhando a contínua evolução de seus próprios filhos e de outras crianças de todas as idades. Piaget ocupou diversos cargos na área educacional durante sua vida profissional, entre eles: diretor de estudos no Instituto J. J. Rousseau em Geneva, cadeiras acadêmicas em Neuchâtel, Geneva, no Bureau Internacional de Educação, em Lausanne, entre outros (JEAN PIAGET ARCHIVES, 2009).

Para Piaget, toda criança passa por estágios bem definidos de desenvolvimento durante seu crescimento. Esses estágios envolvem, hora mais, hora menos, a interação do indivíduo com o meio. Para Piaget, a autonomia de um ser humano representa a capacidade de, conjuntamente, criar regras que regulem uma sociedade da qual ele mesmo faz parte, dependendo fortemente da moralidade para se obter bons resultados.

Tais estágios defendidos por Piaget ditam que uma criança (até os dois anos de idade, aproximadamente) explora primeiramente sua inteligência de forma motora, centrando em si todo o foco de atenção. A criança trabalha com sentidos e reflexos básicos, como o toque, o gosto etc. Neste início do aprendizado, o indivíduo desenvolve suas capacidades de reação aos estímulos do meio e, portanto, ignora quase completamente a possibilidade de aprender ou ensinar. Este estágio é chamado de *sensório-motor*.

Num próximo estágio (*pré-operatório* ou *simbólico*), a criança começa a trabalhar as habilidades desenvolvidas na fase anterior e já consegue analisar fatos e processar informações, possibilitando-lhe reagir aos eventos que o meio lhe proporciona – de maneiras não somente sensoriais, como na fase motora, pois já consegue executar raciocínios básicos e simbólicos. Ainda é bastante egocêntrica, não conseguindo interpretar e compreender a situação do próximo, além de não aceitar o fato de não haverem explicações de causa para os eventos que testemunha. É a fase em que a criança tende a perguntar excessivamente o “porquê” de tudo e pensa que tudo está relacionado apenas com o momento, ignorando os conceitos de anterioridade ou posterioridade. Esta fase dura aproximadamente até os sete anos de idade.

Em sua próxima fase (estágio *operatório-concreto*), que dura aproximadamente até a pré-adolescência, a criança já consegue realizar operações concretas, por exemplo, é capaz de avaliar que ao mudarmos apenas a forma de um objeto, sua massa continua a mesma. A partir deste estágio, a criança tende a compreender os conceitos de velocidade, tempo, espaço, causalidade etc. O raciocínio deixa de ser imediatista, como na fase anterior, e passa a avaliar consequências futuras ou aspectos do passado.

O último estágio é o de raciocínio abstrato (*operatório-formal*), e perdura da adolescência até o falecimento. Neste estágio, o indivíduo desenvolve a capacidade de entender relações diretas, implícitas e outros raciocínios de natureza abstrata. Nos estágios anteriores, qualquer pensamento abstrato seria proveniente do meio, já no estágio operatório-formal, o indivíduo torna-se capaz de efetuar raciocínios (tanto concretos quanto abstratos) com facilidade, graças ao aprendizado obtido no terceiro estágio. Este passa a entender relações indiretas como analogias, sarcasmos, metáforas etc.

Para exemplificar a diferença básica entre os dois últimos estágios de desenvolvimento, podemos citar para duas crianças, cada qual em um estágio diferente, que “em casa de ferreiro, espeto é de pau”. Aquela que já estivesse no estágio operatório-formal conseguiria, dadas as circunstâncias e o contexto da citação, efetuar o raciocínio de que podemos deixar a qualidade de lado ao tratar de objetos ou situações pessoais. No entanto, a criança que ainda estivesse na fase operatório-concreto, imaginaria um ferreiro em sua casa com espetos de madeira.

Esta visão – bastante simplificada – da teoria de Piaget sobre o desenvolvimento intelectual indica como as metodologias de ensino deveriam atender às necessidades de um

indivíduo ativo e em desenvolvimento, respeitando suas limitações e estimulando o desenvolvimento das capacidades em vigor. Por ativo, entende-se que seja capaz de examinar, avaliar, modificar e criar idéias e conceitos próprios, mesmo baseando-se em informações fornecidas por outros ou pelo meio em si. Ativo não necessariamente corresponde a alguém que executa muitas tarefas: se estas forem basicamente cópias de outra tarefa efetuada por outra pessoa, este indivíduo não é ativo mentalmente.

Escolas e metodologias devem, portanto, promover a interação dos aprendizes com outros colegas e a execução de exercícios que façam com que os indivíduos analisem e avaliem informações, tentando chegar, em conjunto, a uma solução para um determinado problema.

Piaget também formulou propostas sobre como o intelecto humano funciona para absorver conceitos e aprender. Sua teoria baseia-se em três conceitos: *assimilação*, *acomodação* e *equilíbrio*.

Para avaliar a ação desses três conceitos, deve-se inicialmente definir o que são *esquemas*. Na teoria de Piaget, esquemas são as estruturas capazes de armazenar os raciocínios que um ser humano pode executar. Estes estão em constante mudança enquanto desenvolvemos nossa capacidade intelectual e podem ser tão simples quanto uma resposta automática a um estímulo – por exemplo: coçar-se ao ser picado por um inseto – ou mais complexos como aqueles responsáveis por resolver problemas lógicos ou interpretar frases metafóricas. Para Pulaski (PULASKI, 1986), os esquemas são padrões de pensamento ou comportamento que surgem da integração de padrões mais simples (que também são esquemas) para formar um resultado mais complexo e mais amplo.

Seguindo o raciocínio exposto em sua teoria de desenvolvimento intelectual, Piaget defende que os esquemas estão constantemente evoluindo, integrando aqueles obtidos nos estágios anteriores de evolução para gerar esquemas mais complexos, capazes de responder aos problemas da fase atual. Por exemplo, esquemas da fase simbólica (segundo estágio de desenvolvimento) provavelmente serão reorganizações daqueles obtidos na fase sensório-motora (primeiro estágio de desenvolvimento).

O conceito de assimilação corresponde à tentativa de absorver alguma informação, categorizando-a conforme um esquema já existente. É a tentativa de adaptar esta informação externa aos conhecimentos e raciocínios atuais de forma que o indivíduo tenta moldar o meio para que este lhe pareça mais familiar.

A acomodação ocorre quando percebe-se, de alguma forma, que os esquemas existentes não correspondem a essa nova informação e, portanto, não é possível absorvê-la utilizando-os. Neste caso, o indivíduo altera seus esquemas para que a sua mente, armada com novos mecanismos, seja capaz de absorver a nova informação. A mudança, portanto, é interna: o indivíduo altera sua estrutura mental para absorver uma informação do meio, ao invés de adaptá-la e “encaixá-la” em um dos seus esquemas existentes, como ocorre na assimilação.

Um exemplo desses dois conceitos pode ser bastante explicativo: imagine um indivíduo que somente conhece bicicletas. Para ele qualquer objeto de duas rodas, com guidão e que serve para locomoção é uma bicicleta. No seu cérebro existe então um esquema específico para reconhecer bicicletas baseado nessas características.

Num primeiro instante em que este indivíduo vê uma motocicleta, seu cérebro, através da assimilação, tenta “encaixá-la” em um de seus esquemas atuais (o da bicicleta). As semelhanças são cruciais neste processo, pois são elas que determinam qual esquema será utilizado no “encaixe”.

Após esta tentativa de assimilação (que seria correta, caso realmente fosse uma bicicleta), o indivíduo pode perceber que seu “encaixe” não é suficientemente exato. Essa conclusão pode ocorrer de inúmeras formas como, por exemplo, ao ser corrigido por outra pessoa quando anunciar que aquele objeto é uma bicicleta ou ao detectar que há características fortes (como a ausência de pedais) que não se “encaixam” em seu esquema.

Neste caso, seu intelecto inicia um processo de acomodação, criando um novo esquema com base no anterior, mas com características suficientes para que seja possível distinguir uma bicicleta de uma motocicleta. Por exemplo, o barulho de um motor é bastante diferente do barulho do pedalar tornando bastante provável que ambos esquemas sejam atualizados para conter esta nova característica determinante e diferenciadora.

Estando devidamente definidos os processos de assimilação e acomodação, o último conceito que deve ser abordado para se entender a teoria de aprendizado de Piaget é o equilíbrio. Basicamente, o equilíbrio preza pelo balanço entre assimilações e acomodações, ou seja, quais informações devem ser assimiladas, pois já existe um esquema que se “encaixa” razoavelmente bem e quais devem ser acomodadas. O desenvolvimento do nosso conhecimento e do nosso raciocínio deve-se, basicamente, a um equilíbrio entre o quanto de informações podemos assimilar e quanto podemos acomodar.

Para avaliar a importância deste equilíbrio, pode-se citar um caso extremo em uma das operações: uma pessoa que somente fizesse acomodações jamais conseguiria identificar objetos de mesma classe, mas com características secundárias diferentes como, por exemplo, carros de mesmo modelo e de cores distintas. Já uma pessoa que somente efetuasse assimilações jamais ampliaria sua base de conhecimento, ou seja, para este indivíduo tudo o que tivesse duas rodas e fosse para locomoção seria uma bicicleta (assumindo que ela já conseguisse avaliar o que é uma bicicleta).

A teoria de Piaget descreve bastante bem o desenvolvimento médio do intelecto humano, ou seja, da maioria das crianças. No entanto, segundo Howard Gardner (GARDNER, 2002), a teoria falha justamente nas exceções pessoais e em alguns eventos em massa. Se para Piaget todos indivíduos devem passar pelas quatro fases iniciais de desenvolvimento em períodos relativamente iguais, como ele explicaria a existência de crianças prodígio? Crianças prodígio, como aquelas capazes de ler aos três anos de idade, podem ser encaradas como indivíduos que passaram por uma ou mais fases de desenvolvimento com uma velocidade muito acima do normal.

Além disso, o ser humano geralmente possui talentos mais desenvolvidos para determinadas áreas de atuação, como a música, as letras ou a resolução de problemas lógico-matemáticos. Como seria possível explicar essa variação através da teoria piagetiana?

Justamente para tentar responder essas questões é que Howard Gardner formulou sua teoria sobre as inteligências múltiplas (apresentada nas seções seguintes), princípio este que preza pela capacidade do indivíduo de se desenvolver de forma individual em áreas distintas.

2.4. A Teoria das Inteligências Múltiplas

Howard Earl Gardner nasceu em Scranton, Pensylvania em 1943. Atualmente trabalha como professor e pesquisador da Universidade de Harvard na área de psicologia da educação. Gardner elaborou sua teoria das inteligências múltiplas por ter verificado falhas – para casos especiais – na teoria de Piaget (SMITH, 2007). Gardner defendeu sua tese de doutorado em Harvard em 1971 sobre estilos de sensibilidade em crianças e apresentou seu trabalho sobre a Teoria das Inteligências Múltiplas em seu livro *Estruturas da Mente: a Teoria das Inteligências Múltiplas*, originalmente publicado em 1983 (GARDNER, 2002).

Apesar de parecer bastante exata para a maioria da população mundial, como é possível constatar ao se observar o desenvolvimento de crianças próximas, como filhos, sobrinhos ou mesmo irmãos mais novos, há casos de crianças que passam por uma ou mais fases de desenvolvimento mental, defendidas por Piaget, em velocidades muito acima da considerada normal. Este processo normalmente ocorre em apenas alguns aspectos da inteligência (como no desenvolvimento literário ou na capacidade de resolução de problemas) sem afetar os demais.

Esta constatação leva a concluir que o cérebro humano pode ser dividido em áreas de atuação, ao contrário do que se afirma na teoria de Piaget – de que a inteligência é uma capacidade uniforme e que pode ser aplicada em qualquer habilidade humana.

Gardner chama tais áreas de atuação de inteligências e são identificadas segundo uma série de critérios. Estes critérios são estipulados para que se possa determinar, de forma sucinta e não definitiva, quais conjuntos de características formam uma inteligência.

2.4.1. Caracterização de uma inteligência

Já que o cérebro, segundo Gardner, possui várias áreas de desenvolvimento (inteligências), como é possível saber quantas e quais são? Ou seja, como é possível determinar se um conjunto de características, reações ou mesmo capacidades formam uma inteligência?

Num primeiro instante, Gardner deixa claro que não é possível obter uma resposta inegavelmente exata de quantas inteligências existem ou mesmo quais seriam suas composições. A quantidade depende diretamente dos critérios que determinam uma inteligência e estes podem ser revistos, revelando inteligências novas, apagando antigas e mudando seu número.

O primeiro modo estabelecido para se determinar se um conjunto de características forma uma inteligência é verificar seu uso: uma inteligência deve ser capaz de identificar, criar e resolver problemas ou dificuldades genuínas. Com estas capacidades, pode-se afirmar que uma inteligência forneceria material bruto suficiente para que o indivíduo aprendesse e fosse capaz de gerar produtos úteis à sociedade em que vive.

