

UEA

Universidade do Estado do Amazonas



**ESCOLA NORMAL SUPERIOR
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA**

MARA REGINA KOSSOSKI FELIX REZENDE

**A NEUROCIÊNCIA E O ENSINO-APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS: UM
DIÁLOGO NECESSÁRIO.**

**Manaus – AM
2008**

MARA REGINA KOSSOSKI FELIX REZENDE

**A NEUROCIÊNCIA E O ENSINO-APRENDIZAGEM EM
CIÊNCIAS: UM DIÁLOGO NECESSÁRIO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas - UEA, como parte do requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dra. Ierecê Barbosa Monteiro

**Manaus – AM
2008**

MARA REGINA KOSSOSKI FELIX REZENDE

**A NEUROCIÊNCIA E O ENSINO-APRENDIZAGEM EM
CIÊNCIAS: UM DIÁLOGO NECESSÁRIO.**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas - UEA, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em _____ de _____ de 2008.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Irecê Barbosa Monteiro
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

Prof^a. Dra. Mirian Trindade Garrett
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof.Doutor Thomaz Décio Abdalla Siqueira
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Ficha Catalográfica, elaborada pela Bibliotecária Leila dos Santos de Jesus.

CRB 489 11ª região - AM

R467m
2008

REZENDE, Mara Regina Kossoski Felix.

A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem em Ciências: um diálogo necessário / Mara Regina Kossoski Felix Rezende – Manaus: UEA, 2008.

143 f.; il. 30 cm

Orientadora: Prof^a. Dra. Irecê Barbosa Monteiro.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia) Universidade do Estado do Amazonas, 2008.

I.Ciências - Ensino 2. Aprendizagem 3.Neurociências
4.Formação de Professores I. Título

CDU 372.85: 612.822

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, aos meus familiares
e aos amigos de todas as horas.
Aos professores e aos estudantes nos momentos de trocas, buscas e
aprendizado nesse imenso mundo do saber.

Agradecimentos

Aos meus pais que sempre deram asas à minha criatividade e sensibilidade.

Às minhas filhas, Carolina e Luciana, pelas palavras de meiguice, pela amizade e paciência.

Ao meu marido, Gregório E. Moraes Rezende, pelo carinho, pelo respeito, pela cumplicidade e pelo apoio.

À minha orientadora, Irecê Barbosa Monteiro, pelo apoio seguro, pela confiança, pelo estímulo e, acima de tudo, pelo tanto ensinado.

A Mirian Trindade Garrett, pela inestimável ajuda em sugestões e, especialmente, pela amizade e afeição.

A Thomaz Décio Abdalla pela afeição, pela palavra amiga e por sua competência.

Às pessoas entrevistadas que tanto cooperaram para a realização deste trabalho.

Às amigas Patrícia Farias Fantinel Trevisan e Rosa Oliveira Marins Azevedo, pela retaguarda e cumplicidade.

À Universidade do Estado do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, pelo aprendizado.

A todos que de alguma forma colaboraram, com palavras, sugestões, livros e artigos.

“A mente que se abre
para uma nova idéia, jamais
voltará a seu tamanho
original”.

Albert Einstein (s/d).

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Desenho Metodológico das funções do cérebro.....	31
Quadro 02 - Desenho Metodológico com abordagem no sistema nervoso.....	39
Quadro 03 - Organograma com especificações dos córtices primários, secundários e os associativos.....	42
Quadro 04 - Memória de curta e longa duração.....	65
Quadro 05 - Mapa Cerebral.....	79
Quadro 06 - Etapas de aprendizagem da abordagem de Wallon.....	81
Quadro 07 – Escolas visitadas.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Diferentes áreas cerebrais com a capacidade de ver, ouvir, falar ou pensar.....	37
Figura 02 - Áreas do córtex e neocórtex cerebral.....	41
Figura 03 - Hemisfério direito.....	43
Figura 04 - Hemisfério esquerdo.....	44
Figura 05 - Estruturas básicas do cérebro.....	47
Figura 06 - Áreas funcionais do cérebro.....	48
Figura 07 - Áreas de Broca e de Wernick.....	51
Figura 08 - As funções dos lados direito e esquerdo do cérebro humano.....	53
Figura 09 - Elementos que compõe os neurônios.....	55
Figura 10 - Classificação dos neurônios quanto ao corpo celular.....	56
Figura 11 – Tipos de neurônios.....	57
Figura 12 – Tipos de neurônios.....	57
Figura 13 – Tipos de neurônios.....	57
Figura 14 - Localização do cerebelo no cérebro humano.....	61
Figura 15 – A Hipófise ou Pituitária.....	68

RESUMO

Este estudo tem como foco um diálogo necessário entre a Neurociência e o processo ensino-aprendizagem, mas especificadamente o estudo do cérebro, envolvendo o Ensino de Ciências do oitavo ano do Ensino Fundamental, enquanto possibilidade de diálogos e desenvolvimento de uma prática mais reflexiva capaz de contextualizar os conteúdos cerebrais. Optou-se por uma pesquisa descritiva de cunho exploratório, essencialmente, qualitativa. Para a obtenção dos dados realizaram-se entrevistas, questionários e aplicabilidade de um kit que compõe a caixa neuropedagógica. A amostra constou de quinze professores de escolas particulares e estaduais que submetidos aos recursos oferecidos no kit neuropedagógico, potencializaram a capacidade de ver-aprender-reaprender e a possibilidade da construção do conhecimento a respeito do cérebro com recursos diferenciados. A esses questionamentos, procurou-se refletir sobre a atividade dos professores diante do processo de ensinar a ensinar, aprender a ensinar, segundo a perspectiva da Neurociência, nos conduzindo a novos campos de estudos e do conhecimento pedagógico. Ressaltou-se que esse percurso de pesquisa de teoria e prática determinou ao longo desta dissertação reflexão, amadurecimento de idéias, cumplicidade com a aplicação dos instrumentos que compõe o *kit neuropedagógico* e comprometimento na ação. Dessa forma, conclui-se que é possível a construção de uma prática pedagógica estruturada a partir de diálogos entre a Neurociência e o Ensino de Ciências, já que os assuntos trabalhados levaram à realidade do cotidiano dos estudantes em sala de aula. Para tal, cruzaram-se os pensamentos de Almeida (1997), Valle e Capovilla (2004); Lent (2002); Zimmer (2004), Barbosa (2005, 2007); Olivier (2006); Restak (2006); Relvas (2005); Morin (2005); Steiner (1992,2000), Vygotsky (2001,2003), Ausubel (2003) e Wallon apud Caixeta (2007) que nos conduziram, na evolução de seus estudos, a uma forma mais prazerosa de se compreender o processo cerebral.

Palavras-chave: Aprendizagem. Ensino de Ciências. Neurociência.

Área de concentração: Formação de professores.

