

O PROCESSO MENTAL DE INFERÊNCIA DE SURDOS TRATADO POR SISTEMA NEUROFUZZY, EM UM AMBIENTE DE ENSINO E APRENDIZAGEM¹

DEAF PEOPLE'S MENTAL PROCESS OF INFERENCE DEALT BY NEUROFUZZY SYSTEM AT A LEARNING AND TEACHING ENVIRONMENT

Rubens dos Santos Guimarães², Válder Strafacci Júnior³ e Paulo Marcelo Tasinaffo⁴

RESUMO

A transmissão e fixação de conhecimento sustentam-se na faculdade cognitiva sobre os conceitos a ele atrelados. A repetibilidade de suas aplicações constrói uma base sólida para a Educação, segundo padrões culturais e comportamentais estabelecidos pela Sociedade. Essa faculdade cognitiva para depreender sobre aquilo que se observa e percebe, encarada como intrínseca dos Seres Humanos, independe de sua capacidade física. Este artigo apresenta um Modelo conceitual de Arquitetura Mental Digitalizada - AMD, que possibilita reproduzir as inferências sobre estímulos sensoriais de surdos, focada na implementação de um sistema web que tem por finalidade melhorar o processo de ensino e aprendizado de alunos com deficiência auditiva. A Arquitetura Mental Digitalizada - AMD, foi construída com base num sistema NeuroFuzzy, o qual integra segmentos de Inteligência Artificial: Redes Neurais Artificiais - RNA a conceitos de Lógica Nebulosa - LN e pretende, dessa forma, corrigir incertezas e imprecisões decorrentes da interpretação dos conjuntos de informações que são tratados pela AMD. Nesta proposta, avaliam-se os aspectos contextuais vivenciados por aprendizes, durante as interações entre os elementos constituintes de uma sessão de estudos, com base em experimentos num colégio estadual com um professor e dois alunos surdos matriculados no ensino médio regular. A melhoria da produtividade desses alunos permite inferir sobre o potencial de um ambiente computacional de comunicação para ampliar as possibilidades de inclusão social.

Palavras-chave: ambiente virtual de aprendizagem, interação humano-computador, tecnologias educacionais.

ABSTRACT

The transmission and retention of knowledge rests on the cognitive faculty of the concepts linked to it. The repeatability of your applications builds a solid foundation for Education, according to cultural and behavioral standards set by the Society. This cognitive ability to infer on what we observe and perceive, regarded as intrinsic human beings, independent of their physical capacity. This article presents a conceptual model Mental Architecture Scanned - MAS, enabling reproduce inferences about sensory stimuli deaf, focused on the implementation of a web system that aims to improve the teaching and learning of students with hearing disability. The Mental Architecture Scanned - MAS was built based on a NeuroFuzzy System which integrates fields of Artificial Intelligence - AI, i.e.: Artificial Neural Networks - ANN to the concepts of Fuzzy Logic – LN aimed to correct uncertainties and imprecisions from the interpretation of the Sets of Information that are treated by the MAS. In this proposal, we evaluate the contextual aspects experienced by learners during the

¹ Trabalho resultante da Dissertação de Doutorado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

² Aluno do Programa de Pós-graduação em Ciências. E-mail: rubens.guimaraes@uol.com.br

³ Coordenador - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. E-mail: vstrafacci@gmail.com

⁴ Orientador - Instituto Tecnológico de Aeronáutica. E-mail: tasinafo@ita.br

interactions between the constituent elements of a study session, based on experiments on a state school with a teacher and two deaf students enrolled in regular high school. Improved productivity allows these students to infer the potential of a computer communications environment to expand the possibilities of social inclusion.

Keywords: *human-computer interaction, virtual learning environment, technologies for accessibility.*

INTRODUÇÃO

Desde a Grécia antiga, Aristóteles (384-322 a.C.) nos “Primeiros Analíticos”, afirma claramente que tudo aquilo que fundamenta um silogismo é algum tipo de identidade.

Até os silogismos que resultam de termos contrários ou não aplicáveis ao mesmo sujeito são redutíveis a uma figura silogística em que há uma identidade mínima (ALLAN, 1983).

A partir dessa sustentação filosófica, pode-se inferir sobre a existência dessa faculdade cognitiva intrínseca dos Seres Humanos, para criar tais relacionamentos e mapear seus respectivos universos, finitos, atrelados ao tangenciamento ou intersecção com o Mundo que o cerca. O processo que apropria a linguagem, por exemplo, é essencial no desenvolvimento humano, quando permite a apropriação de sistemas de referência do Mundo, considerando que cognição e linguagem são processos que se sobrepõem na constituição do sujeito (VYGOTSKY, 2010).