Neste último aspecto, uma consideração importante deve ser feita: a enorme diversidade de culturas humanas pode, inicialmente, causar uma pequena incerteza sobre a

validade da teoria em questão. Para determinadas culturas, por exemplo, a criação de produtos não é tão valorizada quanto outras capacidades. As capacidades de cantar, compor ou contar histórias podem ser tomadas como indicadores de desenvolvimento e servir como fatores determinantes para a escolha de um líder ou para a colocação de um indivíduo em outra posição de destaque.

Para estas culturas, uma inteligência que enfatize a geração de produtos pode ser rebaixada ao segundo plano, levando a concluir que este conjunto de habilidades, que foi caracterizado como sendo uma inteligência, esteja indevidamente identificado.

Apesar de haver tais variações que possam aparentar não serem atendidas pela teoria de Gardner, esta fundamenta-se no fato de que as inteligências estabelecidas conseguem atender – em maior ou menor escala – à *maioria* das culturas e dos seres humanos, sem apresentar excessivas lacunas ou falhas. O estudo absorve inúmeras culturas não amplamente disseminadas, como as de tribos indígenas, africanas e de regiões orientais com forte distribuição tribal. Justamente por isso, pode-se concluir que Gardner apresentou uma lista bastante sólida de inteligências, capaz de englobar quase todos os seres humanos.

Esta lista é composta de sete inteligências básicas que serão discutidas adiante. Todas essas inteligências foram identificadas por apresentarem as melhores “notas” numa avaliação, que objetivou identificar uma relativa autonomia das inteligências com relação às demais. Os critérios de avaliação são (GARDNER, 2002):

- **Isolamento potencial por dano cerebral:** se uma determinada característica humana puder ser isolada através de dano cerebral verifica-se um aumento de autonomia desta característica, fazendo com que ela se torne uma provável inteligência – ou seja, aumentando sua “nota” na avaliação;
- **A existência de *Idiots Savants*, prodígios e outros indivíduos excepcionais:** nestes casos em que há uma evolução precoce de uma área de atuação, ou seu desenvolvimento supernatural aliado ao retardamento em todas as demais, nota-se novamente uma boa indicação de isolamento, o que contribui para que esta área de atuação se torne uma candidata à inteligência.

Os *Idiots Savants*, por exemplo, são indivíduos autistas que possuem deficiência intelectual generalizada mas que acabam por desenvolver extraordinária e isoladamente algum tipo de habilidade mental, como desenhar mapas extremamente complexos utilizando apenas a memória como referência.

- **Uma operação central ou conjunto de operações identificáveis:** algumas operações do cérebro humano formam um centro de processamento que, se for possível identificá-lo e verificar sua independência de outros centros, torna-se bastante provável que essas operações centrais formem o conjunto de ferramentas de uma inteligência;
- **Uma história de desenvolvimento distintiva, aliada a um conjunto definível de desempenhos proficientes de peritos:** uma inteligência deve apresentar passos evolutivos observáveis, desde os mais básicos, pelos quais qualquer pessoa passa (com exceção de certos excepcionais), até os mais refinados, gerando pessoas com talento incomum e peritos;
- **Uma história evolutiva e a plausibilidade evolutiva:** inteligências apresentam cursos evolutivos bem delineados de modo que é relativamente fácil identificá-los através do estudo evolutivo da espécie humana. Ao verificar, por exemplo, que há características comuns entre animais de outras espécies e a nossa e que há discrepâncias de desenvolvimento para essas características, podemos identificar tais cursos evolutivos. Geralmente, constatamos que alguns aspectos dessa evolução tornaram-se mais desenvolvidos em nossa espécie, apesar de já estarem presentes em antepassados comuns a nós e aos outros animais. Quando um curso evolutivo é claro, há um indício forte de que há uma inteligência ligada às suas características;
- **Apoio de tarefas psicológicas experimentais:** a constatação da existência de processos intelectuais que podem ser avaliados através de experimentos – como a verificação de inter-relações, mudanças de funcionamento devido à mudança de contexto ou presença de estímulos que incentivam o uso de tais processos – fornecem uma base científica sólida para a identificação de uma inteligência;
- **Apoio de achados psicométricos:** a presença de meios de avaliação quantitativa de um conjunto de características aumenta o indício de que tal conjunto forme uma inteligência. No entanto, esta relação não é direta, já que na prática os testes de inteligência não são efetuados utilizando as capacidades de uma única inteligência. Por exemplo, o teste de QI utilizando papel e lápis faz com que o indivíduo dependa fortemente de certas características da inteligência linguística para sequer entender o que o teste lhe pede, fazendo com que toda a avaliação fundamente-se indiretamente em uma inteligência, mesmo quando o objetivo do teste é avaliar outra;

- **Suscetibilidade à codificação em um sistema simbólico:** uma inteligência tende a gerar símbolos que a represente ou que a expresse. A presença de símbolos (que variam de cultura para cultura) é um forte indício de que aquilo que é expresso por tais símbolos seja uma capacidade de processamento bruto, ou seja, uma inteligência.

Todas as candidatas à inteligência foram analisadas à procura dos sinais acima. Para que uma inteligência fosse nomeada como tal, deveria haver uma maioria de sinais em suas características e não necessariamente a presença de todos. As inteligências com melhores “notas” foram escolhidas, totalizando as sete discutidas a seguir.

2.4.2. As inteligências

Gardner avaliou inúmeros aspectos de cada área do raciocínio humano, em especial aqueles apresentados anteriormente. Da lista de possíveis inteligências, as que realmente se qualificaram como tal foram sete. Tais inteligências cobrem, segundo argumentos do próprio Gardner, a maior parte do rol de capacidades humanas, normalmente apresentando características básicas como desenvolvimento acelerado em casos especiais ou a destruição da função biológica ou psíquica por danos cerebrais.

Assim sendo, pode-se incorretamente concluir que Gardner avalia ter chegado a uma teoria madura sobre a divisão de inteligências. Na verdade, Gardner afirma enfaticamente que a lista não é definitiva e que vários pesquisadores já descobriram novas ou subdividiram as originais formando listas muito maiores. O que leva um pesquisador a questionar a seleção feita por Gardner são, na verdade, os critérios de avaliação.

É possível adotar inúmeros critérios (desde que bem fundamentados na psicologia da aprendizagem), levando à possibilidade de se catalogar tantas inteligências quanto imaginável. Gardner apenas firmou seus critérios e apresentou-os de forma clara antes mesmo de dizer quais eram as inteligências encontradas. Tais critérios são bastante restritivos justamente para chegar a um resultado conciso e, no entanto, abrangente.

Assim, as sete inteligências originais foram estabelecidas: linguística, musical, lógico-matemática, espacial, corporal cinestésica, intrapessoal e interpessoal. Após revisar seus estudos, Gardner estipulou mais uma inteligência, a naturalista e, atualmente, há uma certa discussão sobre uma provável nona inteligência, a existencial. Esta última trataria de

inúmeros aspectos da existência humana, com foco nas questões espirituais e religiosas. No entanto, utilizando argumentos do próprio Gardner, não há dados empíricos suficientes para demonstrar a existência concreta de uma inteligência deste tipo, além de suas evidências serem muito complexas e contraditórias, envolvendo muitas vezes assuntos delicados dos pontos de vista cultural e religioso. Tais características negativas acabam por inviabilizar sua entrada na lista das (agora oito) inteligências já existentes.

2.4.3. A inteligência linguística

Esta inteligência relaciona-se com a capacidade de um indivíduo de criar, entender e avaliar textos ou falas. De modo sucinto, está presente em pessoas com grande afinidade com as línguas humanas.

Um indivíduo com um alto grau de inteligência linguística consegue, com relativa facilidade (ou mesmo de modo intuitivo), escolher frases, palavras ou arranjos de palavras de modo a fornecer ao texto que está compondo um sentido ou uma sensação. Grandes poetas e escritores normalmente conseguem este feito, sendo capazes de fornecer ao leitor – independente de sua cultura literária – um fluxo constante de emoções e fluidez.

O modo como tais indivíduos conseguem transmitir ao leitor sentimentos e emoções no momento da leitura varia, dependendo do tipo de texto que o autor está compondo. Em poesias, as rimas e a sonoridade das palavras geralmente desempenham um papel importante em definir o “clima” da leitura, enquanto numa prosa, a quantidade de detalhes da cena ou as palavras que são utilizadas quando se descreve uma situação tendem a influenciar mais.

Há outras formas de alto desenvolvimento na inteligência linguística, como, por exemplo, bons locutores ou advogados, que são capazes de articular rapidamente um texto para tentar convencer outros de que seu ponto de vista é válido.

2.4.4. A inteligência musical

Alguns exemplos de pessoas com grande capacidade para a inteligência musical são os compositores, analistas sonoros e pessoas com capacidade de perceber diferenças de tons, timbres e até mesmo emoções nas composições musicais.

Crianças que possuem um desenvolvimento prematuro deste tipo de inteligência normalmente cantam para si mesmas. Este indício tende a nortear fatos da vida adulta, como a facilidade de diferenciar versões diferentes de músicas ou mesmo aprender com facilidade a tocar inúmeros instrumentos musicais, mesmo que não apresentem semelhanças entre si como instrumentos de corda e de percussão.

Assim como nas pessoas com alto grau de inteligência linguística, indivíduos musicalmente inteligentes conseguem, através de suas composições, fazer com que emoções sejam automaticamente disparadas nos ouvintes, mesmo que estes não possuam um alto grau de inteligência musical.

Tal fato pode ser tão marcante em um compositor de excelência que se torna possível, mesmo não compreendendo uma palavra da língua em que a peça foi escrita, perceber exatamente o que se passa e se emocionar com um simples som que indique a morte da personagem principal ou mesmo se amedrontar com os sons de sinos ritmados e anormalmente agudos de um filme de terror – as trilhas sonoras dos filmes “O Exorcista” e “Halloween” são bons exemplos. Ambos apresentam como uma organização de tons, timbres e ritmos podem aflorar emoções bastante características no ser humano – neste caso, a apreensão e o medo.

2.4.5. A inteligência lógico-matemática

Esta inteligência relaciona-se com a capacidade de raciocinar logicamente, resolver e propor problemas matemáticos e lógicos. Indivíduos que possuem um alto grau de desenvolvimento nesta área normalmente iniciam a contar e organizar objetos segundo critérios próprios desde criança. Por exemplo, crianças que separam os brinquedos por cores ou tamanhos.

Casos de excelência neste tipo de inteligência são jogadores profissionais de xadrez, matemáticos, físicos entre outros. Tais profissionais conseguem analisar problemas por vários pontos de vista e utilizar de estratégias específicas para chegar a uma solução. Por exemplo, um matemático, ao enfrentar algum problema, pode subdividi-lo em problemas menores – mais fáceis de resolver – e utilizar os resultados desses subproblemas como peças que se encaixam para formar o resultado do problema inicial.

Normalmente, os testes de inteligência clássicos tendem a favorecer a inteligência lógico-matemática, quase ignorando outros tipos, como a musical e a interpessoal. Este é um dos principais fatores que, segundo Gardner, impulsionaram a pesquisa de novos meios de se avaliar a capacidade intelectual, procurando abranger igualmente a todos os indivíduos e suas respectivas capacidades.

2.4.6. A inteligência espacial

A inteligência espacial relaciona-se com a capacidade de identificar objetos no espaço, estejam estes rotacionados ou escalonados em qualquer forma. Indivíduos capacitados nesta inteligência conseguem, com certa facilidade, averiguar orientações, como em mapas ou esquemas, reconhecer similaridades entre objetos em posições ou ângulos de rotações diferentes e assimilar características como centro de massa, equilíbrio etc.

Jogos infantis que normalmente tendem a desenvolver a inteligência espacial são aqueles que envolvem formas e encaixes, como peças de montar ou, no caso de crianças mais novas, tabuleiros com vários buracos em formatos diferentes e peças que encaixam somente em buracos com formato compatível.

O adulto espacialmente inteligente, geralmente encontra como profissões de agrado a arquitetura, a mecânica ou a escultura, por exemplo.

2.4.7. A inteligência corporal cinestésica

Atletas, artistas teatrais, escultores e profissionais que necessitam de grande habilidade manual ou em qualquer outra parte do corpo formam os melhores exemplos de indivíduos com excelência em inteligência corporal cinestésica. Esta inteligência normalmente representa a facilidade que um indivíduo possui para se locomover, realizar movimentos corporais complexos, aprender manuseando e criar produtos através do uso de partes do seu corpo ou mesmo dele todo.

Os indícios iniciais de desenvolvimento da inteligência corporal cinestésica são observados quando uma criança consegue movimentar-se graciosamente quando sob um

estímulo qualquer, como a música e consegue se desenvolver facilmente em inúmeros gêneros de esportes físicos.

Apesar de parecer natural haver uma divisão entre o que é mental e o que é físico nas atitudes de uma pessoa, Gardner discorda. Para ele, há uma ligação direta e explícita entre a mente e o corpo de forma que os resultados obtidos através de um bom desempenho físico depende, em alto grau, de um bom desenvolvimento da inteligência corporal cinestésica e, portanto, de uma parte da mente.