ABSTRACT

This study a necessary dialogue between the Neurociência and the process has as focus teach-learning, but especificadamente the study of the brain, involving Ensino de Ciências of the eighth year of Basic Ensino, while possibility of dialogues and development of reflexiva one practical capable to contextualizar the cerebral contents. It was opted to a descriptive research of exploratório matrix, essentially, qualitative. For the attainment of the data interviews, questionnaires and applicability of a kit had been become fulfilled that composes the neuropedagógica box. The sample consisted of fifteen professors of particular and state schools that submitted to the resources offered in the neuropedagógico kit, potencializaram the capacity see-to learn-reaprender and the possibility of the construction of the knowledge regarding the brain with differentiated resources. To these questionings, it was looked to reflect on the activity of the professors ahead of the process to teach to teach, to learn to teach, according to perspective of the Neurociência, in leading the new fields of studies and of the pedagogical knowledge. It was standed out that this passage of research of practical theory and determined throughout this dissertação reflection, matureness of ideas, complicity with the application of the instruments that composes the neuropedagógico kit and comprometimento in the action. Of this form, one concludes that the practical construction of one pedagogical one structuralized from dialogues between the Neurociência is possible and Ensino de Ciências, since the worked subjects had led to the reality of the daily one of the students in classroom For such, had crossed the thoughts of Almeida (1997), Valle and Capovilla (2004); Lent (2002); Zimmer (2004), Barbosa (2005, 2007); Olivier (2006); Restak (2006); Relvas (2005); Morin (2005); Steiner (1992,2000), Vygotsky (2001,2003), Ausubel (2003) and Wallon apud Caixeta (2007) that they had lead in them, in the evolution of its studies, to a more pleasant form of if understanding the cerebral process.

Key-words: Learning. Education of Sciences. Neuroscience.

Area of concentration: Formation of professors.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	X
RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO I - A DIMENSÃO DA NEUROCIÊNCIA: um olhar sobre a extraordinária história do cérebro.....	20
1.1 - Uma breve trajetória do estudo sobre o cérebro.....	20
1.2 - A Era do Novo Cérebro.....	28
1.2.1- A Neurociência no século XXI.....	33
1.3 – A Formação de Conceitos.....	34
1.3.1-O Sistema Nervoso.....	37
1.3.2- O Cérebro.....	39
1.3.3- O Córtex ou neocórtex.....	46
1.3.4- Os Neurônios.....	53
1.3.5- O Cerebelo.....	60
1.3.6- A Plasticidade do Cérebro.....	61
1.3.7- A Memória.....	63
1.3.8- A Hipófise.....	67
CAPÍTULO II – APROXIMAÇÕES TEÓRICAS COM A NEUROCIÊNCIA	69
2.1 – Contribuições de Steiner nos Estudos Cerebrais.....	69
2.2 – A Dialocidade da Neurociência com Edgar Morin.....	71
2.3 - O Pensamento de Vygotsky e sua relação com o Cérebro.....	75
2.4 – O Diálogo de Ausubel com o Ensino de Ciências.....	77
2.5 – A Abordagem de Wallon: um diálogo com a Neurociência e o Ensino de Ciências.....	80
2.6 – O Papel do Professor de Ciências frente à Neurociência.....	81

CAPÍTULO III – PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO DA PESQUISA...	84
3.1 – Enfoque metodológico	84
3.2 – Percurso pelas escolas.....	86
3.3 – Plano de trabalho.....	87
3.3.1- Preparação da documentação.....	89
3.3.2-Desenvolvimento das etapas de observações nas escolas selecionadas.....	89
3.3.3- Estratégias desenvolvidas ao longo do trabalho.....	90
3.4 – Definição das variáveis	91
3.5 – O Desenvolvimento do Trabalho.....	91
CAPÍTULO IV – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	128
REFERÊNCIAS.....	130
ANEXO A – Carta de Encaminhamento, instruções de preenchimento e caracterização da pesquisa.....	138
ANEXO B – Questionário com perguntas fechadas.....	140
ANEXO C – Questionário com perguntas abertas.....	142
ANEXO D – Vocabulário Técnico.....	143

INTRODUÇÃO

Vive-se um momento de muitas mudanças no panorama educacional. Experimentam-se no processo formativo educacional certos conceitos como construtivismo, sóciointeracionismo, psicogênese, ressignificação da educação, legitimação do ensino e epistemologia, porém, em certas situações, as ações pedagógicas fogem desse contexto. Atualmente, a pluralidade de situações com que nos deparamos nas Instituições de Ensino evidencia a importância de ações coerentes com a diversidade de necessidades dos estudantes.

O cenário do ensino brasileiro, na contemporaneidade, mostra outra realidade quando se volta o olhar ao ensino do corpo humano, na oitava série do Ensino Fundamental, em especial, ao cérebro. Os conteúdos são repassados mecanicamente, com pouca profundidade, dentro de visões restritas, estáveis, condicionadas a práticas escolares que se vale de repetições constantes, cansativas e sem criatividade. Portanto, conhecer os diferentes espaços cerebrais e a Neurociência como um “*todo*” é fundamental para compreender o processo de aprender e até mesmo, fazer relações com outros conteúdos e com o cotidiano das pessoas.

Percebeu-se, ao longo da trajetória da pesquisa o quanto os fundamentos da Neurociência são ainda desconhecidos dos professores e distanciados da Educação. Tal percepção direcionou os estudos, abrindo novos caminhos, e aos poucos, passo-a-passo, foi-se construindo um texto capaz de orientar educadores na utilização do conhecimento das Neurociências e apresentar o estudo do cérebro como um dos elementos essenciais para a efetivação desse diálogo no processo de ensino-aprendizagem em Ciências.

Tal preocupação, a construção de um texto esclarecedor, adveio da vontade de ajudar o educador a conhecer de forma mais dinâmica o funcionamento do cérebro e o avanço da Neurociência no século XXI, e a partir daí, fazer as mudanças necessárias, como uma possibilidade de evolução e crescimento. Logo, analisar e compreender a dimensão do cérebro e da Neurociência são elementos fundamentais e norteadores ao processo de ensino-aprendizagem em Ciências, visando contribuir e ressignificar a

formação de professores. Por isso, descobrir respostas a essas questões levou a autora a utilizar leituras, pesquisas e práticas, com o intuito de legitimar o tema que, atualmente, ganhou corpus na educação, visto que, a Ciência, em sua totalidade, cria, envolve, acolhe, sinaliza, formula, reformula e muda a forma de compreender o homem e o seu desenvolvimento.

Pensando nisso, buscaram-se ao longo desse estudo elementos reflexivos, críticos e práticos que salientam o assunto de forma mais prazerosa, como também, a preocupação em reconstruir concepções e procedimentos metodológicos para ressignificar estes elementos a partir de esforços e mudança de percepções nos campos do Ensino de Ciências.

Durante muito tempo, ao longo da história, o entendimento do cérebro tem se tornado um desafio em diferentes momentos da sociedade e ao tipo de tratamento que estamos dando para as nossas práticas em sala de aula. A aprendizagem não é uma simples conquista de conteúdos. Entender como este processo acontece tornou-se um desafio para os educadores. Para que ela se concretize é preciso agregar novas informações¹ à nossa memória e, ao mesmo tempo, interligá-la a práticas diferenciadas em sala de aula para que, posteriormente, dêem as respostas mais adequadas.