Do ponto de vista das Pessoas com Desabilidade, perceber esses tangenciamentos ou intersecções assume maior ou menor grau de dificuldade em função da Natureza e gravidade das perdas sensoriais: motora, visual, auditiva, tátil e gustativa. É notável o déficit de comunicação nesses casos, na interação, normalmente um dos sujeitos envolvidos apresentará falhas na construção e compreensão de sentidos e significados na forma da linguagem expressada. A Comunicação Alternativa (CA) pode tornar-se uma possibilidade que propicie subsídios de suplemento, complemento ou de construção num processo de comunicação (PASSERINO; BEZ, 2013).

No caso da surdez, diversos autores (FERNANDES, 1998; BUENO, 1993; SALLES, 2007) constataam a existência deste déficit de comunicação e sugerem uma CA para apoiar a possível interação dos sujeitos com a desabilidade.

A função primordial da perspectiva de Tecnologias da Informação e Comunicação desta pesquisa reside em desenvolver um Modelo Computacional do universo dessas pessoas, recebendo como respostas de que forma elas interpretariam e aplicariam os conceitos em seus cotidianos, segundo a suficiência e aplicabilidade dos mesmos no relacionamento com o tangível dos fenômenos que a cercam, a partir de uma visão sócio histórica cujo foco não está somente no sujeito, mas na relação deste com o contexto cultural, definido como um movimento social formado a partir de uma minoria linguística oposta à ideologia dominante, no qual as pessoas estão imersas, constituídas e submetidas às condições de tais conceitos (BEZ; PASSERINO; VICARI, 2012).

Redes neurais artificiais, baseadas em sistemas biológicos, constituem-se em modelos computacionais de processamento de informação os quais constituem em um grande número de unidades computacionais simples, chamadas neurônios. Cada neurônio processa os sinais de entrada da rede, os quais são controlados por pesos sinápticos que se adaptam durante o treinamento por um algoritmo de aprendizado (TSOUKALAS; UHRIG, 1997). A possibilidade de uma maior aproximação entre os sistemas artificiais e os sistemas biológicos constitui uma das principais motivações para o desenvolvimento de sistemas NeuroFuzzy (FIGUEIREDO, 1997). Esses sistemas processam o conhecimento de forma clara e aproveitam a capacidade de aprendizado das redes neurais.

Neste estudo se teve por objetivo investigar a melhoria do processo ensino e aprendizado de Pessoas com Desabilidade, por meio da construção de um Modelo de Arquitetura Mental Digitalizada - AMD, que tem como base para seu desenvolvimento um sistema NeuroFuzzy, sustentado no estudo do comportamento humano diante das incertezas e ambiguidades das condições de contorno que revestem esse tipo de aprendiz.

MATERIAL E MÉTODOS

DISPONIBILIDADE DE CONHECIMENTOS/TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Com o crescimento das disponibilidades tecnológicas que lidam com o mundo virtual sustentadas por hardware e software cada vez mais sofisticados, ampliaram-se os horizontes para a inclusão socioeconômica e cultural das Pessoas com Desabilidade, com abrangência suficiente para atender as determinações da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Desabilidade, que define que as mesmas têm o direito a desenvolver suas capacidades e habilidades ao máximo (ONU, 2006).

Destaca-se também, o documento que instituiu a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva do MEC (BRASIL, 2008), o qual defende que a matrícula preferencial dos alunos com desabilidade, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação deve ser feita exclusivamente em classe comum das escolas regulares em detrimento de serviços segregados, sendo esta definida como: Ação política, cultural, social e pedagógica desencadeada em defesa de todos os alunos estarem juntos, aprendendo e participando sem nenhum tipo de discriminação. A educação inclusiva constitui um paradigma educacional fundamentado na concepção dos direitos humanos, que conjuga igualdade e diferença como valores indissociáveis, e que avança em relação à ideia de equidade formal ao contextualizar as circunstâncias históricas da produção da exclusão dentro e fora da escola (BRASIL, 2008, p. 10).

Isso denota insofismavelmente, que a sociedade evoluiu e a percepção de utilidade de Seres Humanos, distancia-se do cerceamento evolutivo das pessoas preconizado desde a antiguidade.

Muito embora, os educadores busquem a melhoria do processo ensino e aprendizado por

meio de recursos pedagógicos, em muito deixam a desejar quando uma Pessoa com Desabilidade se relaciona com tais recursos.

Tal distanciamento pode ser atribuído ao desconhecimento sobre como se comporta uma Pessoa com Desabilidade e do que ela realmente necessita conhecer e depreender diante de seus desafios e capacidades de percepção, visto que o elo entre o factível e o desconhecido ainda não fora apropriadamente pesquisado e implementado. Segundo Clancey (1995), não se pode reproduzir os padrões de comportamento humano sem reproduzir o mecanismo que produz o comportamento humano.