2.4.8. A inteligência intrapessoal

Esta inteligência desenvolve-se nos indivíduos que conseguem analisar a si mesmos e refletir intimamente, canalizando suas emoções e suas capacidades para resolver algum problema, criar algum produto ou melhorar seu estado emocional rapidamente. Pessoas com um elevado grau de desenvolvimento neste tipo de inteligência conseguem se controlar mesmo nos piores momentos e situações. Esses indivíduos recompõem-se mentalmente e executam, como se nada de errado tivesse acontecido, as tarefas que lhe foram incumbidas em tais situações.

Outro exemplo de destaque da inteligência intrapessoal são indivíduos que, através do uso de outras inteligências, como a musical, a linguística ou a corporal cinestésica, conseguem expressar-se com facilidade e transmitir ao próximo exatamente aquilo que lhe ocorreu – emocionalmente – no momento da criação.

Esta inteligência, por ser a mais interiorizada de todas, normalmente não apresenta sinais externos como as demais sendo que, como já exemplificado, sua atuação reflete na capacidade de transmitir estímulos, sensações e emoções internas por meio de outras inteligências.

2.4.9. A inteligência interpessoal

A última inteligência defendida por Gardner em sua tese original é a interpessoal. Esta fornece ao indivíduo a capacidade de observar, constatar e avaliar sentimentos, desejos e emoções alheias. Basicamente, esta seria o oposto da inteligência intrapessoal.

Crianças com boa inteligência interpessoal normalmente conseguem constatar as mudanças de humor dos adultos e de outras crianças ao seu redor. São frequentemente escolhidas ou auto-intituladas como líderes de brincadeiras e organizações diversas, como grupos de estudos ou de apresentações, pois conseguem avaliar os desejos e as intenções dos demais, conferindo-lhe as ferramentas necessárias para conduzir todo o grupo para um determinado objetivo comum e que traga o melhor desempenho para todos.

Exemplos de adultos com boa capacidade intelectual interpessoal são os líderes em vários níveis, como políticos e diretores, bem como pessoas cujas profissões dependem da análise de terceiros – seus desejos, suas intenções ou seus caracteres – como advogados, vendedores e pessoas cujo papel principal é representar e defender uma marca, uma empresa ou mesmo uma nação.

2.4.10. A oitava inteligência

Apesar de, em sua tese inicial, Gardner demonstrar haver apenas sete inteligências (citadas anteriormente), após algumas revisões, constatou que provavelmente há outras que poderiam ser incluídas em sua lista, mantendo seus critérios inalterados. Uma delas – que corresponde também à sua primeira adição, desde a formulação original em 1983 – é a inteligência naturalista.

Esta inteligência representa a capacidade do indivíduo de se relacionar com o meio em que vive, avaliá-lo e reconhecer seus elementos e propriedades. Uma criança que possui um alto grau de inteligência naturalista consegue distinguir animais e plantas em suas devidas categorias ou mesmo, em um grau menos desenvolvido, reconhecer que rochas, animais e plantas realmente são diferentes.

Um adulto que desenvolve bem a inteligência naturalista consegue, por exemplo, distinguir barulhos ou traços de elementos típicos ao meio ambiente ou em que vive, como sons diferentes emitidos por espécies diferentes de pássaros. Também consegue entender com facilidade fenômenos cíclicos da natureza como marés e fases lunares, além de ser bastante paciente para observação e agradar-se em aprender mais sobre costumes, processos, nomes e características dos seres vivos.

2.5. Sistemas digitais

Segundo Ercegovac, Lang e Moreno(ERCEGOVAC, 2000) um sistema digital “é um sistema no qual os sinais têm um número finito de valores discretos. Isto se contrapõe aos sistemas analógicos, nos quais os sinais têm valores pertencentes a um conjunto contínuo (infinito)”. Assim, qualquer sistema que possa representar seus sinais na forma discreta pode ser classificado como um sistema digital.

Um exemplo cotidiano de um sistema digital bastante complexo é o computador pessoal. No computador pessoal comum, todo e qualquer sinal possui apenas dois estados discretos: verdadeiro – que também é denominado por “1” ou sinal alto – e falso – que também pode ser escrito como “0” ou sinal baixo. Assim, o computador classifica-se como sistema digital e binário (possui apenas dois estados).

Um sistema digital binário, como o computador pessoal, é constituído por inúmeras sub-partes que se juntam para formar o sistema completo. Tais sub-partes, por sua vez, são compostas de organizações chamadas de portas lógicas.

2.5.1. Portas lógicas

Portas lógicas são circuitos eletrônicos que realizam funções binárias. Elas geram determinados sinais de saída correspondentes aos sinais aplicados em suas entradas. As portas mais simples são:

- Porta NÃO (ou *NOT*): faz a inversão do sinal de entrada, ou seja, se a entrada for verdadeira a saída será falsa e vice-versa;
- Porta E (ou *AND*): faz com que a saída seja verdadeira se e somente se todas as entradas forem também verdadeiras;
- Porta OU (ou *OR*): a saída será verdadeira caso uma ou mais entradas forem verdadeiras. Ou seja, a saída somente será falsa se todas as entradas forem falsas.

Através da combinação dessas portas lógicas pode-se obter um sistema que conte, que decodifique sinais de entrada, que efetue uma verificação de paridade ou mesmo que compute funções mais complexas como a UCP (Unidade Central de Processamento) de um computador. Estas combinações de portas podem ser chamadas de circuitos lógicos.

2.5.2. Tabelas de estado ou tabelas verdade

As portas lógicas possuem inúmeras formas de serem empregadas e o resultado obtido dependerá da forma com que estas são organizadas e conectadas. Uma maneira bastante eficaz de se elaborar um sistema lógico é a tabela de estados ou tabela verdade.

Nesta tabela, as colunas mais à esquerda correspondem aos sinais de entrada e aquelas mais à direita (geralmente separadas por um traço mais espesso), aos sinais de saída. As linhas correspondem aos estados possíveis para as entradas e seus respectivos resultados, cada qual em sua coluna. Por exemplo, imagine que se deseja criar um circuito lógico que deve retornar uma resposta verdadeira somente quando suas entradas A0, A1 e A2 forem (1,1,1) ou (0,0,0) e falso nos demais casos. A tabela de estados correspondente a este circuito é mostrada na tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de estados ou tabela-verdade do exemplo de três entradas e uma saída.

A2	A1	A0	Res
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Geralmente, ao se construir a tabela de estados, são colocadas em suas colunas à esquerda todas as combinações possíveis para os sinais de entrada. Como o sistema é binário, haverá na tabela 2^N linhas, sendo N o número de entradas. Em seguida, as combinações que resultarão em verdadeiro são visualmente denotadas na coluna de resultado (Res) com “1” e as combinações que resultarão em falso, com “0”.

A partir da tabela de estados pronta, cria-se uma expressão lógica para cada linha cuja coluna de resultado está visualmente denotada com “1”. Tal expressão corresponde à aplicação da operação lógica E em todas as suas entradas. Por exemplo, para a linha 8 da tabela 1, a expressão lógica que a representa é:

$$L8 = E(A0, A1, A2)$$

No entanto, para a linha 1, a expressão lógica correspondente é:

$$L1 = E(\text{NÃO}(A0), \text{NÃO}(A1), \text{NÃO}(A2))$$

Note que, na expressão lógica da linha 1, a operação NÃO é aplicada em todas as suas entradas antes da operação E. Isto ocorre pois cada entrada que estiver denotada com “0” deverá ser invertida por meio da aplicação da operação lógica NÃO.

A expressão final do sistema é obtida efetuando operações lógicas OU entre todas as expressões das linhas, já que qualquer uma das combinações de entrada dessas linhas força o resultado a ser verdadeiro. Para o sistema da tabela 1, por exemplo, a expressão lógica resultante seria:

$$Res = OU(L1, L8) = OU(E(\text{NÃO}(A0), \text{NÃO}(A1), \text{NÃO}(A2)), E(A0, A1, A2))$$

A fim de evitar confusão entre as palavras que representam as portas lógicas e as que representam as entradas, normalmente adota-se um conjunto de símbolos para as portas. Os símbolos mais comuns são o ponto “.” para a porta E, a adição “+” para a porta OU e um traço acima de uma entrada para indicar o uso da porta NÃO. Nesta notação, a expressão final do sistema da tabela 1 ficaria da seguinte forma:

$$Res = \overline{A0}.\overline{A1}.\overline{A2} + A0.A1.A2$$

2.5.3. Representação gráfica

Para facilitar a visualização de combinações mais complexas de portas lógicas, uma representação gráfica foi estabelecida nos Estados Unidos da América e adotada pelo Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE, 2008). Tal representação segue o esquema apresentado na figura 1 ao lado esquerdo. A representação ao lado direito da figura 1 corresponde ao padrão adotado pela Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC, 2009) e difere do padrão IEEE pelo uso de uma forma retangular padrão para todas as portas lógicas.

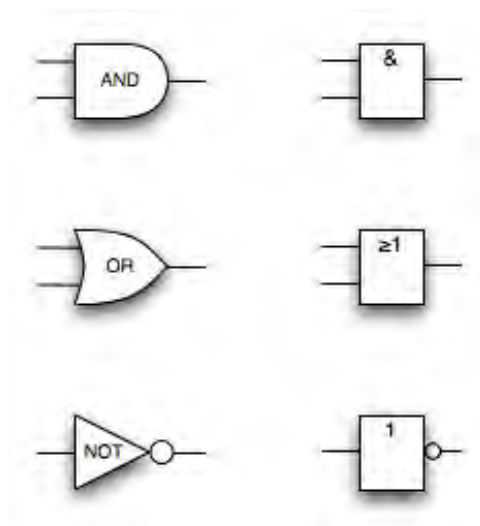


Figura 1 – Portas lógicas básicas.

Cada porta (ou operação) lógica é representada por um símbolo gráfico. As entradas (mostradas à esquerda de cada símbolo na figura 1) recebem os sinais lógicos de entrada e a saída (mostrada à direita de cada símbolo, também na figura 1) transmitem os resultados das operações lógicas.

Circuitos lógicos complexos geralmente são formados através da conexão entres os sinais de entrada de certas porta lógicas com os de saída de outras. Por exemplo, a representação gráfica do sistema da tabela 1 está mostrada na figura 2.

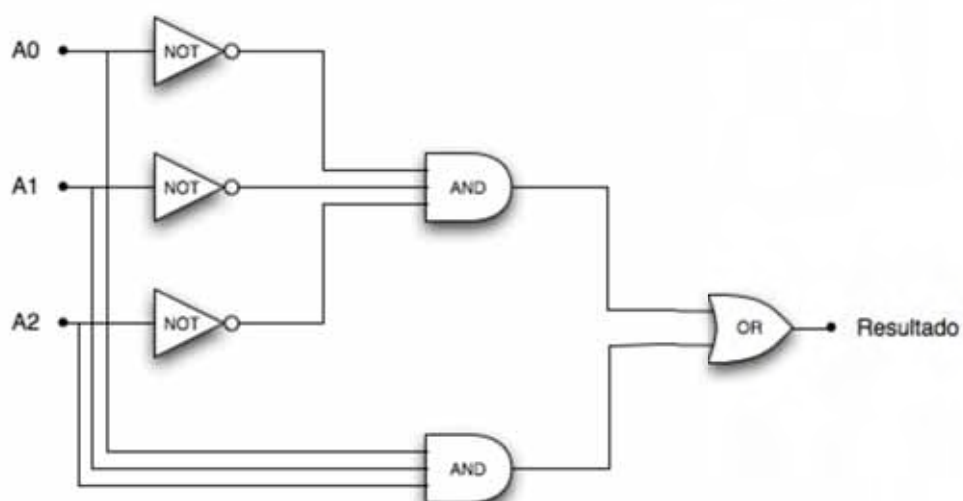


Figura 2 – Representação gráfica do circuito lógico para o exemplo dado.

Nesta representação, pode-se identificar de modo mais intuitivo quais as ligações e qual a ordem de execução das operações lógicas. Por exemplo, na figura 2, fica simples de identificar que os sinais de saída (à direita) das portas lógicas E são utilizados como entrada (à esquerda) na porta lógica OU, para finalmente se obter o resultado.

Graças à característica de englobar combinações de portas lógicas para formar sistemas digitais, circuitos mais complexos geralmente são compostos de subsistemas (componentes) já prontos. Ou seja, há uma gama de arranjos de portas lógicas que efetuam determinadas funções utilizadas frequentemente, como contar, somar, subtrair, decodificar etc. Tais arranjos são conectados de forma a criar um sistema maior e que efetue uma função mais complexa.

2.5.4. Diagramas de estados

Diagramas de estados são gráficos bidimensionais cujo eixo das ordenadas representa o tempo e o eixo das abcissas, o estado lógico do sinal sendo avaliado.

Estes diagramas facilitam a verificação do comportamento dos sinais lógicos em um circuito com o passar do tempo. Ao variarmos os valores de entrada, os valores de saída respectivos provavelmente também mudarão e estas mudanças são facilmente observadas num diagrama de estados. A figura 3 apresenta um diagrama de estados para uma porta lógica E e duas entradas, A0 e A1.