Para dar sustentabilidade a esses múltiplos olhares, fez-se necessário pensar numa sociedade que está cada vez mais marcada pela diversidade de informações e culturas, internalizar o diálogo com o cérebro e suas múltiplas funções, interagir com as diversas dimensões, legitimando significados e conhecimentos diversos. Antes de analisar o sentido da aprendizagem cerebral e atribuir-lhe, conseqüentemente, determinadas funções para sua atuação, é importante alertar que, atualmente, nossa curiosidade deverá ir além do que veremos. Desse modo, muitos caminhos se abrem em nossa direção e muitas perguntas poderão ficar sem respostas, visto que muitos enigmas do cérebro e seu funcionamento permanecem, constantemente, estimulando a curiosidade dos Neurocientistas.

¹ Nesse contexto se apresenta através de uma concepção sistêmica, ou seja, como uma totalidade integrada através de diferentes níveis de relações, de natureza dinâmica e estruturas flexíveis.

Diante dessa nova abordagem, a de legitimizar a diversidade de conhecimento que o cérebro pode nos proporcionar surge, na evolução histórica do homem, em numerosos países, uma nova perspectiva na concepção da educação das pessoas, ou seja, um amplo campo de investigações possíveis na área da aprendizagem, considerando o impacto histórico que as descobertas sobre o cérebro acarretam à sociedade.

Entende-se que, adequar o conhecimento cerebral ao Ensino de Ciências implica inserir os estudantes numa cultura que, inicialmente, não lhe pertence e dar condições para que eles se apropriem dela e a relacione com outras dimensões de sua cultura e com a realidade concreta da vida, em suas múltiplas dimensões: o cérebro, a maior delas. Tanto as crianças como os nossos jovens precisam entender que ao aprender Ciências percorrem uma história de transformações científicas e como seres históricos fazem suas próprias histórias. Basta percebê-las e encaixá-las em seu dia-a-a-dia.

Daí, o desafio da Neurociência em explicar o comportamento das pessoas quer no campo cognitivo, da psiquiatria, da psicologia, da medicina e da educação, uma vez que nossa sociedade encontra-se cada vez mais marcada pela heterogeneidade de culturas e saberes.

Percebe-se, deste modo, que a aprendizagem não é uma simples assimilação de conteúdos e apreender o seu processo tornaram-se um desafio para os educadores. Sabe-se, ainda, que o Ensino de Ciências coloca estudantes e professores, já há bastante tempo, diante de inovações e questões cada vez mais diversificadas. Dentre as novas tendências da pesquisa em Ensino de Ciências, encontramos, inicialmente, àquelas voltadas para o entendimento cerebral que se dá através de uma formação contínua reflexiva, dialogada e compartilhada entre discentes e educadores e, um percurso em suas histórias, cruzando culturas, conhecimentos diversos, sentimentos, ações e transformações.

O Ensino de Ciências em sua totalidade traz informações preciosas e revela importantes caminhos para o conhecimento do sistema funcional complexo que é o cérebro. Além disso, provoca práticas dinâmicas, estruturadas a partir de uma ação motora e perceptiva, que dá origem à cognição.

Com o amadurecimento dos questionamentos começou-se a construir o entendimento de que as dimensões humanas precisam desenvolver concepções, visões, descobertas, ações e reflexões, capazes de detectar implicações, interdependências e complexidades, não do ponto de vista cartesiano ou da simplificação, mas de forma dialógica capaz de evidenciar as articulações, as implicações, as interdependências e as complexidades do conhecimento.

Assim, a educação nunca se esgota, mas, busca num novo paradigma caminhos de transformações, de flexibilidade, de resignificação do eu e do outro, de novos rumos e de dimensões humanas, integrando perspectivas nas habilidades lógico-racional-cognitiva.

Nesse sentido, pode-se repensar a educação das novas gerações, legitimando ao educador ações mais significativas, autônomas e eficientes já que, o mesmo, atua nas transformações neurobiológicas que produzem aprendizagem, mas desconhece como o cérebro funciona. Atualmente, no Brasil, a educação ainda não faz uso do conhecimento disponível sobre o funcionamento do sistema nervoso para orientação de sua prática. Por isso, pretende-se orientar educadores na utilização do conhecimento das Neurociências no ensino, visando desenvolvimento de práticas promotoras da aprendizagem, pois, todos os processos biológicos pelos quais os seres humanos se movem, pensam, percebem, aprendem, lembram, etc., são reflexões das funções cerebrais.

Daí, a pluralidade de situações com que nos deparamos nas Instituições de Ensino demonstra a elevada complexidade em um currículo coerente com a diversidade de necessidades dos estudantes. Pensando nessa complexidade, nas questões inovadoras, nos recursos oferecidos e na prática dos professores buscaram-se alguns critérios importantes para assegurar essa diversidade no ambiente escolar. Um desses critérios baseou-se na própria evolução que a globalização oferece ao universo de conhecimentos, já que diariamente, nossos estudantes comparam filmes e reportagens que surgem na televisão e nos jornais com as repetitivas lições de escola (DOWBOR, 2001, p.12).

Isto potencializa o despertar de interesses do estudante em aprender de forma intensa, porém, dentro das inovações que a própria globalização oferece. Partindo destas primícias e de repensar a dinâmica do conhecimento no seu

sentido mais amplo, acreditou-se assim, ter argumentos suficientes para abranger o tema em questão: *como abordar um diálogo entre a neurociência e o ensino-aprendizagem em Ciências?*

Ainda nesta perspectiva, construiu-se o objetivo central dessa dissertação como a busca pela compreensão desse diálogo, visando contribuir para a formação de professores. Além disso, esse diálogo procurou caminhos que forneceram instrumentos, a fim de:

- Aprofundar os estudos relacionados à Neurociência e as funções do cérebro no processo ensino-aprendizagem;
- Construir uma caixa composta por um kit neuropedagógico com instrumentos que facilitem o diálogo do cérebro e o Ensino de Ciências no processo ensino-aprendizagem;
- Aplicar os instrumentos, contidos no kit neuropedagógico, no oitavo ano do ensino fundamental, nas escolas da rede particular, estadual e municipal da cidade de Manaus-AM;
- Analisar os resultados da aplicabilidade dos instrumentos que compõem o kit neuropedagógico;
- Divulgar os resultados da pesquisa e o uso dos jogos para os professores da rede particular, estadual e municipal da cidade de Manaus-AM.

É importante frisar que esse processo de busca de novas informações na educação e da elaboração de instrumentos que tornam o aprendizado mais significativo pode, ao longo desta dissertação, formar novas significações e conexões entre os conteúdos estudados.