INVESTIGAÇÃO

Conforme sustentado por Clancey (1995), tal AMD deve ser capaz de representar o comportamento humano, principalmente quando se tratar da transmissão de conhecimentos, a qual imporá mudanças no comportamento de um aprendiz principalmente quando este apresentar alguma Desabilidade psicoemocional ou motora, ainda que temporária.

Todo ser humano, numa condição de permanente aprendiz, é suscetível de apresentar determinadas desabilidades ou dificuldades temporárias ou permanentes, não significando desta maneira, restrições para um melhor ou pior desempenho de uma atividade socioeconômica ou cultural.

De acordo com a teoria de aprendizagem de Piaget (PIAGET et al., 1985), o desenvolvimento cognitivo de aprendizes encontra-se associado a quatro fatores: maturação biológica; experiência com o ambiente físico; experiência com o ambiente social; e equilíbrio. O equilíbrio é uma tentativa de trazer um estado de estabilidade entre os três primeiros fatores e a realidade associada com o ambiente externo. Durante cada fase do desenvolvimento, as pessoas se conduzem por meio de determinadas lógicas peculiares, estruturas mentais que lhes facultam adequadamente, fazer sentido do mundo. Isto ocorre mais fortemente ainda, em Pessoas com Desabilidade, devido as suas restrições sensoriais e cognitivas.

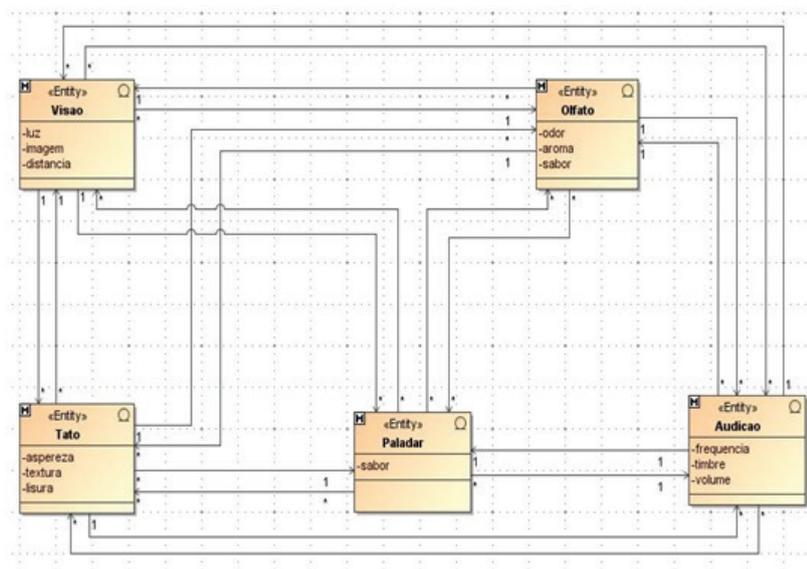
Neste contexto de possibilidades, estes sintomas sinalizam um processo de aprendizagem para o aprendiz. Quando é desafiado a questionar, quando se perturba e necessita pensar para expressar suas dúvidas, passando a desenvolver a competência para formular e questionar problemas (SCHLEMMER, 2005).

Os processos relacionados aos cinco sentidos do Ser Humano, diretamente ligados a aprendizagem, são interpretados por áreas específicas situadas no córtex cerebral. De acordo com McCrone (2002), o cérebro contém áreas especializadas em diversas atividades, como planejar movimentos, fazer julgamentos ou mapear o cenário visual.

A forma proposta neste trabalho, para desempenhar esta função “especular” foi a de construir um Modelo de Arquitetura Mental Digitalizada, baseado numa estruturação concatenada da modelagem dos cinco sentidos associados a cada um de seus atributos, suas respectivas transitoriedades e relacionamentos (STRAFACCI, 2006).

A figura 1 apresentada a seguir, representa o Diagrama de Classes (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006) de uma AMD.

Figura 1 - Diagrama de Classes de uma AMD.



O Modelo concebeu um sistema computadorizado que aplicado a um contexto pedagógico, teve como parâmetros de entrada as fases de um curso, a natureza da informação e seus respectivos valores de estado inicial calculados em função do valor de uma constante “k”, pela Rede Neural específica. À medida que o curso avançou, calcularam-se os valores de estado em decorrência dos seus eventos.