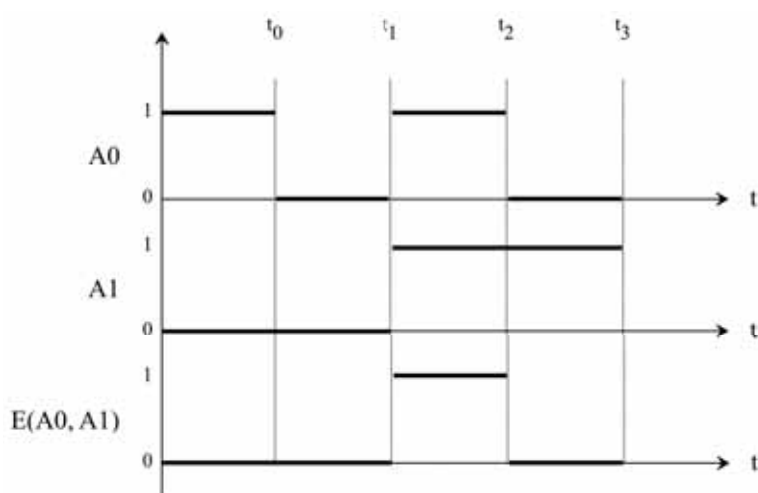


Figura 3 – Diagrama de estados para uma porta lógica E com duas entradas.

Se acompanharmos o eixo das ordenadas (horizontal) em seu sentido positivo, verificamos que, com o passar do tempo e a mudança nos valores de entrada, o sinal de saída muda de modo a manter o resultado coerente com a operação lógica. Assim, entre os instantes t_0 e t_1 , enquanto os sinais de entrada são “0” e “0” em A0 e A1, respectivamente, o sinal de saída é “0”. Ao mudar ambas entradas para o valor “1” – entre t_1 e t_2 – pode-se verificar que o sinal de saída passa a ser “1” representando corretamente o comportamento de uma porta lógica E.

2.6. Expressões Regulares

A teoria da linguagens formais estuda formas sistemáticas de se estabelecer regras para a criação de linguagens e fornece a base teórica para a implementação de compiladores e interpretadores (AHO et al, 2008). De modo geral, linguagens são conjuntos de cadeias (ou palavras), cuja composição deve seguir um padrão determinado por uma série de regras. O conjunto de todas as regras de formação de uma linguagem forma sua gramática.

Noam Chomsky (CHOMSKY.INFO, 2009), um estudioso das linguagens formais, propôs uma hierarquia que define que toda e qualquer linguagem pode ser classificada dentre quatro tipos: regulares, livres-de-contexto, sensíveis ao contexto e de estrutura de frase. Sua hierarquia também correlacionou os tipos de gramáticas e mecanismos reconhecedores para cada tipo de linguagem. A tabela 2 relaciona a hierarquia de Chomsky.

Tabela 2 – Hierarquia de Chomsky.

Linguagem	Gramática	Reconhecedor
Regular	Regular	Autômato Finito
Livre-de-contexto	Livre-de-contexto	Autômato com Pilha
Sensível ao contexto	Sensível ao contexto	Máquina de Turing com memória limitada
Estrutura de frase	Estrutura de frase	Máquina de Turing

De modo geral, os tipos que estão mais abaixo na tabela são mais complexos e englobam os anteriores. Ou seja, as linguagens de estrutura de frase são as mais complexas e englobam as demais, enquanto as regulares são as mais simples e formam uma parte das demais.

Para reconhecer padrões textuais – como palavras que começam com determinada letra e terminam com a mesma, por exemplo – as linguagens regulares são suficientemente abrangentes. No entanto, para avaliar sintaxes, é necessário utilizar linguagens livres-de-contexto e seus reconhecedores.

As expressões regulares são uma forma mais prática de escrever as regras gramaticais de uma linguagem regular. Formam uma representação textual da gramática, ou seja, das regras de composição das cadeias de uma linguagem. Cada símbolo da expressão possui um significado específico, a saber:

- Asterisco (*) – indica a repetição de zero ou mais vezes da subexpressão que lhe antecede, sendo que a presença da própria expressão é opcional. Por exemplo: $A^* = \emptyset \cup \{A, AA, AAA, \dots\}$;
- Sinal de adição (+) – indica uma repetição de zero ou mais vezes da subexpressão que lhe antecede. Neste caso, a presença da própria subexpressão é obrigatória. Por exemplo: $A^+ = \{A, AA, AAA, AAAA, \dots\}$;
- Sinal de interrogação (?) – indica uma repetição de zero ou uma vez da subexpressão que lhe antecede. Por exemplo: $A? = \emptyset \cup \{A\}$;
- Barra vertical (|) – indica uma opção entre duas subexpressões;
- Parênteses – indicam o agrupamento que forma uma subexpressão. São desnecessários quando a subexpressão possui apenas um símbolo.

Por exemplo, para expressar cadeias que começam sempre com a letra “a” e terminam sempre com “b”, tendo qualquer quantidade de letras entre eles, utiliza-se a seguinte expressão regular:

expressão = a letra* b
 letra = a | b | c | d | ... | z

Os espaços em branco servem apenas para tornar a escrita mais clara e não devem ser introduzidos nas cadeias que a expressão regular reconhece.

Para facilitar a criação de reconhecedores mais complexos, algumas linguagens de programação estendem o conceito de expressões regulares. Nessas linguagens é possível estabelecer expressões que utilizam mais símbolos dos que os apresentados anteriormente. Por exemplo, pode-se utilizar o símbolo de ponto final (.) para indicar qualquer caractere que não seja uma mudança de linha (retorno de carro – *carrier return* – e alimentação de linha –

line feed). No entanto, essas extensões dependem da linguagem, ou mesmo da biblioteca utilizada para codificar o interpretador e, portanto, podem variar substancialmente.

As expressões regulares geralmente são utilizadas na construção de analisadores e verificadores de textos como. Alguns exemplos típicos são as funções de verificação de endereços de *e-mail* e de números de CPF válidos. Outra aplicação típica é facilitar a correção automática de erros de escrita. Para executar a correção, funções para avaliação de expressões regulares são utilizadas para encontrar os erros mais comuns enquanto outras funções, ligadas à essas, corrigem o texto a cada erro encontrado.

3. Estruturação e desenvolvimento

O ensino de sistemas digitais em sala de aula normalmente ocorre de duas formas: teórica e prática. Nas aulas teóricas os alunos geralmente aprendem conceitos sobre lógica booleana e otimização de circuitos e analisam alguns circuitos simples. Já nas aulas práticas, os alunos implementam, geralmente utilizando métodos de prototipação (como matrizes de contato e fios), os mesmos circuitos vistos em aula (com algumas pequenas derivações opcionais).

A teoria que envolve a análise e a criação de sistemas digitais depende fortemente do raciocínio lógico. É natural concluir que a inteligência mais requisitada para se compreender esta matéria seja a lógico-matemática. Esta inteligência fornece ferramentas para que o indivíduo consiga trabalhar problemas que exigem alto grau de raciocínio lógico e matemático. Seus meios de transmissão normalmente são teóricos, como aulas comuns e livros educacionais. Como seria possível então abordar o ensino de uma matéria tão fortemente ligada ao raciocínio lógico utilizando outras inteligências?

Uma proposta seria a utilização de exercícios que empreguem o uso das demais inteligências. A lógico-matemática está presente em todo tipo de meio, ferramenta, exercício ou teoria no ensino de sistemas digitais de forma que se torna implícita a sua presença a todo momento, mesmo que não citado diretamente. Quanto à inteligência linguística, pode-se avaliar que alguém que possua um desenvolvimento razoável desta inteligência consegue entender facilmente a teoria exposta em livros texto. Neste caso, esta inteligência pode ser atendida utilizando as ferramentas usuais.

Para atingir alguém que possua capacidade desenvolvida para a inteligência espacial, o uso de esquemas e exercícios com algum tipo de organização visual-espacial, como

diagramas temporais, por exemplo, poderia surtir resultados positivos. Outra forma de se abordar esta inteligência seria através de exercícios práticos com circuitos integrados, fios e outros componentes eletrônicos, como já é feito em muitas faculdades.

A inteligência cinestésica corporal tende a se relacionar levemente com os exercícios práticos citados acima, já que requerem manuseio para a montagem dos circuitos. O simples ato de encaixar componentes e conectá-los exige o uso da inteligência cinestésica para que o trabalho resulte em um sistema funcional. O manuseio geralmente fornece um meio indireto de aprendizado em áreas que não sejam esportivas ou teatrais.

A inteligência musical, apesar do nome, não refere-se apenas à música. Os exemplos de excelência nesta inteligência geralmente englobam os músicos e compositores profissionais, daí o nome sugestivo. No entanto, o uso de sons característicos, associando temas, funcionalidade ou simplesmente características importantes do conteúdo a eles pode influenciar no entendimento de um indivíduo, desde que ele possua a capacidade de identificar facilmente sons diferentes e gravá-los com rapidez e precisão.

É necessário enfatizar que nem sempre uma inteligência serve de tema principal. Geralmente, durante o processo de aprendizado, uma inteligência possui o foco, englobando diretamente o tema enquanto as outras fornecem meios ou ferramentas para auxiliar, tanto na transmissão da informação, quanto no aprendizado em si.

A estrutura básica deste trabalho consiste em três ferramentas para facilitar a criação de cursos virtuais – um gerenciador e editor de aulas virtuais (*backend*), um *applet* Java para desenhar automaticamente diagramas de estados lógicos e um mini-processador de textos, para expor as aulas por meio da *World Wide Web*. Algumas aulas-exemplo para o uso das ferramentas também foram criadas, compondo um curso complementar de sistemas digitais. A intenção principal durante todo o desenvolvimento, tanto das ferramentas quanto das aulas foi de que ambas abordassem quatro das oito inteligências: a lógico-matemática, a linguística, a musical e a espacial.

Este trabalho possui então duas faces interligadas pela teoria de Gardner: as ferramentas e o conteúdo.

3.1. As ferramentas

Para facilitar o acesso ao conteúdo das aulas teóricas, um sistema que resida na Internet pode ser bastante eficiente. A ferramenta de criação de aulas – chamada de *Classroom* – possui dois componentes: um voltado para o visitante – ou seja, o aluno – e que mostrará o conteúdo criado pelo professor (*frontend*) e outro para a criação das aulas (*backend*), voltada para quem irá construir as aulas, no caso, o professor.

As estruturas básicas, tanto do *backend* quanto do *frontend*, são construídas utilizando a linguagem de programação para a Internet PHP (THE PHP GROUP, 2009). A escolha desta linguagem como base para a construção do projeto deve-se à facilidade de uso e ao amplo material de consulta disponível na Internet. O PHP é uma linguagem bastante simples e eficaz para construir sistemas que realizem seu processamento no servidor e não no próprio computador pessoal do usuário (o aluno).

Como é necessário haver algum tipo de interação entre o sistema final e o aluno, o uso exclusivo do PHP não fornece ferramentas adequadas, ao menos para este fim. Todo o processamento da linguagem PHP ocorre no servidor antes mesmo do navegador, no computador pessoal do usuário, obter a página com o conteúdo. Para efetuar processamento interativo com o aluno, é necessário que o código ou componente seja executado em seu computador pessoal.

Um dos modos de se trabalhar com interação na Internet é utilizar linguagens como o Javascript (BITPIPE.COM, 2009) ou componentes como o Adobe Flash (ADOBE, 2009). Em ambos casos há vantagens e desvantagens: para o Javascript, apesar de ser grátis e aberto, seu poder computacional é totalmente dependente do navegador utilizado para visitar as páginas. Isto implica em perda de robustez, ao tentar abranger inúmeros navegadores que tendem a mudar contínua e independentemente. Já o Adobe Flash possui a capacidade de processamento adequada para a apresentação de material visual de qualidade, que poderia enriquecer a aula e fornecer meios diversos de interação. No entanto, é uma ferramenta comercial e não aberta.

Uma solução para os componentes que necessitem tanto de poder computacional quanto de interatividade é o uso dos *applets* Java (SUN MICROSYSTEMS, 2009). Esta linguagem já está bastante amadurecida, sendo implementada e adotada em várias plataformas diferentes desde o início da década de 1990. Sua qualidade principal reside no

fato de haver uma máquina virtual em cada sistema operacional que a suporta, sendo esta a responsável por executar o código objeto do *applet*. Como a máquina virtual traduz o código objeto do *applet*, logo antes de sua execução, para código nativo do sistema operacional, é possível utilizar com eficiência os recursos do sistema em que se encontra a máquina virtual. Outro ponto favorável ao seu uso é a disponibilidade de ferramentas abertas para o desenvolvimento posterior do sistema de *frontend*.

Um dos pontos negativos no uso de *applets* Java se deve ao fato de que, por razões de segurança, alguns sistemas impeçam a execução de suas máquinas virtuais. Como o código objeto é executado na máquina cliente, cria-se uma possível vulnerabilidade – o código objeto, se não for devidamente limitado, pode danificar o sistema em que será executado.

3.1.1. O gerenciador de aulas

O sistema de *backend* é constituído de um gerenciador de aulas e de um editor de textos para a criação de lousas. Lousas são a forma básica de apresentar conteúdo ao aluno. Cada lousa corresponde a uma página de conteúdo, análoga à lousa real. No entanto, por ser criada utilizando recursos computacionais, a interação com o aluno e a facilidade de expor conteúdo gráfico numa lousa virtual constitui um recurso mais completo que a lousa comum.