Visando atender aos objetivos propostos, esta dissertação apresenta a seguinte estrutura:

O primeiro capítulo proporciona aos leitores, em especial aos educadores, uma visão de como o cérebro aprende e orienta na utilização do conhecimento da Neurociência, aplicado no processo de ensino-aprendizagem

em Ciências, fazendo uma abordagem em cinco dimensões: a *primeira* trata de uma fundamentação para mostrar a dimensão da Neurociência, fazendo um percurso da sua história e do estudo do cérebro; a *segunda* refere-se a uma nova fase do cérebro, ou seja, à nova era cerebral numa perspectiva da neurociência; a *terceira*, dentro da formação de conceitos, associa elementos fundamentais do cérebro e suas conexões com o Ensino de Ciências; a *quarta* abrange algumas aproximações teóricas de Steiner (1992, 2000), Morin (2005), Ausubel (1980, 2003), Wallon apud Relvas (2005) e Vygotsky (2001, 2003) com o pensamento, necessárias ao entendimento e à abrangência da Neurociência; a *quinta* refere-se ao papel do professor de Ciências frente à Neurociência. Em seguida, no segundo capítulo foi explorada a temática. No terceiro capítulo foram registrados os percursos metodológicos empregados para efetivar o estudo, de modo a possibilitar a compreensão dos caminhos da pesquisa. No quarto nos deparamos com a análise dos resultados. A seguir, temos as considerações finais.

CAPÍTULO I

1. A DIMENSÃO DA NEUROCIÊNCIA: UM OLHAR SOBRE A EXTRAORDINÁRIA HISTÓRIA DO CÉREBRO.

Atualmente a *Neurociência* é uma das áreas que mais avançou, em termos de indagação e investigação, nos últimos tempos. Quando pensamos no tema, a primeira impressão que temos é de algo difícil, incompreensível, afinal falar a respeito do cérebro parece coisa do outro mundo ou, assunto específico para médicos. Entretanto, ao buscarem-se elementos que fizesse um diálogo com a Neurociência e o Ensino-aprendizagem em Ciências, percebeu-se que isso é possível e que o ambiente escolar é propício para esse diálogo, afinal, grande parte dos saberes iniciou-se dentro da escola. Percebeu-se, ao longo do caminho, que a Neurociência lida com os mecanismos biológicos, as estruturas cerebrais, as doenças mentais, a cognição, o sistema nervoso, as emoções. Conhecer seus encantos requer desmistificar conceitos e linguagens e adentrar numa direção com desafios no universo do aprender. Conhecer o funcionamento cerebral é conhecer como o conhecimento humano vem a se organizar, e, portanto, torna-se tarefa respeitável ao redimensionamento do ser humano.

1.1 Uma breve trajetória do estudo sobre o cérebro

Numa sociedade cada vez mais marcada pela heterogeneidade de culturas e saberes, pertence à Neurociência o desafio de explicar como as células cerebrais não só direcionam o desempenho, como também são influenciadas pelo comportamento das pessoas e pelo meio ambiente, ou seja, busca novos olhares em contextos diversificados, registrados e assimilados em leituras especializadas. Pensando nessa possibilidade e, na dimensão histórica do conhecimento, levamos em conta não só os aspectos sociais, individuais, políticos, econômicos e coletivos do Ensino em Ciências, mas, o resgate de conceitos, linguagens, teorias e saberes ao longo da história do cérebro, a fim de que estudantes e professores possam

ampliar suas experiências e seus conhecimentos teórico-práticos, situando-se no tempo e espaço e firmando-se como seres sócio-históricos do processo do aprender.

Esse percurso não se iniciou nos dias de hoje, mas,

[...] tem suas bases na antiguidade quando Sócrates em 370 a.C. sugeriu: “conhece-te a ti mesmo, pois dentro de ti reside toda sabedoria”. Dessa forma, lançou seus fundamentos no método introspectivo: olhar-se para dentro de si mesmo. Entretanto, sabemos que nem tudo reside dentro de nós. Há tanta coisa que aprendemos de fora que, precisamos na realidade entender como se processa essa linha divisória entre o mundo interno e o mundo externo, muitas vezes, confuso e complicado. (PRESA, 2007 p. 6).

Nessa linha do tempo, encontramos muitos teóricos que se preocuparam com fatos que advinham da nossa mente. Delinear, nesse momento, correntes filosóficas como as orientais e ocidentais que timidamente tentavam enfraquecer a couraça cartesiano-positivista, seria a possibilidade de renovação da educação. Porém, o tema é extremamente profundo e detalhista, desenvolvido a partir da crescente consciência da multidimensionalidade humana. Nesse trajeto, optou-se por apenas alguns. Para Aristóteles as idéias geradas pela percepção se associam por meio de contraste, semelhança e proximidade, construindo novas idéias. Assim, não existiriam idéias inatas como afirmavam Sócrates e Platão. Do ponto de vista neuroanatômico, idéia e imaginação são produzidas pelos neurônios do lobo frontal do neocórtex do telencéfalo humano. Portanto, pertence à Neurociência o desafio de explicar esses termos e de que maneira as células cerebrais não só controlam o comportamento, como também são influenciadas pelo comportamento de outras pessoas e pelo meio ambientes.

No entanto, torna-se ainda necessário perceber que se vive em um mundo onde o ser humano está envolvido por fatos científicos e que nem sempre se tem conhecimento suficiente ou se encontra preparado para pensar, observar ou compreender cientificamente esses fatos.

Muitos são os caminhos que levam ao complexo mundo do cérebro. Eles penetram pelos labirintos da alma, da física quântica, da química, das

novas tecnologias, da história, da arte, da medicina, da literatura e da biologia. Para melhor direcioná-los, foram escolhidos os rumos da biologia e da psicologia, sem, contudo, deixar de voltar os olhares para a história que permeia qualquer caminho do ser humano.

A partir destas idéias, buscou-se fundamentar o tema nos pressupostos de Zimmer (2004), que nos traz reflexões sobre a história do cérebro tendo como pano de fundo o cenário da primeira guerra civil, da peste, do poder e do grande incêndio de Londres. Essas ponderações nos levam a repensar sobre os múltiplos olhares do universo cerebral, ajudando a derrubar conceitos equivocados e filosofias sobre o homem, sobre Deus e o universo. Além disso, recria os conflitos éticos, religiosos e científicos que permeiam as primeiras autópsias do cérebro executadas por Thomas Willis, revelando o secreto processo das emoções, da memória e da consciência.

O autor referenciado faz reflexões acerca da época em que a cidade de Oxford disseminava no ano de 1662 odores e cheiros de uma vida que se dava entre ruas, travessas, esgotos, cidades, lugares, laboratórios, flores e folhas numa nova sistematização cercada de ignorância, poder e saber. Relata o momento crucial em que o cérebro foi visto pela primeira vez como "abrigo" da mente (ou da alma) e algo que não merecia crédito.

De acordo com o relato de Zimmer (2004), muitos pesquisadores e estudiosos desse século, achavam que a alma estava locada no coração, pois, esse miolo localizado na cabeça do homem não demonstrava capacidade para pensar, sendo incapaz de abrigar o complexo funcionamento da alma. Entre esses diálogos surgiram nomes importantes na história da Ciência e, especialmente, ao se tratar do cérebro o nome de Thomas Willis² e Lower. Esses homens dissecavam crânios com o objetivo de retirar o cérebro para estudo, renunciando uma nova era, um *novo jeito de pensar sobre o pensar e um novo jeito de conceber a alma*.