A partir de um banco de dados de treinamento, montou-se as matrizes de relacionamento, de onde foram calculados os valores da evolução do aprendiz. Esses cálculos provêm da determinante da matriz de relacionamento e da divisão dos produtórios da diagonal principal e da secundária.

A planilha de resultados indicou quais as linhas de ação deveriam ser tomadas pelo educador para a melhoria do processo de ensino e aprendizado.

Dessa forma, pode-se estabelecer o nível de suficiência de transmissão de um conhecimento ou conteúdo, bem como a importância da consolidação do aprendizado e sua aplicação no cotidiano.

Este Modelo Computacional originou a Estrutura da AMD, que aplicado à educação, propiciou obter-se o máximo de cada um dos cinco sentidos em função de seus respectivos mínimos de habilidade, para fornecer uma resposta mais apropriada para o relacionamento “Máquina-Homem” no sentido de apoiar o processo ensino e aprendizado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA A SUSTENTAÇÃO DA AMD

As abordagens adotadas nesta Pesquisa para visualizar essa perspectiva, quando associadas

ao desenvolvimento de um Modelo Pedagógico, propiciaram uma melhor interpretação das necessidades e suficiências de um Programa de Ensino destinado a Pessoas com Desabilidade, e ainda a possibilidade de uma análise instantânea das ocorrências ao longo de sua aplicação, previstas ou não numa programação inicial, as quais podem melhorar ou piorar o desempenho global esperado.

Segundo Xavier (2000), para considerar os conhecimentos dos alunos é necessário propor situações em que possam mostrar os seus conhecimentos, suas hipóteses durante as atividades implementadas, para que assim forneçam pistas para a continuidade do trabalho e para o planejamento das ações futuras.

Para esse Trabalho foi adotado a divisão das fases de um Programa de Ensino, segundo a conceituação apresentada a seguir.

As fases de um Programa de Ensino, dividiram-se nas quatro seguintes: Estruturação Pedagógica, Distribuição Temporal, Aplicação e Consolidação.

Inicialmente, concebeu-se um Programa de Ensino, baseado na constatação de uma necessidade e utilidade para uma Pessoa com Desabilidade. Gerou-se então, um conjunto de objetivos e metas da idealização.

Em seguida, a Distribuição Temporal transformou os resultados da Fase de Estruturação Pedagógica em planos, que suportaram o Planejamento Executivo das atividades, relacionadas com os métodos e processos escolhidos. Uma vez planejado, passou-se à Fase de Aplicação da AMD, na qual também se controlaram todas as etapas das atividades.

Na Consolidação, elaborou-se todo o Material e a sua entrega ao Corpo Pedagógico.

O desenvolvimento, ao longo das Fases do Programa de Ensino, gerou um conjunto de Informações, as quais foram tratadas de maneira apropriada, visando solucionar situações conflito, tanto as previsíveis quanto as imprevisíveis.

Esta distribuição de fases, que suportou a elaboração de um programa de ensino foi transferida para o emprego da AMD para um determinado estudante, sendo seu acompanhamento efetuado no dia a dia e representado por uma curva monotônica ascendente, como forma de avaliar seu desempenho num determinado seguimento do conhecimento.

Essa avaliação baseou-se no conceito de que os sentidos são a porta de entrada para o aprendizado no corpo humano, eles auxiliam na captação dos mais diversos conteúdos. Segundo Pocock e Richards (2006), a capacidade de aprendizagem é realizada por células sensoriais, altamente especializadas, espalhadas pelo corpo ou concentradas nos chamados órgãos dos sentidos, formando o que se conhece por sentidos do corpo humano. Os estímulos são capturados por essas células sensoriais e levados até o cérebro por meio de impulsos nervosos. Chegando ao cérebro, o impulso nervoso é interpretado como uma sensação visual, olfativa, auditiva, gustativa ou de toque.

Todo processo de trabalho da AMD desenvolveu-se por meio do tratamento das informações.

As mesmas foram geradas, interna ou externamente, ao processo no qual foram inseridas. Este conjunto de informações foram processados como “entradas” e geraram informações de “saída” transformadas por um processo.

Num processo qualquer de desenvolvimento ou aplicação, a matéria-prima básica tratada são as informações, capazes de indicar e de alterar o comportamento de diversos segmentos do projeto de uma ação qualquer, no caso desta pesquisa, a Pedagógica.

A AMD: ESTRUTURAÇÃO E APLICAÇÃO

A estrutura AMD integra-se ao contexto de sistemas computacionais como fundamento central da ciência cognitiva moderna (CHALMERS, 1993). Foi construída com base em um sistema NeuroFuzzy objetivando corrigir incertezas e imprecisões decorrentes da interpretação dos conjuntos de informações tratadas.