Cada lousa está ligada diretamente a uma aula. Cada professor pode utilizar o sistema para criar inúmeras aulas e disponibilizá-las em um endereço de Internet específico. As lousas podem conter textos, gráficos, vídeos, músicas, sons e componentes interativos criados por *applets* Java.

Em sua representação real, as lousas são arquivos textos dispostos em uma árvore de diretórios que corresponde diretamente à hierarquia de cursos, aulas e lousas. Com isso, qualquer recurso multimídia que estiver presente na lousa não é armazenado no mesmo arquivo, facilitando o intercâmbio de recursos entre diferentes lousas da mesma aula.

A organização de diretórios segue a seguinte hierarquia:

- Cada curso corresponde a um subdiretório no diretório de instalação do sistema *Classroom*;

- A nomenclatura dos diretórios segue a ordem de criação dos cursos e é composta apenas do número que o identifica (determinado automaticamente pelo *script* PHP que adiciona um curso ao sistema);
- Dentro do diretório de cada curso, diretórios correspondentes às aulas são criados a cada nova aula adicionada pelo professor. A nomenclatura desses diretórios também segue a ordem de criação das aulas, como no caso dos cursos;
- Por último, no interior de cada diretório de aula, dois diretórios denominados “img” e “mov” são criados para armazenarem imagens e filmes, respectivamente.

Por exemplo, se o professor criar dois cursos, adicionar duas aulas no primeiro e três no segundo, a árvore de diretórios seria parecida com a apresentada na figura 4.

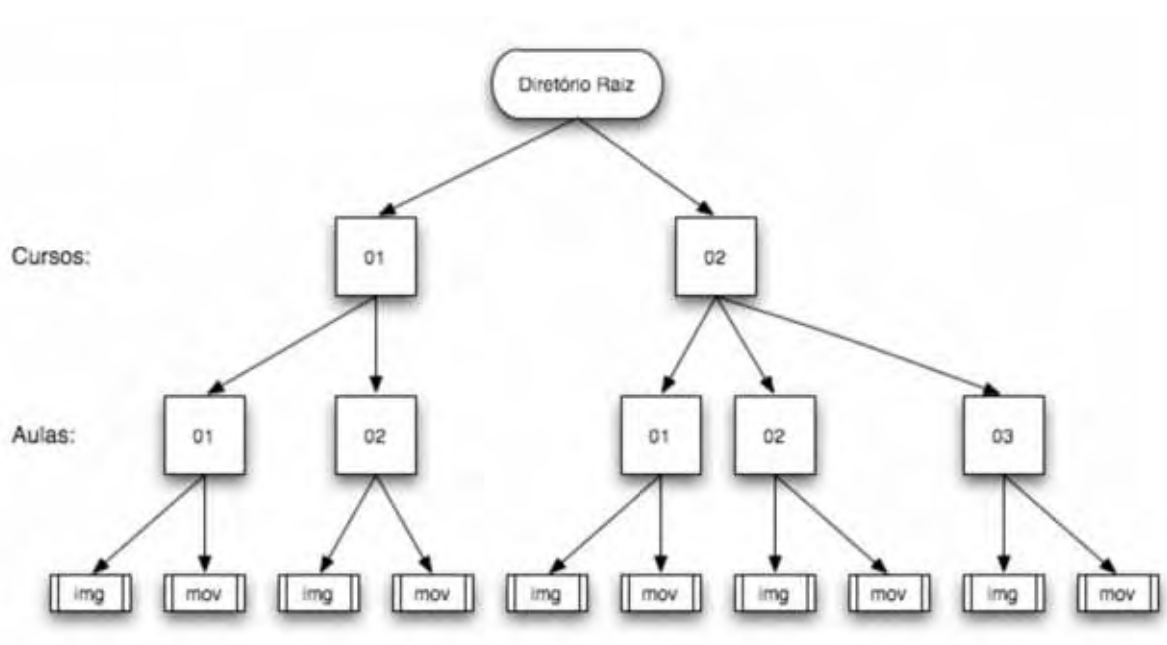


Figura 4 – Árvore de diretórios para o exemplo citado.

Para manter os nomes que identificam os cursos e as aulas (por exemplo: curso “Sistemas Digitais I” e aula “Introdução aos Sistemas Numéricos”), dentro do diretório de cada curso encontra-se um arquivo *course.data* e, dentro do diretório de cada aula, um arquivo *lesson.data* que possuem como conteúdo o nome do curso ou da aula correspondente ao seu diretório.

A implementação, utilizando PHP, usa somente funções de acesso ao sistema de arquivos do servidor. Sendo assim, a instalação do sistema *Classroom* torna-se independente de qualquer sistema gerenciador de base de dados. Toda a organização de hierarquia de

cursos e aulas depende somente da estrutura de diretórios – que é automaticamente gerida pelo próprio gerenciador – e do sistema de arquivos do servidor.

O gerenciador é composto de quatro arquivos com códigos-fonte para seu funcionamento:

- **addcourse.php** – aceita como parâmetro o nome do curso. Sua responsabilidade é criar o diretório para o novo curso e adicionar o arquivo *course.data* contendo seu nome;
- **addlesson.php** – aceita como parâmetro o nome da aula bem como a qual curso (o número apenas) esta aula pertence. Ao executar, este arquivo cria um novo diretório no interior do diretório do curso ao qual a aula pertence e adiciona o arquivo *lesson.data*, contendo o nome da aula, em seu diretório;
- **backend.php** – este arquivo cria a interface de gerenciamento de cursos e aulas para que o professor possa adicionar ou remover conteúdo. A partir da página gerada por este arquivo é possível adicionar ou remover cursos e, para cada curso já criado, adicionar, remover ou editar suas aulas;
- **remove.php** – recebe como parâmetro obrigatório o número corresponde ao curso, e opcionalmente, os números das aulas e da lousa que se deseja remover. Este arquivo é responsável por remover lousas, aulas e cursos, dependendo de quais parâmetros lhe forem passados. Caso o sistema forneça apenas o número do curso, todo o diretório correspondente ao curso será removido, apagando do servidor todas as aulas e lousas criadas para aquele curso. Se lhe for passado como parâmetro os números do curso e da aula, somente o diretório da aula será removido, mantendo o restante do curso intacto. E, por último, se forem passados os números do curso, da aula e da lousa, somente a lousa especificada será removida.

3.1.2. O editor de lousas

O editor de lousas corresponde à um *script* PHP (**editor.php**) que carrega o arquivo de uma lousa num campo de edição de textos. Os números da lousa, da aula que contém a lousa e do curso que contém a aula são passados como parâmetros em sua URL. Caso o

arquivo da lousa não seja encontrado, o *script* cria uma nova lousa com os parâmetros passados.

Como o projeto do sistema visa facilitar e agilizar a criação de aulas virtuais, textos puros (ou seja, sem formatação visual) são suficientes para os objetivos do sistema *Classroom*. Graças a isto, o editor possui como papéis fundamentais: carregar o texto do arquivo correspondente ao curso/aula/lousa que lhe for passado, permitir ao professor salvar as alterações e listar as demais lousas presentes na aula, facilitando a navegação e a edição de outras lousas.

Para salvar o conteúdo de uma lousa, o editor executa um outro *script* PHP chamado **save.php** e lhe fornece como parâmetros os números do curso, da aula e da lousa que deve ser salva no servidor e o texto correspondente ao conteúdo da lousa.

Para possibilitar a navegação entre as lousas da aula que o professor está criando ou modificando, o editor também requisita do servidor uma listagem de arquivos no diretório da aula sendo editada. Ao receber esta lista, o editor a dispõe em ordem crescente e a imprime, cada item da listagem contendo um *link* para possibilitar a edição da lousa correspondente.

3.1.3. O *applet*

Para proporcionar interação com o aluno, foi construído um componente utilizando-se a linguagem Java, que cria e permite ao aluno interagir com um diagrama de estados lógicos. Este diagrama fornece ao professor uma forma prática de expor sinais digitais e adicionar interatividade à aula virtual.

Para tanto, o componente pode ser utilizado de duas formas: ilustrativa e interativa. A forma ilustrativa resume-se em mostrar ao aluno os sinais estipulados pelo professor e associá-los a sons característicos, cada qual representando um nível digital. Neste modo de operação, o aluno pode acionar o botão do *mouse* ou de outro dispositivo apontador sobre um sinal digital e escutar seus sons característicos, no entanto, não pode modificar o diagrama apresentado.

Os sons do *applet* foram criados visando relacionar suas frequências aos níveis lógicos correspondentes. Para tanto, dois arquivos contendo os sons de teclas de um piano foram gerados utilizando o programa *GarageBand* (APPLE, 2009), um com frequência mais

baixa e som mais grave e outro com frequência mais alta e som mais agudo. Sempre que o aluno “clicar” num ponto do diagrama que corresponde à um sinal lógico, o *applet* carregará um desses arquivos sonoros do servidor o tocará.

Para tentar associar os níveis lógicos às frequências sonoras, o *applet* toca o som agudo sempre que o “clique” do aluno ocorrer num ponto do sinal lógico cujo nível é falso ou baixo. Quando o aluno “clicar” num ponto correspondente a um nível lógico verdadeiro ou alto, o som tocado será o mais agudo, de modo que sons de alta frequência – agudos – sejam associados a níveis lógicos “altos” e sons de baixa frequência – graves – sejam associados a níveis lógicos “baixos”.

Para determinar os níveis lógicos dos sinais, o *applet* recebe como entrada dois parâmetros, chamados de “names” e “values” que contém, separados por vírgulas, os nomes e os valores dos sinais do diagrama.

Por exemplo, para gerar o diagrama da figura 5, é necessário que o parâmetro “names” possua o valor “A, !A” enquanto o parâmetro “values” possua o valor “0101, 1010”.

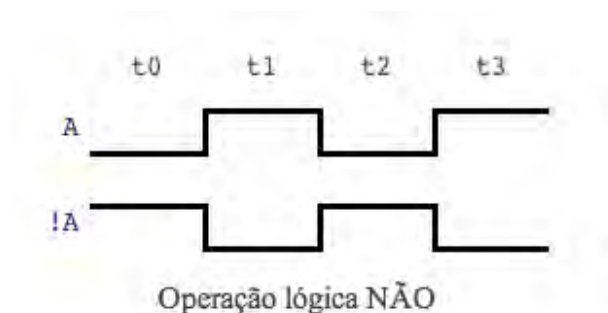


Figura 5 – Diagrama lógico apresentando dois sinais A e !A.

O *applet* interpreta os valores lógicos dos sinais, contidos no parâmetro “values” como sendo um nível lógico verdadeiro para cada caractere “1” que encontrar na cadeia e falso para cada caractere “0”. No entanto, este diagrama não possui interatividade, fora o acionamento dos sons por meio do dispositivo apontador. Para criar diagramas de exercício que permitem ao aluno preencher os sinais lógicos e verificar a resposta – ou seja, para o utilizar seu modo de operação interativo – o *applet* deve encontrar no parâmetro “values” níveis lógicos estipulados pelas letras “T” e “F”, ao invés de “1” e “0”.

Por exemplo, na figura 6 está apresentado um diagrama formado pelos parâmetros “A, B, R” e “0101, 1100, TTFT”. Note que o sinal “R” que corresponde aos valores “TTFT”

está inicialmente vazio. O aluno, utilizando seu *mouse* ou dispositivo apontador qualquer, preenche o sinal por meio de “cliques” nas colunas referentes ao sinal “R”. O sinal preenchido pelo aluno aparece inicialmente em cor azul e, sempre que um “clique” é efetuado, o som característico ao nível lógico preenchido também é tocado.

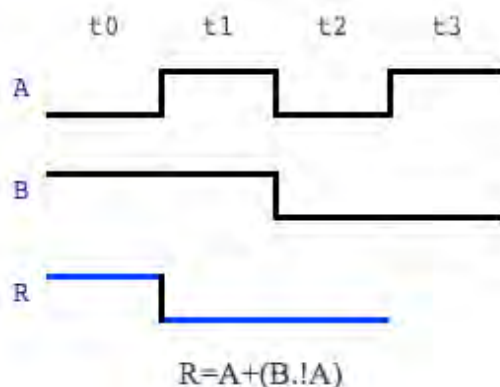


Figura 6 – Diagrama lógico parcialmente preenchido pelo aluno.

Se o aluno efetuar um “clique” duplo no nome do sinal lógico “R”, o conteúdo preenchido pelo aluno será comparado ao sinal esperado – “TTFT” – e, para cada acerto o sinal será pintado de verde enquanto, para cada erro, o sinal será pintado de vermelho.

Supondo, no exemplo, que o aluno tenha preenchido o diagrama com os níveis lógicos correspondentes à cadeia “TTFT”, ou seja, níveis lógicos verdadeiros na primeira e na última coluna e níveis lógicos falsos nas colunas internas, a resposta do diagrama para o aluno seria parecida com a mostrada na figura 7.