Nesta ocasião, diversos fundamentos e conceitos surgiram a respeito do cérebro e as funções da alma, porém, Zimmer afirma que:

² Médico inglês com importante papel na história das ciências médicas. Foi co-fundador da Royal Society e um dos pioneiros da pesquisa neuroanatômica, na Universidade de Oxford. Estudou a anatomia do sistema nervoso central e a circulação do sangue (*Cerebri Anatome*, 1664). Descreveu o "círculo de Willis", um complexo vascular na base do cérebro e descreveu sua função. Usou pela primeira vez o termo "ação reflexa".

[...] todas elas caíram por terra quando Willis descrevia para seu público um cérebro que não se limitava aos entroncamentos nervosos e outros detalhes anatômicos, mas, mostrava uma complicada estrutura capaz de criar lembranças, dar origem à imaginação e produzir sonhos. (2004, p.20).

Portanto, Willis apud Zimmer (2004) lançou as bases para a pesquisa moderna do sistema nervoso e cunhou o termo "*neurologia*", prenunciando uma nova era. Willis foi o primeiro neurologista do mundo. [...] Ele criou o que chamou de "neurologia", uma doutrina dos nervos. (2004, p. 209). Graças a ele, o cérebro deixou de ser visto como um "*pote de coalhada*", que servia como uma espécie de refrigerador do sangue, para ser estudado como o centro das emoções, da percepção e da memória. Foi com Willis que teve início a idéia de que podemos explicar fisiologicamente todos os problemas mentais.

Além disso, Willis tentou aproximar a anatomia, fisiologia e química aos achados clínicos de patologia nervosa da época e acreditava que a química era a base da função humana, ao invés da mecânica, como se acreditava na época. Em relação à busca pelos correlatos cerebrais da mente, Willis ampliou os conceitos propostos pelo médico romano Galeno, que o cérebro o órgão responsável pela secreção dos "*espíritos animais*" (que se pensava originar na placa cribiforme, um osso na base do crânio, que fica cima da cavidade nasal). Willis propôs que o plexo coróide era o responsável pela absorção do fluido cérebro espinhal. Posteriormente, em *De Anima Brutorum*, ele propôs que o corpo estriado recebe toda a informação sensorial, enquanto que o corpo caloso seria associado com a imaginação e o córtex cerebral com a memória.

Segundo Zimmer,

Mais do que qualquer outra pessoa, Thomas Willis anunciou a Era Neurocêntrica. Ele fez pelo cérebro e nervos o que William Harvey fizera pelo coração e o sangue: transformou-os em objetos de estudo da ciência moderna. Sua mescla de anatomia, experimentos e observação médica nortearam a pauta da ciência neurológica do século XXI. (2004, p.21).

Fundamentada nestas afirmações percebeu-se que os pensamentos e as doutrinas de Willis citadas por Zimmer (2004) abriram as portas para o pensamento ocidental moderno e, ainda estão embutidas em muitas de nossas crenças sobre os seres humanos.

Ainda com bases na história do cérebro, encontram-se pressupostos relacionados a Aristóteles que, por desconhecer os nervos, imaginava que os olhos e ouvidos estavam ligados aos vasos sanguíneos, responsáveis por levar as percepções ao coração. Tais conexões permitiam ao coração governar todas as sensações, movimentos e ações. O cérebro, por outro lado, modera o calor e a agitação do coração. Anos mais tarde surgiram na cidade de Alexandria, dois médicos anatomistas, Herófilo e Erasistrato, com visões mais aguçadas e perceptivas, descrevendo, pela primeira vez, dezenas de partes do corpo, abrindo caminhos para se conhecer a descrição do sistema nervoso. Assim, perceberam que as fibras do sistema nervoso formavam uma rede específica que brotava do crânio e da espinha.

Foi a partir desta constatação que:

A medicina de Galeno se apoiava na transformação da comida e da respiração em carne e espírito. Nesse sistema, cada órgão dispunha de uma faculdade especial, um poder semelhante ao da alma, que ajudava no desempenho de uma série de purificações. Por exemplo, a função do estômago era a de atrair para o esôfago o alimento que entra pela boca prosseguia para os intestinos e para o fígado, que, por sua vez, a transformava em sangue. Do fígado, o sangue fluía para o coração, passando pelo seu lado esquerdo, sendo quaisquer impurezas atraídas pelos pulmões, enquanto o sangue purificado voltava para as veias, para ser consumido pelos músculos e órgãos. Galeno afirmava que o sangue do lado direito do coração se misturava com o ar dos pulmões, sendo cozido no calor inato do coração, tornando-se vermelho e impregnado de espíritos vitais. (ZIMMER, 2004, p. 29-31).

Galeno acreditava ter encontrado a sustentação do trio de almas de Platão: *a alma vegetativa do fígado*, responsável pelo prazer e pelos desejos, *a alma vital do coração*, produtora das paixões e da coragem e *a racional alma da cabeça*. Em torno de 199 da era cristã, a medicina de Galeno foi absorvida pelas doutrinas do Cristianismo que, por sua vez, acreditavam que a alma, era a própria vida, residindo no sangue e desaparecendo por ocasião da morte.

Muitos filósofos de Roma não aceitavam as idéias de Galeno sobre o cérebro, preferindo as teorias sobre o coração da autoria de Aristóteles. Eles gostavam de chamar a atenção para o fato de que a fala vinha do peito, o que significa que sua origem deveria estar no coração. (ZIMMER, 2004, p.33).

Nessa direção, encontramos Cajal apud Sabbatini (2003), pioneiro em estudos sobre a estrutura fina do sistema nervoso. Além disso,

[...] descobriu os mecanismos controladores da morfologia e os processos conectivos das células nervosas na medula espinhal. Nos dois anos seguintes demonstrou as mudanças básicas dos neurônios durante o funcionamento do sistema nervoso. Foi também o primeiro a isolar as células nervosas cerebrais, as chamadas células de Cajal. (SABBATINI, 2003).

Nesse caminhar, chegou-se aos neurocientistas no começo do século XX, cientes de que muitas das sinapses eram de natureza química. Entretanto, a prova fundamental que faltava para isso veio apenas em 1921, com os experimentos cruciais realizados por Otto Loewi. A descoberta de como o sistema nervoso é organizado e trabalha em nível celular constitui uma dos mais fascinantes e ricos episódios da história da ciência. Ela começou com um novo conceito, o da bioeletricidade, mas ainda sem o conhecimento de como ela era gerada, pois devemos nos lembrar que até 1838 a ciência nem sequer sabia que os organismos vivos eram constituídos de células e qual era a função do sistema nervoso. O progresso científico foi bastante lento no princípio, devido aos obstáculos técnicos.