A figura 2, apresenta a principal interface de entrada de dados do Sistema. Trata-se de uma aplicação WEB, onde apresenta-se um formulário principal com argumentos de Lógica suportando todas as regras de inferência da dedução natural.

Figura 2 - Entrada de dados para processamento da AMD.

A interface de entrada de dados para o processamento da AMD é apresentada em uma janela com fundo cinza. No topo, há dois menus suspensos: "Fase do Curso:" com o valor selecionado "Aplicação da AMD" e "Natureza da Informação:" com o valor selecionado "Condições de Contorno". Abaixo, há um campo de texto rotulado "Valor da Informação: (ID)" contendo o número "0".

Em seguida, há uma grade de 4 linhas e 3 colunas de campos de entrada. Cada campo é rotulado com um código de identificação e contém o número "0". Os rótulos são:

- Linhas 1 a 4, Coluna 1: IDIP, IPID, ICIP, IFIP
- Linhas 1 a 4, Coluna 2: IDIC, IPIC, ICID, IFID
- Linhas 1 a 4, Coluna 3: IDIF, IPIF, ICIF, IFIC

Abaixo da grade, há um campo de texto rotulado "Ocorrência:". Na base da interface, há dois botões: "Ok" e "Menu".

O processo de análise de informações, que permite avaliar o desenvolvimento cognitivo de uma pessoa com desabilidade, ocorre a partir da seguinte entrada de dados: Fases do Curso (ou Projeto Pedagógico); Natureza da Informação; e Valores da Informação.

Um Curso pode ser dividido nas seguintes fases: Estruturação Pedagógica, Distribuição Temporal, Aplicação da AMD e Consolidação.

Durante um processo de ensino e aprendizado, pode ocorrer uma série de informações percebidas e assimiladas pelos aprendizes, as quais melhoram ou pioram a qualidade da assimilação de um conhecimento. Tais informações classificam-se segundo suas naturezas, definidas em

função do ponto no qual atinge o aprendiz durante uma sessão de estudo, sendo elas: Condição Psicoemocional, Dúvida de Conteúdo, Condições de Contorno e Capacidade Física, porém, não limitadas a estas.

Essa classificação determina por onde o Processo de Análise iniciar-se-á, baseado na Natureza da Informação percebida e comunicada, que deu origem ao processo de análise.

A visão de ensino construída, por meio da integração das fases de um curso, das informações e suas naturezas, dos fatores de influência direta e recíproca, transferida para o processo proposto neste trabalho, posicionou os recursos computacionais responsáveis pelo tratamento das ambiguidades e incertezas pertinentes às informações e suas respectivas influências, direta e recíproca.

A própria identificação e mensuração de uma Informação, por si só, pode ser considerada dentro de uma ambiguidade, pois depende da percepção particular e momentânea de cada Educador. Nessas oportunidades, a comunicação interfuncional pode minimizar a ambiguidade pelo compartilhamento da responsabilidade na decisão sobre a classificação.

A toda e qualquer Informação atribui-se um Fator de Influência direta sobre as demais, e um Fator de Influência Recíproca que representa a resposta, favorável ou desfavorável, segundo suas pertinências inseridas num contexto global.

Considera-se como Fator de Influência Direta - FI a pressão que a constatação de uma informação exerce sobre as demais, numa relação biunívoca. Tal relação cria a possibilidade de um Fator de Influência Recíproca - FI_r, o qual mensura a resposta da informação influenciada, a àquela que gerou o processo de comunicação da informação introduzida no sistema e serve como instrumento para uma visão sistêmica, dinâmica e adaptativa, da relevância da informação percebida e comunicada para a avaliação do conjunto aprendiz X máquina.

De acordo com o exemplo de entrada de dados apresentado na figura 2, para quaisquer Fases do Curso informada, ao selecionar uma Natureza para Informação e indicado o Valor da Informação (indicação da percepção do sujeito educador), o sistema solicita automaticamente a introdução dos valores referentes aos Fatores de Influência direta e recíproca.

Os Fatores de Influência apresentam a seguinte nomenclatura:

ICIP - Influência das Informações de Condições de Contorno sobre as Informações Psicoemocionais;
ICID - Influência das Informações de Condições de Contorno sobre as Informações de Dúvidas de Conteúdo;

ICIF - Influência das Informações de Condições de Contorno sobre as Informações de Capacidade Física;

IPID - Influência das Informações Psicoemocionais sobre as Informações de Dúvidas de Conteúdo;

IPIC - Influência das Informações Psicoemocionais sobre as Informações de Condições de Contorno;

IPIF - Influência das Informações Psicoemocionais sobre as Informações de Capacidade Física;

IDIP - Influência das Informações de Dúvidas de Conteúdo sobre as Informações Psicoemocionais;

IDIC - Influência das Informações de Dúvidas de Conteúdo sobre as Informações de Condições de Contorno;

IDIF - Influência das Informações de Dúvidas de Conteúdo sobre as Informações de Capacidade Física;

IFIP - Influência das Informações de Capacidade Física sobre as Informações Psicoemocionais;

IFID - Influência das Informações de Capacidade Física sobre as Informações de Dúvidas de Conteúdo; e

IFIC - Influência das Informações de Capacidade Física sobre as Informações de Condições de Contorno.