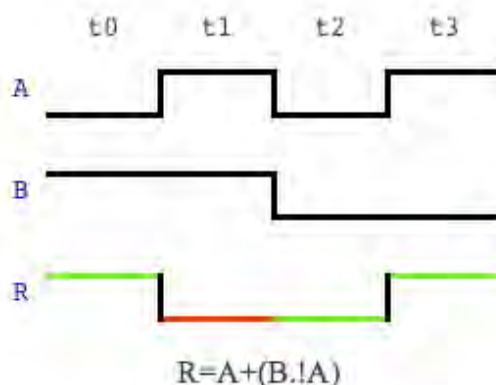


Figura 7 – Resposta do diagrama anterior.

Outra funcionalidade ligada à associação dos sons aos níveis lógicos é a exposição sequencial dos níveis lógicos em uma coluna. Se o aluno “clicar” no nome de uma das

colunas (t_0 , t_1 , t_2 etc.), o *applet* inicia uma demonstração, começando do sinal mais acima e executando-a até o sinal mais abaixo. Esta demonstração realça um nível lógico da coluna por vez, pintando-o na cor amarela, e toca seu som característico, como explicado no parágrafo anterior.

O processo de exposição é composto de um laço que percorre cada sinal do diagrama. Em cada sinal, o *applet* dispara um temporizador de um segundo, pinta de amarelo o traço do nível lógico da coluna “clorada” e toca o arquivo sonoro correspondente. Assim que o temporizador finaliza, o processo se repete para o próximo sinal, até que todos os sinais sejam expostos.

Todo o desenho do diagrama é feito assim que o *applet* é carregado pelo navegador *web* do aluno, levando em conta as dimensões do *applet* (que são determinadas na página HTML que o carrega). Deste modo, as dimensões do desenho são proporcionais e geradas de forma a evitar que o professor que utilizar este recurso precise se preocupar em alinhar elementos ou consertar tamanhos desproporcionais de fontes e traços. Para o professor, basta determinar os sinais lógicos usando “0” e “1” ou “F” e “T”, dependendo de quais partes do diagrama ele desejar que o aluno preencha.

Assim que as dimensões de cada sinal e seus espaçamentos são devidamente calculados, o *applet* analisa os valores passados nos parâmetros “names” e “values” e os separa em listas encadeadas.

O desenho corresponde a dois laços aninhados, cada um responsável por percorrer os sinais e os níveis lógicos de cada sinal. O primeiro laço inicia no primeiro sinal passado como parâmetro em “values” e, assim que obtida a cadeia de caracteres que representa este sinal, inicia o segundo laço, que percorre todos os caracteres desta cadeia. Para cada caractere analisado, se o valor for “1” ou “0”, o nível lógico é preenchido utilizando a cor preta na altura corresponde ao nível lógico (mais alto para “1” e mais baixo para “0”). No caso do valor analisado ser “T” ou “F”, o *applet* deixa a célula do diagrama em branco, somente desenhando o nível lógico quando for detectado que o aluno a preencheu.

Sempre que houver uma mudança no estado do diagrama, ou seja, se o aluno preencher alguma célula do diagrama, se requisitar a resposta ou se iniciar a demonstração de um sinal, a rotina de desenho é iniciada levando em consideração os valores modificados.

3.1.4. O mini-processador

Para criar a aula, o professor não precisa conhecer códigos ou sintaxe de linguagens para a Internet. O sistema de *frontend* – mais especificamente, o arquivo **classroom.php** – processa o conteúdo da aula utilizando um interpretador de textos embutido, também criado especificamente para o sistema de ensino, chamado de mini-processador. Para estabelecer uma sintaxe fácil e que não obstrua o texto em si, o conceito de linguagens de marcação leves (*Lightweight markup languages*) (NATIONMASTER.COM, 2009) foi adotado para fundamentar o mini-processador de textos.

Neste conceito, a sintaxe para a formatação do conteúdo (como negrito, itálico etc.) deve ser quase transparente ao usuário do sistema, fazendo com que o foco seja o texto e não sua formatação.

A sintaxe estabelecida para o sistema foi totalmente construída por meio de expressões regulares e está representada na tabela 3. Nela, a primeira coluna indica um exemplo de texto que seria digitado pelo professor ao criar uma lousa virtual. O efeito dessa sintaxe está apresentado na segunda coluna e o resultado do processamento das expressões regulares, ou seja, o código HTML correspondente, ocupa a terceira coluna.

Tabela 3 – Sintaxe para a escrita das lousas virtuais.

Texto original	Significado	Resultado em HTML
Texto	Texto em negrito	Texto
<u>__Texto__</u>	Texto sublinhado	<u><u>Texto</u></u>
//Texto//	Text em itálico	<i>Texto</i>
Texto #####	Título da aula	Texto
Texto =====	Subtítulo da aula	Texto
Texto -----	Tópico da aula	Texto
{LNK:Texto http:// endereco.com}	Cria um atalho (<i>link</i>)	Texto
{IMG:Texto http:// endereco.com}	Mostra uma imagem	<br / >Texto
{MOV:Texto http:// endereco.com}	Mostra um vídeo	<embed href="http:// endereco.com"><br / >Texto
* Texto A * Texto B	Cria uma lista não-numerada	Texto A</ li> Texto B

Texto original	Significado	Resultado em HTML
# Texto A # Texto B	Cria uma lista numerada (1. 2. etc.)	<code><ol type="1">Texto ATexto B</code>
@ Texto A @ Texto B	Cria uma lista alfanumérica (a. b. etc.)	<code><ol type="a">Texto ATexto B</code>
<pre> A B C 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 </pre>	Cria uma tabela verdade com duas entradas (A e B) e uma saída (C) representando o funcionamento de uma porta lógica E.	<pre> <table align="center"><tr> <tr><td> A </td><td> B </td><td> C </td></tr> <tr><td> 0 </td><td> 0 </td><td> 0 </td></tr> <tr><td> 0 </td><td> 1 </td><td> 0 </td></tr> <tr><td> 1 </td><td> 0 </td><td> 0 </td></tr> <tr><td> 1 </td><td> 1 </td><td> 1 </td></tr> </tr></table> </pre>
{LSD: Texto A:0001 B:1000 C:10FT}	Cria um diagrama de estados lógicos com três sinais, "A", "B" e "C".	<pre> <applet archive="StateDiagram.jar" code="StateDiagram" width=450 height=200> <param name="title" value="Texto"> <param name="names" value="A, B, C"> <param name="values" value="0001, 1000, 10FT"> Your browser does not support Java or Java is disabled, so nothing is displayed. </applet> </pre>

Por exemplo, a primeira linha indica que o texto original, quando iniciado e terminado com dois asteriscos (primeira coluna), será formatado em negrito (segunda coluna), gerando o código HTML da terceira coluna.

O uso deste tipo de sintaxe mais leve facilita a compreensão do texto pelo próprio professor, quando este for revisar suas aulas ou passá-las adiante para que outro professor as utilize. Facilita também o processo de criação da aula, provendo ao professor uma sintaxe mais simples (porém mais inflexível) e fácil de lembrar. Os códigos de formatação inserem-se no texto de forma a facilitar a leitura do conteúdo, evitando que o texto torne-se demasiadamente truncado por palavras-chave.

Para a implementação de um interpretador simples, o uso de funções para expressões regulares (AHO et al, 2008) já embutidas na linguagem PHP foi essencial. Através dessas funções, pode-se avaliar a sintaxe contida num texto escrito qualquer e traduzí-la para os códigos HTML correspondentes. Duas funções de substituição com base em expressões regulares foram utilizadas:

- **`preg_replace(expressão, cadeiaSubstituição, cadeiaOriginal)`** – esta função avalia a expressão regular passada como primeiro parâmetro e a utiliza como base de procura na cadeia original. A cada subcadeia encontrada na avaliação da cadeia original, esta função a substitui pela cadeia de substituição.
- **`preg_replace_callback(expressão, funçãoSubstituição, cadeiaOriginal)`** – esta função também avalia a cadeia original utilizando a expressão regular passada como primeiro parâmetro. No entanto, ao invés de efetuar diretamente a substituição, a função passada como segundo parâmetro é chamada. Esta função é escrita pelo programador e deve possuir um parâmetro que receberá as subcadeias encontradas pela **`preg_replace_callback`**.

A expressão regular passada como primeiro parâmetro em ambas as funções deve seguir o padrão Perl (FRIEDL, 2006). Neste padrão, as expressões devem ser contidas entre caracteres de barra invertida “/” além de haver algumas extensões às expressões regulares comuns.

Por exemplo, para criar uma regra que substitua o texto “*****Texto*****” por “Texto”, formatando-o em HTML, a expressão regular “`^\*(\[^\*]+\)\*\*/`” é utilizada. Nesta expressão, os asteriscos são precedidos de barras para indicar que a expressão regular se refere ao caractere asterisco e não ao símbolo de repetição. O símbolo de acento circunflexo entre colchetes é um símbolo especial que indica que deve-se continuar avaliando a cadeia original, caractere por caractere, até que a que estiver entre os colchetes for encontrada. Portanto, para esta expressão regular, a regra de substituição seria “encontre dois asteriscos e continue lendo caracteres da cadeia original até encontrar outro asterisco. Ao encontrá-lo, somente o reconheça se estiver seguido de mais um asterisco”.

A função **`preg_replace_callback`** foi utilizada para as substituições que devem efetuar processamento na subcadeia encontrada antes de substituí-la na cadeia original. De modo geral, somente as expressões regulares destinadas a encontrar o *applet* do diagrama de

estados lógicos, para processar as tabelas-verdade e para encontrar e substituir os parágrafos pelas *tags* HTML correspondentes utilizaram a função **preg_replace_callback**.

3.2. O conteúdo

A segunda face do projeto consiste no conteúdo que será criado para um curso de introdução aos sistemas digitais.

Assim como na implementação estrutural, ou seja, na programação do sistema de gerenciamento de aulas e lousas, os conceitos da Teoria das Inteligências Múltiplas devem servir de guia para a construção do conteúdo didático.

A gama de assuntos abordados pelo conteúdo das aulas virtuais será:

- Introdução aos sistemas discretos e contínuos
- Definição de sistemas binários e digitais
- Representações de sinais binários
- Representação elétrica de sinais binários
- Diagrama de estados
- Operações lógicas
- Portas lógicas básicas (E, OU e NÃO)
- Conexão de portas
- Tabela verdade
- Elementos de armazenamento (*Flip-Flop*)
- Circuitos combinatórios
- Circuitos sequenciais
- Componentes reais (Circuitos Integrados)

A abrangência dos temas visa introduzir o aluno aos conceitos básicos de sistemas digitais binários e permitir-lhe aplicar tais conhecimentos na construção de circuitos simples que efetuem tarefas úteis, como gerenciar o nível de armazenamento em uma caixa d'água, cuidar do bom funcionamento de uma caldeira para uma usina de álcool etc.

Pela disposição de assuntos, dez aulas foram criadas:

- **Introdução:** nesta aula o funcionamento do sistema é mostrado ao aluno;

- **Como estudar?:** algumas dicas para melhor aproveitar o estudo do conteúdo adicional disponível para o aluno são fornecidas nesta aula;
- **Sejam discretos!:** esta aula apresenta os conceitos de variáveis contínuas e discretas e já introduza a noção de sistemas binários;
- **Sistema booleano – Introdução:** nesta aula o aluno recebe uma introdução à regras da lógica booleana, bem como suas operações básicas (E, OU e NÃO);
- **Sistema booleano – Portas:** as representações físicas das operações lógicas E, OU e NÃO são mostradas nesta aula;
- **A verdade está na tabela...:** esta aula mostra como construir e avaliar uma tabela verdade que represente um sistema binário;
- **Mapas de Karnaugh:** nesta aula o aluno tem contato com os mapas de Karnaugh e aprende a construí-los e utilizá-los para simplificar circuitos lógicos;
- **A memória fundamental: flip-flops:** esta aula apresenta os diversos tipos de *flip-flops* e suas peculiaridades;
- **Sequenciar ou combinar: eis a questão...:** o aluno tem contato com os dois tipos de circuitos lógicos (sequenciais e combinatórios) bem como suas características e diferenças principais;
- **A prática leva à perfeição:** nesta aula apresenta-se ao aluno uma introdução ao circuitos integrados.

3.3. Proposta de ensino

O modo como o conteúdo será construído deve abranger as quatro inteligências determinadas para o projeto: lógico-matemática, linguística, espacial e musical.

3.3.1. Inteligência lógico-matemática

Esta inteligência está intrinsicamente ligada ao próprio tema do curso virtual. As operações lógicas, os níveis binários, as transformações de valores decimais em outras bases numéricas e as tabelas e combinações de sinais digitais requerem do aluno o uso intensivo de

raciocínios lógicos e matemáticos. Portanto, esta inteligência já é abordada no próprio tema e não é necessário criar ferramenta auxiliar nenhuma para atingí-la.

Na realidade, por se tratar de um tema tão centrado nesta inteligência, o projeto visa justamente contrabalancear o uso desta com o uso direto ou indireto das demais, possibilitando que pessoas com capacidades diferentes em inteligências distintas possam usufruir da metodologia de ensino e aprender sistemas digitais com maior facilidade.