Portanto, três fases compõem esse progresso científico: A primeira, relacionada à descoberta de neurônios, dendritos e axônios, foi devido à invenção do microscópio acromático moderno, em 1824. A segunda, a descoberta de que os neurônios não se fundem, e que os dendritos e axônios fazem parte dos neurônios, foi devida à descoberta do método de coloração de prata, por Golgi e Cajal, em 1887. A terceira foi conseguida apenas com as técnicas microeletrofisiológicas, equipamentos eletrônicos de amplificação de alto ganho, na década dos 40, e com a microscopia eletrônica, na década dos

50. Com isso, os derradeiros fatos fundamentais sobre a sinapse foram conquistados! (SABATTINI, 2003).

Nas voltas de 1825, Pierre Flourens, deu início às primeiras descobertas relacionadas ao funcionamento cerebral. Anatomistas e fisiologistas desenvolveram novos métodos experimentais para intervir diretamente no cérebro e observar os resultados destas intervenções sobre o comportamento dos animais. Alguns destes métodos se referiam à estimulação elétrica do cérebro de animais e seres humanos e, estudos clínicos “*pós mortis*”, voltados à pacientes com deficiências neurológicas ou mentais, numa tentativa de identificar possíveis alterações do tecido nervoso.

Neste percurso, Paul Broca (1861) um neurologista francês identificou um paciente que era quase totalmente incapaz de falar e tinha uma lesão nos lobos frontais, o que suscitou questionamentos sobre a existência de um centro da linguagem no cérebro. Mais tarde, descobriu casos no qual a linguagem havia se comprometido devido a lesões no lobo frontal do hemisfério esquerdo. A recorrência dos casos levou Broca a propor, em 1864, que a expressão da linguagem é controlada por apenas um hemisfério, quase sempre o esquerdo. Essa área veio a ser conhecida como área de Broca.

Por outro lado, o modelo neurolingüístico de Wernicke considerava que a área de Broca conteria as memórias dos movimentos necessários para expressar os fonemas, compô-los em palavras e estas em frases, ou seja, ela conteria as memórias dos sons que compõem as palavras, possibilitando a compreensão. (LENT, 2002, p. 37).

Num momento em que a ciência busca novos paradigmas, não podemos deixar de perceber que muitos diálogos se abrem nos percursos da história, a respeito do tema em questão. Em vários lugares do mundo, pesquisadores buscavam bases para suas teorias em torno do pensamento e de ideologias que acreditavam ser verdadeiro. É nessa visão que torna o pensamento de Goethe tão atual, já que considerava o crânio como um desenvolvimento das vértebras e os órgãos vegetais como metamorfoses do princípio espiritual expresso pela folha. Comparava o cérebro e suas infinitas ligações com as raízes das plantas. Esses pensamentos foram desprezados pela Ciência e retomados por Steiner em 1925. (REVISTA GALILEU, outubro, 1999).

Na visão de Steiner (1992, p.37), Goethe além de grande pesquisador, realizou análise em campos variados como a ótica, a geologia, a mineralogia, a botânica e a zoologia. Fez descobertas importantes, como a do osso intermaxilar no crânio humano e elaborou uma teoria das cores alternativa à do grande físico inglês Isaac Newton. Buscam na imagem e nos estudos detalhados do cérebro os seguintes aspectos e diz que:

O cérebro representa somente uma massa da medula espinhal aperfeiçoado ao máximo grau. Na medula terminam e começam os nervos que estão a serviço das funções orgânicas, ao passo que no cérebro terminam e começam os nervos que servem às funções superiores, principalmente os nervos dos sentidos. No cérebro surge desenvolvido aquilo que está indicado como possibilidade na medula espinhal. (REVISTA GALILEU, outubro, 1999).

E continua:

O cérebro é uma medula perfeitamente desenvolvida, ao passo que a medula espinhal é um cérebro que ainda não chegou ao pleno desenvolvimento. Ora, as vértebras da coluna contornam como um molde às várias partes da medula, servindo-lhe como órgãos envoltórios. Parece então altamente provável que, se o cérebro é uma medula espinhal elevada ao máximo grau, também os ossos que o envolvem sejam vértebras altamente desenvolvidas. (REVISTA GALILEU, outubro, 1999)

Em outras palavras, as diversas vértebras da coluna seriam manifestações de um princípio espiritual, de uma idéia arquetípica. De vértebra a vértebra, no sentido ascendente, esse mesmo princípio vai-se metamorfoseando, sendo representado por formas ósseas cada vez mais sutis. Até chegar ao crânio, que seria a última metamorfose da idéia vértebra. (MILANESE apud ARANTES, 1999).

Em verdade, essa maneira de ver o mundo apresenta enorme afinidade com o pensamento do filósofo grego Platão (427-347 a.C.) e de seus sucessores neoplatônicos (séculos III a VI d.C.). Mas Goethe não chegou a ela

por meio da especulação filosófica, e sim através de uma observação muito atenta e sem preconceitos da natureza. Mais do que em qualquer outro campo, foi na botânica que sua abordagem alcançou as melhores realizações. Goethe, ao longo de suas pesquisas nos deixou um legado maravilhoso em relação a botânica e aos nervos, quando compara os nervos cerebrais e de todo o corpo humano com as raízes de uma frondosa e bela árvore.

Pode-se observar que os segredos da razão e da emoção sempre estiverem presentes na vida do ser humano. De Copérnico a Galeno, de Aristóteles a Galileu Galilei, de Locke a Descartes, de Boyle a Darwin, e muitos outros se fizeram presentes no mundo do ser humano, para o ser humano e com o ser humano através de suas inquietações e indagações. Todos, de uma forma ou de outra, trilharam um caminho para um novo conceito sobre o cérebro, a alma e a anatomia do mundo. Buscavam explicações e diálogos junto aos gregos, aos romanos, aos físicos, químicos e matemáticos da idade média, reconstruindo conceitos e metodologias sobre os movimentos da terra, do sol, dos músculos, do sangue, do coração, dos nervos, do coração, da alquimia, do uso da papoula e suas alterações mentais a 4000 a. C do cérebro. Enfim, sua história transcorre por nomes consagrados na evolução dos tempos como: Thomas Willis apud Zimmer (2004), Goethe (1993), Santiago Ramon y Cajal apud Sabattini (2003), Camille Golgi apud Sabattini (2003), Hans Berger apud Sabattini (2003), Lord Edgar Adrian apud Sabattini (2003), Sir Charles Sherrington apud Sabattini (2003), Carl Zimmer (2004) dentre outros. Deste modo, pode-se observar que a história da Neurociência é tão antiga quanto à história da humanidade.

1.2 A ERA DO NOVO CÉREBRO

Atualmente, a escola requer uma pedagogia que não vise essencialmente transmitir conteúdos intelectuais, mas, sim, descobrir processos capazes de suprir as dificuldades existentes às áreas ligadas à aprendizagem. Diante de tal realidade, buscou-se no desenvolvimento da neurociência o intuito de incluir estes saberes com um aprender mais abrangente, contínuo e dinâmico, compreensivo e instigante para quem ensina

e para quem aprende. Vive-se um tempo em que a dificuldade de aprender, de se concentrar, de memorizar, de persistir, de querer, está cada vez mais forte dentro das escolas. Assim sendo, identificou-se que a aprendizagem acontece sob dois aspectos: de um lado, os conhecimentos construídos e/ou reconstruídos e, de outro, os mecanismos utilizados para construí-los, visto que, a civilização atual faz parte de uma época totalmente influenciada, em grau sempre maior, pela tecnologia.