Os Fatores de Influência - FI podem então assumir valores, desde altamente negativos, passando por neutro, até altamente positivos, conforme a informação percebida e assimilada pelo usuário.

Essa faixa deverá variar desde o valor de $-1,00$ (um negativo), para o primeiro caso, passando por “zero”, até $+1,00$ (um positivo), no último caso. Esses valores poderão ser informados para o processo com até duas casas decimais.

Definidos os valores dos FI, avalia-se a condição da Informação comunicada que pode ser considerada “muito ruim”, “ruim”, “correta”, “boa”, ou “muito boa”.

A tabela 1 apresenta os valores atribuídos a cada uma das faixas e suas respectivas pertinências. Essas últimas têm a função de definir os intervalos que geram os planos criados pela aplicação para o tratamento das Informações pelo Sistema.

Tabela 1 - Condição, Valor e Pertinência das Informações.

Condição	Faixa de Valor	Pertinência
Muito ruim	0 a 0,245	1,00 a 0,5
Ruim	0,245 a 0,49	0,5 a 0
Correta	0,49- 0,5 e 0,51	0-1,00 e 0
Boa	0,51 a 0,755	0 a 0,5
Muito boa	0,755 a 1,00	0,5 a 1,00

A coleta dos dados, fornecidos ao sistema pelos educadores (Professores, Orientadores Pedagógicos, entre outros) e supervisionados pelos Profissionais de Atendimento Educacional Especializado - AEE, são obtidos por meio dos fatores que caracterizam o perfil da capacidade cognitiva dos aprendizes, tais como: de relacionamento, de vocação, de degradação funcional, dentre outros.

Os resultados gerados pela AMD propiciam subsídios para uma melhor abordagem dos conteúdos apresentados aos aprendizes com desabilidade, sinalizando para ampliação das possibilidades de inclusão dessas pessoas.

Como forma de aplicar o modelo proposto, criou-se uma instância num domínio de conhecimento específico.

Neste artigo apresentam-se experimentos com alunos surdos de uma turma de ensino médio incluídos no contexto educacional que utilizou um sistema baseado no Modelo de AMD com o objetivo de apoiar o processo de ensino e aprendizado.

ESTUDO DE CASO

Apresenta-se um Estudo de Caso sobre “Desenvolvimento Cognitivo para o Ensino de Pessoas com Desabilidade”. Um protótipo da AMD foi experimentado em algumas instâncias, no domínio de conhecimento da Física.

Foram construídas regras de Lógica responsáveis pelo tratamento das ambiguidades e incertezas decorrentes de toda e qualquer informação externa percebida por um aprendiz com Desabilidade, que puderam alterar sua conduta diante do estudo de um determinado conteúdo programático.

Para cada aprendiz inserido no sistema, foi atribuído uma variável representativa de suas condições iniciais, calculada em função de uma série de fatores que caracterizavam seus respectivos perfis de capacidade cognitiva, de relacionamento, de vocação e degradação sensorial.

Esse fator foi monitorado ao longo da transmissão de um conhecimento específico. Conforme a avaliação das naturezas das informações percebidas ao longo de um período e seus respectivos impactos sobre um aprendiz, o Educador pôde estabelecer alterações ou adequações em sua conduta, bem como no seu critério de avaliação.

Para cada aprendiz foi atribuída uma curva de avaliação e controle, distribuída em 4 fases (Estruturação Pedagógica, Distribuição Temporal, Aplicação da AMD e Consolidação), que cumulativamente agregou um Valor de Estado em função de cada uma das fases, até o valor limite final estabelecido logo do início de um determinado período de transmissão de conhecimento, tratado como Valor de Estado Final, o qual representou a potencialidade esperada do aprendiz.

EXPERIMENTOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

Propõem-se avaliações de experimentos realizados, por meio do protótipo da AMD aplicado no Estudo de Caso no domínio de conhecimento da Física.

O experimento foi realizado no Colégio Estadual Barão de Aiuruoca, em Barra Mansa, por um dos Professores de Física da Instituição.