3.3.2. Inteligência linguística

O fato de haver texto e esse texto transmitir uma quantidade razoável de informações faz da inteligência linguística um veículo de informações, ou seja, um meio para se transmitir o conhecimento que o aluno deseja aprender.

O uso quase exclusivo desta inteligência para a exposição de conteúdo (como em livros didáticos) e principalmente para avaliações tem sido criticado por Gardner, que defende que, assim como o professor deve preparar a exposição de conteúdo visando atingir o máximo de inteligências possíveis, também deve avaliar o aluno utilizando o máximo possível de inteligências para que, tanto a aula quanto a avaliação sejam condizentes.

No entanto, não se pode negar o uso da inteligência linguística como meio de transporte de informações, já que isto também seria contrário aos preceitos do bom uso das inteligências múltiplas. A exposição de textos e a avaliação por testes escritos, apesar de não comporem a única forma de apresentar ou avaliar conteúdo, estarão presentes na metodologia de ensino.

3.3.3. Inteligência espacial

O uso da inteligência espacial para sistemas digitais pode ser alcançado através de diagramas de tempo, esquemas de conexão e mesmo na montagem de circuitos reais.

A metodologia de ensino proposta visa fornecer ao aluno conteúdo suficiente para que ele possa entender a teoria que suporta a matéria de sistemas digitais, mas também oferecerá como exercícios e sugestões de implementação, alguns circuitos reais, sendo que haverá uma

lição virtual mostrando alguns componentes reais e como montar um circuito real equivalente ao estabelecido num esquema de conexões.

O esquema de conexões, por sua vez, exige do aluno o desenvolvimento da inteligência espacial para poder compreender a relação entre os elementos que estão sendo conectados no esquema. Por exemplo, na figura 8, temos um esquema de um circuito lógico simples que executa uma função E para duas entradas A e B e, logo após, executa uma função OU de uma terceira entrada C com o resultado dessa função E. Todo esse raciocínio de sequenciamento de funções, de quais sinais estão conectados em quais portas e quais resultados são utilizados em quais entradas, exige do aluno o exercício da inteligência espacial.

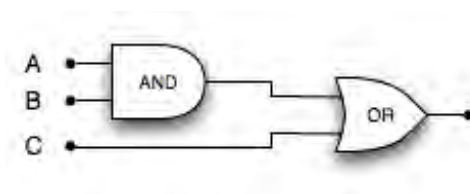


Figura 8 – Circuito de exemplo.

Por último, os diagramas de estados lógicos, que apresentarão interatividade e representarão parte substancial do projeto, requerem do aluno um entendimento básico de sequenciamento e de comparação entre estados diferentes dos sinais de entrada e, principalmente, dos seus resultados após a aplicação das funções lógicas.

Novamente, o uso de uma inteligência, neste caso a espacial, possui forte incidência na transmissão das informações e incidência mais branda no tema em si.

3.3.4. Inteligência musical

Esta inteligência é a que menos possui relação direta com o tema. O uso da inteligência musical, apesar de não estar restrito a tal, geralmente encontra-se na composição de obras musicais, na interpretação perfeita de sons, na capacidade de correlacionar sons com outros elementos do cotidiano como cores, sabores, sentimentos etc.

Apesar de aparentar que não há relação alguma entre a gama de assuntos que envolvem os sistemas digitais e a inteligência musical, pode-se tentar atingir um nível mais

elementar de correlação utilizando sons como representantes de informações. Por exemplo, ao associarmos estados digitais a sons característicos e repetirmos esse sons sempre que esses estados forem citados, pode-se criar uma relação direta entre o estado do sinal digital e o som percebido pelo aluno. Essa medida simples pode facilitar a compreensão da matéria por um aluno com bom desenvolvimento na inteligência musical, já que, intuitivamente, sua mente consegue absorver as relações entre os sons dos estados lógicos e processá-los conforme foi treinada.

Outra forma, mais simples de se atingir a inteligência musical é através do áudio comum, de um professor explicando algum ponto importante da matéria, assim como é feito em sala de aula. Neste caso, os vídeos que explicarão partes da matéria em exposição terão papel importante em atingir o público com facilidade de aprender “escutando” – ou seja, possuem inteligência musical desenvolvida.

3.3.5. As aulas

A organização estrutural das aulas seguiu o raciocínio de exposição incremental. Cada aula possui um único tema, geralmente fundamentado nos temas das aulas anteriores. O conteúdo de cada aula foi dividido em lousas que apresentam um tópico por vez ou de um exemplo/exercício. Por exemplo, na aula correspondente a introdução ao tipos de sinais (contínuos e discretos), há uma lousa introduzindo o assunto seguida de uma lousa explicando somente o que são sinais contínuos e outra explicando somente o que são sinais discretos. Após estas duas últimas lousas, há uma lousa contendo uma lista de exercícios para fixação.

Esta ordem e divisão de conteúdo pretende imitar o modo como o professor expõe o conteúdo didático nas aulas presenciais, em que cada tópico geralmente ocupa uma subdivisão da lousa real.

4. Avaliação

Graças às duas facetas do projeto – as ferramentas e o conteúdo didático – serem voltadas para o uso tanto dos alunos quanto dos professores, a forma de avaliação do projeto foi escolhida para proporcionar uma visão geral de suas características positivas e negativas, em ambas as facetas.

Para testar a eficiência das ferramentas de apresentação – como o mini-processador e o diagrama de estados lógicos – o conteúdo didático foi criado de maneira a usufruir ao máximo os recursos proporcionados por essas ferramentas e disponibilizado na Internet.

Alunos cursando uma disciplina equivalente à de Introdução aos Sistemas Digitais participaram da avaliação do conteúdo didático e das ferramentas já configuradas e utilizadas nas lousas virtuais. Os alunos que concordaram em participar da avaliação, durante o período de testes, estavam matriculados no Curso de Graduação em Ciência da Computação do Departamento de Ciência da Computação e Estatística (DCCE), Universidade Estadual Paulista, câmpus de São José do Rio Preto e estavam cursando a disciplina de Circuitos Digitais com o Prof. Dr. Aledir Silveira Pereira. Esta disciplina possui praticamente o mesmo conteúdo didático utilizado para a criação das aulas virtuais disponíveis aos alunos.

Para avaliar o uso das ferramentas pelo professor – o gerenciador de aulas virtuais, o editor e a sintaxe para compor as lousas virtuais – dois professores se candidataram a utilizar as ferramentas para criar alguns cursos e aulas de teste e a relatar suas impressões sobre o projeto.

4.1. A avaliação pelos alunos

Os alunos do curso de Circuitos Lógicos tiveram à sua disposição, por um período de duas semanas, as aulas virtuais complementares. O intuito principal dessas aulas foi o de testar o uso das ferramentas do sistema *Classroom* – o gerenciador de cursos, o editor, o mini-processador e o *applet* do diagrama de estados lógicos.

Juntamente com a divulgação dos endereços de Internet para as aulas virtuais, os alunos receberam um formulário com algumas questões para avaliação do projeto. O formulário está incluído como anexo 1 no final desta dissertação.

As primeiras cinco questões do formulário visavam avaliar o uso do sistema de aulas virtuais e o conteúdo didático. Para responder estas questões o aluno deveria atribuir notas – para cada questão – de “A” a “E” e anotar observações que achasse oportunas.

As questões propuseram ao aluno avaliar o conteúdo didático em si, o uso do sistema de aulas virtuais, a facilidade de adaptação no estudo das aulas virtuais e a importância dos recursos multimídia (sons, diagramas e vídeos) no entendimento do conteúdo didático.

Outras seis questões foram propostas para tentar avaliar as formas de aprendizado do aluno avaliador. Essas questões, de caráter objetivo e de múltipla escolha, questionaram-no quanto a sua capacidade ou facilidade de:

- Conseguir memorizar números com facilidade, visando avaliar o uso da inteligência lógica-aritmética;
- Entender o conteúdo didático de aulas convencionais sem necessitar escrever durante o processo, visando avaliar o uso da inteligência musical – a voz – e linguística – textos na lousa;
- Entender raciocínios lógicos;
- Identificar relações visuais-espaciais no cotidiano, visando avaliar o uso da inteligência visual-espacial;
- Entender o conteúdo somente assistindo às aulas presenciais, visando verificar a quantidade necessária de estudos complementares para o entendimento da matéria;
- Memorizar letras de músicas enquanto executam outras tarefas, visando novamente avaliar o uso da inteligência musical.

4.2. Os resultados pelos alunos

Os resultados foram fornecidos por um subgrupo dos alunos que aceitaram participar dos testes. Apesar de ser em quantidade menor do que a esperada – dos vinte formulários distribuídos apenas quatro foram respondidos e retornados dentro do prazo – algumas respostas foram bastante objetivas e serviram como base sólida para conclusões sobre os resultados do projeto. Os quesitos, avaliados pelas primeiras questões, são discutidos na subseção seguinte.

4.2.1. Interface com o usuário

Neste quesito, a avaliação média foi “C”. Como respostas à média relativamente baixa, os alunos questionaram o fato da navegação ser pouco intuitiva e que possivelmente *links* que interligassem as aulas virtuais ou que os remetessem diretamente à página com o índice de aulas (que no momento é criada pelo professor) provavelmente melhoraria substancialmente a funcionalidade do sistema como um todo.

4.2.2. Facilidade de adaptação

A média de avaliação para este quesito foi “B”. As observações que relevam melhorias indicaram que o fato de não poder escrever – e sim digitar – anotações para acompanhar as aulas tornou-se um obstáculo para acompanhar as aulas virtuais. Outro ponto relevante mencionado por um dos alunos avaliadores foi a distribuição visual das lousas, com enfoque no fato do fundo ser claro – o que pode causar fadiga visual – e no tamanho das letras ser menor do que o desejável.

4.2.3. Qualidade do conteúdo

Para este quesito, a média de avaliação foi “C” com uma distribuição uniforme na gama de notas possíveis. As avaliações positivas relataram que o conteúdo está bem resumido e é de fácil absorção.

No entanto, as avaliações negativas indicaram que o nível de aprofundamento na matéria é bastante superficial, inclusive indicando que “[...]caso eu não houvesse já tido um contato anterior com os assuntos ali expostos, somente com o *Classroom*, seria difícil compreender as aulas que ali estão.”. O fato da aula ser somente um complemento do curso real – como está descrito na primeira lousa do curso – pode diminuir um pouco a relevância das notas com este tipo de avaliação, já que fica claro que o aluno assumiu que o curso deveria ter a mesma profundidade da aula presencial.

No entanto, se esta avaliação for observada por um outro ponto de vista, pode indicar que o aluno realmente necessite de um curso completo *on-line* para colaborar com o seu aprendizado – e não de um que apenas complemente o conteúdo dado em sala.

4.2.4. Absorção do conteúdo

A média de avaliação para este quesito ficou entre “A” e “B”, com exceção dos alunos que, como indicado no quesito anterior, esperavam um curso completo e não aulas complementares. Apesar da nota ser mais alta, os alunos quase não forneceram observações além de “o conteúdo foi de fácil absorção” e outras semelhantes.

4.2.5. Importância dos elementos multimídia

Este quesito obteve a maior média, ficando muito próxima de “A”. De modo geral, as observações revelaram a importância dos elementos multimídia nas aulas e como se tornou mais fácil a absorção do conteúdo nas páginas em que esses elementos estavam presentes.

Alguns alunos citaram como ponto negativo o fato de que elementos multimídia não funcionaram em certas configurações de sistema operacional e navegador *web*. Esta observação reflete um dos maiores desafios do desenvolvimento de aplicativos para a *World Wide Web*, já que é praticamente impossível prever qual, das inúmeras configurações – e combinações – de navegadores e sistemas operacionais, o usuário utilizará para visitar uma página. Cada empresa criadora de *softwares* de navegação para a *web* inclui elementos que somente podem ser executados com eficiência em seus navegadores, dificultando – ou quase

impossibilitando – a criação de páginas que sejam uniformes em qualquer plataforma computacional.

4.2.6. Os testes das inteligências

De modo geral, os testes que visavam avaliar como o aluno avaliador aprende apontaram que:

- A maioria, como era de se esperar, efetua anotações durante as aulas, o que torna claro que a observação de um dos alunos sobre o quesito de adaptação ao uso do sistema é um fator bastante relevante;
- Alguns dos alunos disseram ter facilidade em gravar músicas e lembrar de melodias, no entanto, em sua maioria, possuem dificuldade em lembrar números de telefone sem anotá-los, o que pode indicar que a inclusão de sons que não criem uma melodia ou que não se relacionem diretamente com alguma outra informação pode ser ineficiente;
- Ao contrário do esperando, os alunos apontaram que não possuem facilidade em entender relações lógicas e de causa-efeito. Este problema deriva-se da baixa eficiência dos sistemas de ensino fundamental atuais que não provêm recursos e ferramentas eficazes aos alunos para que estes desenvolvam seus intelectos de modo a facilitar o aprendizado futuro;
- Em sua totalidade, os alunos apontaram que possuem facilidade em enxergar relações geométricas, espaciais e visuais, o que pode justificar as notas mais altas atribuídas ao quesito de contribuição dos elementos multimídia. Também deve-se levar em consideração o fato de que as novas gerações são expostas a aparelhos eletrônicos e microcomputadores cada vez mais cedo, aumentando sua familiaridade com o uso de recursos multimídia.