Hoje em dia, têm-se informações precisas que a *Neurociência* cresceu, em passo acelerado, a partir do século XX, motivando novas abordagens, novas perguntas, novas direções, novos recursos e, uma aplicação mais verdadeira do conhecimento cerebral. Entretanto, inúmeras incógnitas ainda permeiam em nossa cultura a respeito *do cérebro*. Neste contexto, surge, ainda, a necessidade dos educadores dialogarem dentro de uma visão inovadora, com os temas abordados em sala de aula. Por isso, este estudo traz informações de valor precioso e aponta, por meio de recursos, importantes caminhos para o conhecimento do sistema funcional complexo que é o cérebro.

Atualmente, encontramos um moderno campo da ciência cognitiva, conhecido como a *era do novo cérebro*, voltado para o estudo dos mecanismos cerebrais responsáveis por nossos pensamentos, emoções, decisões e atos. Portanto, a Neurociência é um termo que reúne algumas disciplinas biológicas que estudam o sistema nervoso, especialmente a anatomia e a fisiologia do cérebro humano. Com isso, englobam-se três áreas principais: a *neurofisiologia* (estuda as funções do sistema nervoso), a *neuroanatomia* (estuda a estrutura do sistema nervoso, em nível microscópico e macroscópico) e a *neuropsicologia* (estuda as modificações comportamentais).

Dentro da percepção de Bear,

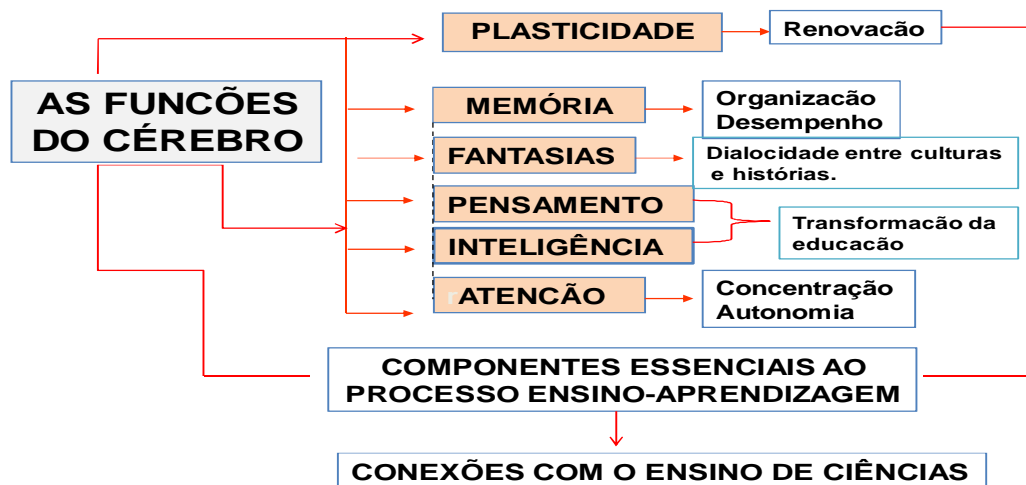
A revolução das Neurociências ocorreu quando os cientistas perceberam que a melhor abordagem para o entendimento da função do encéfalo vinha da interdisciplinaridade, a combinação das abordagens tradicionais para produzir uma nova síntese, uma nova perspectiva. (2006, p. 03).

Portanto, elas atuam procurando o bem-estar e o progresso pessoal do ser humano, já que o cérebro é o maior instrumento da evolução humana. (RELVAS, 2005, p.15).

Dessa forma, para compreender o cérebro, é preciso ampliar nossos conhecimentos e apreciar o tipo de operações que ele realiza e os seus desempenhos, pois, a educação fundamenta-se no desenvolvimento destas capacidades. É preciso, ainda, abandonar o tédio, o vazio e a incerteza e buscar cada vez mais conhecimentos nessa área complexa, intrigante e moderna nos vastos campos da Ciência. A questão interessante que se coloca é acerca de quais os saberes que o Ensino de Ciências adota e que diálogo ele faz em relação à Neurociência. De certo modo, a aprendizagem acontece num processo individual, porque cada cérebro estabelece redes específicas de acordo com os estímulos do ambiente imediato e a experiência e história única de cada indivíduo.

Deste modo, este estudo toma o direcionamento da abordagem da neurofisiologia e da neuroanatomia de forma mais intensa, porém, não se deixou em associar algumas etapas a níveis comportamentais, uma vez que o ser humano precisa do equilíbrio das forças que atuam no seu sentir, querer e pensar.

Nesta perspectiva, buscou-se no quadro abaixo, um desenho metodológico que procura elaborar uma reflexão sobre a complexa relação entre três áreas específicas, reunindo diálogos na construção de ações educativas, ou seja, refletindo o cérebro, a cognição, a sensibilidade, o raciocínio, a memória, a informação e o processo ensino-aprendizagem em uma abordagem biológica. Além disso, aborda os aspectos comportamentais, de aprendizagem e o funcionamento do cérebro como um todo, já que o ser humano é um conjunto de aspectos físicos, químicos e biológicos. É nesse sentido que um dos desafios desta dissertação está na relação entre os conceitos acima relatados e a compreensão de que o pensamento humano requer o uso da imaginação, das representações mentais e as capacidades cognitivas de produção de conhecimentos. O quadro abaixo mostra essa afinidade e, seu vínculo com o Ensino de Ciências.



Quadro 01-Desenho metodológico das funções do cérebro

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado, 2007.

Cabe salientar que todas essas funções relacionam-se de forma direta com o aprendizado do ser humano por *aspectos comportamentais*, interferindo nas forças do pensar, sentir e querer. O Ensino de Ciências tem-se preocupado com o aspecto multidimensional do conhecimento cerebral, pela própria informação da neurociência, acarretando com isso, uma busca mais consciente, atualizada e reflexiva da prática pedagógica do professor de ciências.

Segundo Olivier, *a Neurociência também denominada Neurociência Cognitiva busca uma relação entre as atividades do Sistema Nervoso Central e o Cognitivo.* (2006, p.11).

De tal modo, acredita-se que o professor por si só, com uma linguagem própria, possa fundamentar elementos do sistema nervoso necessários ao entendimento do tema em questão, que lhe permitirão expressar originalidade, espontaneidade, conhecimento e criatividade. Assim, os educadores despertarão no contato com a Neurociência, as mais diversas formas de representá-las, o despertar do *todo*.

A Neurociência é uma ciência do século XX, ou seja, relativamente recente. Data da década de 1970 e resulta da confluência de várias

disciplinas que até então concebiam o sistema nervoso de maneira independente e desarticulado, como a *neuroanatomia*, a neurofisiologia, a neurologia, a psiquiatria, a psicologia, entre outras.

Assim sendo, a neurofisiologia examina as *funções* do sistema nervoso e, utiliza eletrodos para instigar e registrar a reação das células nervosas ou de áreas maiores do cérebro. A neuroanatomia estuda a *estrutura* do sistema nervoso, em nível microscópico e macroscópico. A neuropsicologia analisa a *relação* entre as funções neurais e psicológicas.