Foram assistidos 2 alunos surdos na realização deste experimento, representando o tamanho de uma amostra, que segundo Mendenhall (1994), é suficiente para obtenção de resultados satisfatórios e significativos.

A aplicação da AMD para os alunos assistidos sinalizou para a utilização de algumas estratégias pedagógicas necessárias para um melhor rendimento do aprendizado.

Adotou-se a utilização de vídeo-aulas como ferramenta de apoio a aprendizagem (GUIMARÃES, 2008), pois verificou-se a necessidade da exploração do potencial visual dos alunos.

Em determinados momentos das aulas, os conteúdos apresentados enfatizaram itens de maior relevância para tais aprendizes, conforme a avaliação de suas capacidades cognitivas, tornando a apresentação mais flexível às diferenças.

Utilizou-se uma avaliação diferenciada para os aprendizes. Aplicou-se um objeto de avaliação (GUIMARÃES, 2011), tornando possível e viável o tratamento das contradições (COSTA, 2007), possibilitando o alcance da potencialidade esperada dos aprendizes.

Em todas as etapas do processo ensino e aprendizado, o Professor interagiu com o Protótipo da AMD informando os valores referentes as fases do curso, natureza da informação e respectivos fatores de influência. Os valores da evolução do aprendiz eram calculados pelo sistema e indicavam quais as linhas de ação deveriam ser tomadas.

Avaliou-se o desenvolvimento dos aprendizes em dois períodos de ensino, apenas no segundo utilizou-se a AMD. Aplicou-se a técnica de testes de hipótese (HOWELL, 2002) para análise dos resultados deste trabalho. As médias atribuídas aos alunos após cada período avaliado são mostradas na tabela 2.

Tabela 2 - Notas referentes a avaliação dos alunos.

Aluno	Médias 1º período	Médias 2º período
Aluno 1 - Turma 1001 (Surda)	72	78
Aluno 2 - Turma 1001(Surda)	78	85

Depreende-se nesta tabela, que os resultados auferidos pelos alunos no 2º período, após a aplicação da AMD, são superiores aos do 1º período, que muito embora de óbvia constatação, deve ser ressaltada. Acredita-se que nenhum outro fator, além do uso da AMD, tenha influenciado na melhor produtividade dos alunos.

O teste de hipótese, método de inferência estatística utilizado para análise dos resultados, consistiu em avaliar a população antes e depois do uso da AMD no sentido de verificar a validade das hipóteses.

De acordo com a técnica, definiu-se como hipótese nula (H_0), que alunos que apresentam algum tipo de deficiência possuem a mesma capacidade de aprendizagem que um aprendiz dito normal.

Como hipótese de igualdade (H_1), definiu-se que o uso da AMD desempenha um papel de eficácia na qualidade da relação ensino e aprendizado de alunos com deficiência.

Com base nas diferenças (d_i) (valores de antes e depois do uso da AMD), calculou-se a média (\bar{d}) e o desvio-padrão (S_d). O método ainda considerou o cálculo da estatística teste (t) e o uso de uma tabela de apoio denominada t de *Student*.

De acordo com o método, a um nível de 10% de significância (α), pôde-se provar, a partir do aumento no valor das notas do 1º para o 2º período a rejeição da hipótese nula, portanto, negando-a.

Por meio dos resultados obtidos, pode-se inferir que a AMD, sustentada numa similaridade psicometabólica momentânea do aprendiz, desempenha papel de eficácia na qualidade da relação ensino e aprendizado. E ainda, que a faculdade cognitiva está intrinsecamente relacionada com uma

necessidade, e que a fixação do aprendizado depende da forma e conduta pelas quais se apresenta o suficiente para a sua compreensão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa investigou, concebeu e implementou um Modelo Conceitual de uma Arquitetura Mental Digitalizada - AMD, com base em um Sistema NeuroFuzzy capaz de potencializar o trabalho com incertezas e imprecisões, para apoiar o processo de ensino e aprendizado de Pessoas com Desabilidade, sustentado em sua cultura e experiência de vida, abrindo uma perspectiva de ensino para tal universo de pessoas.

Para atingir este objetivo, num Estudo de Caso sobre “Desenvolvimento cognitivo para o Ensino e Aprendizado de Pessoas com Desabilidade”, um protótipo aplicado ao domínio de conhecimento da Física foi construído e implementado em experimentos.

Os resultados dos experimentos mostraram que o protótipo atendeu satisfatoriamente as expectativas.

Da percepção sobre o comportamento de Pessoas com Desabilidade, geralmente circunscritas em seus mundos limitados pelas próprias barreiras impostas pela sociedade, foi possível concatenar, decidir e optar pela construção de uma Arquitetura Mental Digitalizada capaz de representar a Interface Máquina-Homem segundo as possibilidades da transitoriedade das relevâncias das informações percebidas pelos cinco sentidos e decidir sobre um nível de suficiência para a apresentação de um conteúdo programático de estudo.