4.3. A avaliação pelos professores

Os professores que concordaram em participar da avaliação do projeto tiveram sob sua disposição uma instalação limpa do sistema *Classroom* e operaram utilizando apenas as instruções disponíveis nas páginas do gerenciador de aulas virtuais e no editor de lousas. Esta

restrição de instruções iniciais foi intencionalmente proposta para que a facilidade de uso do sistema pudesse ser avaliada sem que houvesse conhecimento prévio, permitindo que a avaliação pudesse ser mais direta e imparcial.

Após o uso do sistema *Classroom*, os professores relataram como pontos positivos:

- A praticidade do uso de texto puro para a composição das aulas virtuais, incluindo os elementos visuais e multimídia – tabelas-verdade e diagramas de estado lógico;
- A simplicidade do sistema na gerência dos cursos sem a necessidade de instalar *softwares* adicionais, como gerenciadores de bases de dados;
- A capacidade de formatar o texto utilizando a sintaxe não-obstrusiva utilizada no mini-processador.

Como pontos negativos, os professores relataram:

- Falta de rotinas embutidas para o *upload* de recursos adicionais, como imagens, vídeos e sons – até o momento da avaliação, o *upload* de arquivos adicionais no gerenciador de aulas virtuais depende de programas que utilizam o protocolo FTP (*File Transfer Protocol*) de comunicação;
- A necessidade de controle de acesso ao sistema por meio de autenticação com senha criptografada.

5. Conclusão

Criar ferramentas para auxiliar no ensino de matérias específicas apresenta desafios tanto práticos quanto teóricos. Em primeiro lugar, deve-se ater a alguma teoria pedagógica para fundamentar e orientar o desenvolvimento do projeto. Em seguida, as ferramentas que serão criadas devem ser projetadas para alcançar a maior quantidade de alunos possível e possibilitar facilidade de uso tanto para os professores quanto para os estudantes. Por último, tanto o conteúdo exposto, quanto o modo de uso das ferramentas pelo aluno deve exercitar a maior quantidade possível de áreas de atuação do cérebro.

O ambiente virtual de apoio ao ensino *Classroom*, descrito nesta dissertação visa alcançar tais objetivos por meio de seus componentes: um gerenciador de aulas virtuais com um editor de lousas virtuais para facilitar a composição de aulas complementares pelo professor e o diagrama de estados lógicos e o mini-processador de lousas virtuais que expõe o conteúdo das aulas virtuais aos alunos, permitindo inclusive interação.

A Teoria das Inteligências Múltiplas serviu de guia teórico na construção do ambiente e do curso virtual de Sistemas Digitais, apontando que a mente humana possui várias áreas de atuação e que deve-se objetivar atingir o maior número delas possível. No ambiente *Classroom*, quatro inteligências foram visadas e atingidas direta e indiretamente: a lógica-matemática por meio do conteúdo e dos exercícios propostos, a musical por meio dos sons associados aos níveis lógicos no diagrama de estados lógicos e da fala nos vídeos, a linguística por meio dos textos explicativos e a espacial-visual por meio das figuras, dos esquemas, dos vídeos e dos diagramas.

Tecnicamente, a construção do sistema seguiu o raciocínio de que as aulas criadas deveriam ser facilmente acessíveis e que deveriam depender minimamente de componentes externos. Com este raciocínio o projeto conseguiu criar lousas virtuais em linguagem HTML simples que pode ser visualizado em praticamente qualquer navegador, inclusive em dispositivos móveis. A exceção foi a do *applet* que desenha o diagrama de estados lógicos. Neste caso, uma máquina virtual Java deve estar instalada para que o aluno possa utilizar o diagrama. Como atualmente os sistemas operacionais mais adotados – Microsoft Windows, Apple MacOS X e Linux – instalam automaticamente tais máquinas virtuais, a probabilidade de algum aluno não conseguir visualizar as lousas virtuais é baixa, apesar de ocorrer, como foi relatado nos resultados dos testes dos alunos comentados no capítulo anterior.

Outro desafio no desenvolvimento do projeto foi a criação de conteúdo didático de exemplo, que utilizasse quase que exclusivamente os recursos do ambiente *Classroom*. Tal conteúdo contemplou um curso de Sistemas Digitais, com aulas curtas e simples, como se o professor estivesse somente complementando o conteúdo dado em sala de aula com algumas explicações e exercícios adicionais. Este conteúdo recebeu boa qualificação pelos alunos que compreenderam que o objetivo principal era somente complementar um curso presencial. Para aqueles que se equivocaram na compreensão dessa limitação, as notas foram menores e as explicações deixaram claro o mal entendido.

O uso do sistema, tanto pelos professores, quanto pelos alunos recebeu nota mediana, indicando que há melhorias a serem feitas. A disposição do conteúdo em lousas virtuais e o uso de texto simples para a escrita dessas lousas agilizou o processo de criação do curso complementar o que indica que este tipo de abordagem pode resultar em ferramentas mais práticas, como relatado pelos professores avaliadores.

A navegação simples facilitou o estudo do conteúdo na ordem disposta. Apesar de algumas críticas quanto à simplicidade da interfaces – cujas propostas de melhorias serão comentadas na subseção seguinte – o uso do sistema visa obrigar o aluno a passar por todas as lousas, na ordem em que foram dispostas, como explicado na primeira aula virtual do curso de demonstração. Adicionar opções de navegação mais abertas talvez contribuísse para a flexibilidade do ambiente, porém, enfraqueceria a obrigatoriedade da ordem de visualização das lousas.

5.1. Propostas de trabalhos futuros

Com os resultados obtidos, tanto dos alunos, quanto dos professores, é possível identificar alguns pontos que podem servir de expansão e melhoria do sistema:

- Criar um sistema central de navegação que possa ligar automaticamente os cursos e as aulas virtuais, facilitando a navegação entre aulas (e não entre lousas) para o aluno;
- Melhorar os recursos do gerenciador de cursos virtuais, para facilitar a inclusão de recursos multimídia e possibilitar a autenticação para o acesso ao ambiente;
- Adicionar algum tipo de componente de interação entre o professor e o aluno, como salas de bate-papo, fóruns e a possibilidade de uma espécie de questionário e respostas comuns;
- Criar outros *applets* Java que possibilitem o uso do ambiente para criar cursos complementares para outras disciplinas, visando sempre atingir o máximo de inteligências possível;
- Projetar um modo de avaliar os alunos para que o professor possa utilizar os recursos *on-line* do curso complementar para integrá-lo com o curso presencial e, assim, criar cursos mais completos e abrangentes.

6. Bibliografia

ADOBE. **Adobe Flash CS4 Professional**. Disponível em: <<http://www.adobe.com/products/flash/>>. Acessado em 02 abr 2009.

AHO, A. V.; LAM, M. S.; SETHI, R.; ULLMAN, J. D. **Compiladores – Princípios, técnicas e ferramentas**. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2008.

APPLE. **Apple Inc**. Disponível em: <<http://www.apple.com/>>. Acessado em 18 mar 2009.

BITPIPE.COM. **JavaScript Definition**. Disponível em: <<http://www.bitpipe.com/tlist/JavaScript.html>>. Acessado em 02 abr 2009.

CHOMSKY.INFO. **The Noam Chomsky Website**. Disponível em: <<http://www.chomsky.info/>>. Acessado em 31 mai 2009.

ENTREPRENEUR. **Term definition: Podcast**. Disponível em: <<http://www.entrepreneur.com/encyclopedia/term/159122.html>>. Acessado em 02 abr 2009.

ERCEGOVAC, Miloš D.; LANG, Tomás; MORENO, Jaime H. **Introdução aos Sistemas Digitais**. ed. Bookman, 2000.

FRIEDL, Jeffrey E. F. **Mastering Regular Expressions**. ed. O'Reilly, 2006.

GADNER, Howard. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas**. ed. Artmed, 2002.

IEC. **International Eletrotechincal Comission**. Disponível em: <<http://www.iec.ch/>>. Acessado em 22 jun 2009.

IEEE. **Institute of Electrical and Electronics Engineers**. Disponível em: <<http://www.ieee.org/>>. Acessado em 29 out 2008.

JEAN PIAGET ARCHIVES. **The Jean Piaget Archives**. Disponível em: <<http://archivespiaget.ch/en/index.html>>. Acessado em 29 out 2008.

KUMAR, R. **Scientific content creation for web-based education**. Proceedings of the sixth conference on IASTED International Conference Web-Based Education - Volume 2. França: ACTA Press, 2007.

MOODLE. **Moodle.org: open-source community-based tools for learning**. Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acessado em 31 ago 2009.

NATIONMASTER.COM. **NationMaster - Encyclopedia: Lightweight markup language**. Disponível em: <<http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Lightweight-markup-language>>. Acessado em 02 abr 2009.

PULASKI, Mary Ann Spencer. **Compreendendo Piaget**. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1986.

SMITH, Mark K. **Howard Gardner, multiple intelligences and education**. Infed.org. Disponível em: <<http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>>. Acessado em: 11 dez 2007.

SUN MICROSYSTEMS. **Java.com**. Disponível em: <<http://www.java.com/>>. Acessado em 02 abr 2009.

TANAKA, M. **Teaching Support System on the Web and Multicriteria Evaluation**. 23rd IFIP TC 7 Conference on System Modelling and Optimization. Poland: 2007.

THE PHP GROUP. **PHP Hypertext Processor**. Disponível em: <<http://www.php.net/>>. Acessado em 02 abr 2009.

WBED, 6., 2007, Chamonix, França. **Proceedings of the sixth conference on IASTED International Conference Web-Based Education**. França: ACTA Press, 2007.

7. Anexo 1 – Formulário de avaliação

Instrumento de Pesquisa de Opiniões

Instituto de Biociência, Letra e Ciências Exatas
Universidade Estadual Paulista

Metodologia de Ensino para Sistemas Digitais utilizando a Teoria das Inteligências Múltiplas – Sistema Classroom

Alvaro Costa Neto, Prof. Dr. Norian Marranghello, Prof. Dr. Aledir Silveira Pereira

Ao responder às questões abaixo, utilize notas A, B, C, D ou E. Assim que fornecer uma nota para um determinado quesito, por favor, indique quais impressões, argumentos e opiniões lhe foram relevantes ao avaliar o sistema Classroom.

- 1) Interface com o usuário. Nota: _____. O que você achou do modo de organização e navegação do sistema Classroom?

- 2) Facilidade de adaptação. Nota: _____. Para você, houve problemas em se adaptar para estudar utilizando o sistema on-line?

- 3) Qualidade do conteúdo didático. Nota: _____. Como você descreveria a qualidade do conteúdo didático, ou seja, das aulas do curso de Sistemas Digitais presente no sistema Classroom?

4) Absorção do conteúdo didático. Nota:____. Para você, o conteúdo didático do curso de Sistemas Digitais foi bem absorvido?

5) Colaboração dos elementos multimídia. Notas:____. Os elementos multimídia, como vídeos, sons e diagramas interativos facilitaram o seu entendimento do conteúdo didático?

As perguntas abaixo servirão para tentar identificar quais inteligências são mais utilizadas por você ao estudar. O resultado desta pesquisa é de extrema importância para o projeto em desenvolvimento.

1) Como você classificaria a sua facilidade em aprender única e exclusivamente assistindo às aulas presenciais?

- ☐ Boa
- ☐ Mediana
- ☐ Fraca

2) Se lhe disserem dois números de telefones totalmente diferentes (por exemplo, o de um telefone celular e um residencial), qual a probabilidade de você lembrá-los mais tarde, sem fazer anotações?

- ☐ Alta
- ☐ Média
- ☐ Baixa

3) Ao olhar desenhos geométricos em objetos cotidianos, como toalhas, camisas e imagens diversas, você consegue identificar relações geométricas, como ângulo retos, triângulo retângulos etc?

- ☐ Sim
- ☐ Não

4) Como você julgaria o seu nível de facilidade em aprender relações lógicas e de causa e consequência?

- ☐ Bom
- ☐ Médio
- ☐ Fraco

5) Ao escutar músicas enquanto efetua outras atividades, você tem facilidade em gravar as letras e as melodias? Você é capaz de reconhecer tais músicas pela sua “introdução” ou pelo “solo”, ou seja, por alguma parte exclusivamente instrumental?

- ☐ Tenho facilidade de reconhecer e gravar qualquer tipo de música
- ☐ Possuo dificuldade em gravar letras e melodias
- ☐ Possuo dificuldade em reconhecer as músicas que ouço somente pela sua melodia
- ☐ Tenho dificuldade em fazer ambas as coisas

6) Enquanto assiste às aulas presenciais, você faz algum tipo de anotação escrita?

- ☐ Sim, em todas as aulas ou na grande maioria delas
- ☐ Geralmente não
- ☐ Somente nas matérias que julgo mais complicadas

Autorizo a reprodução xerográfica para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, ____/____/____

Assinatura