Dessa forma, tornou-se possível transferir para o sistema o máximo que uma pessoa com desabilidade se apropria do mínimo que seus sensores são capazes de perceber e interpretar.

Os autores desta pesquisa acreditam que a inclusão social de Pessoas com Desabilidade, por meio de um protótipo como a Estrutura AMD, devidamente amplificada em suas abordagens, não só pode como deve propiciar, por meio do uso de tecnologias apropriadas, a redução de desigualdades e promover maior bem estar socioeconômico e cultural.

REFERÊNCIAS

ALLAN, D. J. **A Filosofia de Aristóteles**. Tradução: Rui Gonçalo Amado. Lisboa: Presença, 1983.

BEZ, M. R.; PASSERINO, L. M.; VICARI, R. M. **Scalando em Tablets**: comunicação alternativa em foco. Educação e Contemporaneidade: contextos e singularidades. Bahia: EDUFBA, 2012.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **Unified Modeling Language: UML** (Guia do Usuário). Campus: São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: SEESP, 2008.

BUENO, J. G. S. **Educação Especial Brasileira: integração/segregação do aluno diferente**. São Paulo: EDUC, 1993.

CHALMERS, D. J. **A Computational Foundation for the Study of Cognition**. 1993. Disponível em: <<http://bit.ly/118HGrk>>. Acesso em: 24 jul. 2013.

CLANCEY, W. J. A boy scout, Toto, and a bird: How situated cognition is different from situated robotics. Em: Steels, L. e Brooks, R. (ed.) **The “artificial life” route to “artificial intelligence”**: building situated embodied agents. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

COSTA, N. C. A. da; KRAUSE, D.; BUENO, O. Paraconsistent logics and paraconsistency. In: **Philosophy of Logic**. Dale Jacquette (ed.). Amsterdam: Elsevier, p. 791-911, 2007. (Handbook of the Philosophy of Science)

FERNANDES, S. de F. **Surdez e Linguagens: é possível o diálogo entre as diferenças?** 1998. 228f. Dissertação (Mestrado em Linguística de Língua Portuguesa) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

FIGUEIREDO, M. F. **Redes neurais nebulosas aplicadas em problemas de modelagem controle autônomo**. 1997. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1997.

GUIMARÃES, R. S.; CUNHA, A. M. . ACEAS - Um Ambiente Computadorizado de Ensino e Aprendizagem para Surdos. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008.

GUIMARÃES, R. Uma Ferramenta de Lógica na Contradição da Avaliação de Ensino-Aprendizado. WIE 2011, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2011.

HOWELL, D. **Statistical methods for psychology**. 5. ed. Pacific Grove, CA: Duxbury/Thomson Learning, 2002.

McCRONE, J. **Como o cérebro funciona: uma análise da mente e da consciência**. Série mais ciência. Trad. Vera de Paula Assis. São Paulo: Publifolha, 2002.

MENDENHALL, W. et al. **Introduction to Probability and Statistics**. Wadsworth Pub Co. 9th Edition, Belmont, CA. 1994.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Convenção Sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**. Nova Iorque, 2006.

PASSERINO, L. M.; BEZ, M. R. **Building an Alternative Communication System for Literacy of Children with Autism (SCALA) with Context-Centered Design of Usage**. Autism: Book 1. InTech, 2013.

PIAGET, J.; BROWN, T.; THAMPY, K. **Equilibration of Cognitive Structures: The Central Problem of Intellectual Development**. University of Chicago Press, 1985.

POCOCK, G.; RICHARDS, C. D. **Fisiologia Humana: a base da medicina**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006.

SALLES, H. M. M. L. et al. **Ensino de Língua Portuguesa para Surdos: caminhos para a prática pedagógica**. Brasília: MEC, SEESP, 2007.

SCHLEMMER, E. Metodologias para educação a distância no contexto da formação de comunidades virtuais de aprendizagem. In: BARBOSA, Rommel Melgaço. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**, 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

STRAFACCI, V. **Gerência Perceptiva, a Expansão da Produtividade Cerebral**. Estratégia Propaganda, 2006.

TSOUKALAS, L. H.; UHRIG, R. E. **Fuzzy and Neural Approaches in Engineering**. New York: John Wiley & Sons, 1997. 600 p.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

XAVIER, M. L. M.; ZEN, M. I. H. D. **Planejamento em destaque:** análises menos convencionais. Cadernos Educação Básica 5. Porto Alegre: Mediação, 2000.