Ultimamente têm-se informações de que a conexão do cérebro e da neurociência inclui estreitas ligações com os processos cognitivos, pois, permite orientar educadores na utilização do conhecimento das neurociências no ensino e na abordagem dos problemas de aprendizagem, visando desenvolvimento de práticas promotoras da aprendizagem, preventivas e terapêuticas das suas dificuldades.

Nos últimos trinta anos, houve progressos consideráveis no conhecimento do cérebro. Hoje em dia, sabe-se muito mais sobre a organização anatômica do cérebro, sobre a circulação da informação dentro dele, sobre seus neurotransmissores, sobre a interação com o mundo exterior, seja ele físico social ou cultural, do que no século XIX ou início do século XX. Muito se avançou na compreensão dos mecanismos moleculares que participam da comunicação entre os neurônios e as repercussões disso são consideráveis. Portanto, o século XXI com todos os avanços é, com certeza, o "*século do cérebro*".

O educador está cotidianamente agindo nas modificações neurobiológicas cerebrais que levam à aprendizagem. No entanto, desconhece como o cérebro trabalha. Dessa forma, seria interessante que o educador antes de passar um conteúdo de Ciências, em particular sobre o cérebro, questionasse: Sabendo que o cérebro é o órgão da aprendizagem, qual seria a contribuição das Neurociências para a educação? O conhecimento do funcionamento do cérebro, objeto de estudo das Neurociências, poderia contribuir para o processo ensino-aprendizagem mediado pelo educador?

Dessa forma, avaliar a coordenação do cérebro, suas funções, períodos críticos, as habilidades cognitivas e emocionais, as potencialidades e limitações do sistema nervoso, a memória, as dificuldades de aprendizagem e

intervenções apropriadas, pode tornar o trabalho do educador mais significativo, eficiente e autônomo. Portanto, o grande desafio do século XXI é conhecer cada parte que compõe o cérebro, associá-lo a uma comunicação intra e inter pessoal e revelar os mistérios na esfera mental, emocional e cognitiva do ser humano.

1.2.1 A NEUROCIÊNCIA NO SÉCULO XXI

Acredita-se que o século XXI será o século da informação, da sociedade do conhecimento. Atualmente, os conhecimentos fornecidos pela Neurociência servem de base para a funcionalidade cerebral do ser humano e para o desenvolvimento da capacidade cognitiva. Portanto, o grande desafio do século XXI é desvendar os enigmas cerebrais na esfera emocional e cognitiva do ser humano.

Relva nos diz que,

[...] o nosso universo biológico interno com centenas de milhões de pequenas células nervosas que formam o cérebro e o sistema nervoso comunicam-se umas com as outras através de pulsos eletroquímicos para produzir atividades muito especiais: nossos pensamentos, sentimentos, dor, emoções, sonhos, movimentos e muitas outras funções mentais e físicas, sem as quais não seria possível expressarmos toda a nossa riqueza interna e nem perceber o nosso mundo externo, como o som, cheiro, sabor. (2005, p.21).

Estas afirmações nos levam a crer que ações, sentimentos, sensações repostas emocionais e motoras e pensamentos, isto é, informações sobre o estado interno do organismo, não podem ser entendidas sem o fascinante conhecimento do cérebro e suas múltiplas conexões. Para isso, precisam-se percorrer algumas formas de comunicação que processam informações específicas ao ser humano. Uma destas formas está relacionada aos neurônios que, através de suas células especializadas recebem conexões, transportam

sinais nervosos (elétrico e químico), avaliam estas informações e, em seguida, coordenam atividades apropriadas à situação e às necessidades das pessoas.

Quanto maiores são as buscas a respeito da Neurociência, mais expectativas temos de que a sua história ainda está sendo escrita. Encontramos em Bear um pouco dessa história que nos diz:

A história demonstrou claramente que compreender como o cérebro funciona é um grande desafio. Para reduzir a complexidade do problema, os neurocientistas o “quebraram” em pequenos pedaços para uma análise sistemática experimental. Isto é chamado de abordagem reducionista. O tamanho da unidade a ser estudada define o nível de análise. Em ordem ascendente de complexidade, estes níveis são: *moleculares* (as moléculas permitem aos neurônios comunicarem-se uns com os outros); *celulares* (observam como as moléculas trabalham juntas para dar aos neurônios propriedades especiais); *de sistemas* (estudam como diferentes circuitos neurais analisam informação sensorial, formam a percepção do mundo externo, tomam decisões e executam movimentos); comportamentais (tipos de memória, humor, sonhos...) e cognitivas (investiga como a atividade do cérebro cria a mente). (2006, p. 13-14).

A partir desta perspectiva, Bear também descreve que *a meta das neurociências é compreender como o sistema nervoso funciona* (2006, p. 20).

Portanto, estabelecer um diálogo e uma metodologia entre os vastos campos destes níveis é um dos propósitos desta dissertação, até porque ela não é voltada, especificadamente, a nenhuma especialidade médica, mas, volta os seus olhares ao Ensino de Ciências, à formação de professores e à educação de maneira global.

1.3 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS

Organizar formas diferenciadas de aprender e lidar com o conhecimento tem sido na linha do tempo, objeto de pesquisa de muitos teóricos. Cada qual com sua linguagem, baseados em conceitos e definições para, simplesmente, explicar por “*partes*” ou no “*todo*” a organização do conhecimento.

O estudo da formação de conceitos tem por fim, buscar entender como estes conceitos se organizam em nossa memória. Sabe-se que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo se desenvolve ao longo da vida através de diferentes fases que envolvem diversos processos mentais e, uma dessas fases é o desenvolvimento da palavra, ela é o meio para centrar ativamente a atenção e busca entender de que forma o conhecimento se organiza. Desta forma, inicia-se um processo de representação da organização do conhecimento. Uma de suas principais dificuldades é a grande complexidade do cérebro e a flexibilidade do pensamento humano. Vários modelos são propostos e criticados chegando aos modelos atuais que explicam ainda com algumas fragilidades como codificamos, armazenamos e recuperamos a informação. (POZO, 1998). A concretização de conceitos no processo ensino-aprendizagem está relacionada ao seu contexto e às ações seguidas pelo educador. Esses conceitos se encaixam em várias teorias da aprendizagem, entre elas, relacionamos a de Ausubel (1980), Vygotsky (2003), Steiner (1992) e Wallon apud Relvas (2005).

Ao abordar a questão da aquisição de conceitos de Ausubel et. al. (1980) entendemos que a apresentação de conceitos reprimiu o caráter da estrutura cognitiva existente no estudante, necessitando das condições do desenvolvimento e da capacidade intelectual, da natureza do conceito e da forma pelo qual ele é mostrado ao aluno.

Já Vygotsky (2003), um dos maiores estudiosos do tema, é enfático ao afirmar que um conceito é um ato real e que não pode ser ensinado por treinamento, mas com o desenvolvimento de funções intelectuais, como: atenção, memória, lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Postula que o aprendizado é uma das principais fontes de conceito da criança em idade escolar, e é também força impulsionadora de seu desenvolvimento.

Do ponto de vista de Steiner (1992), a formação de conceitos deve ultrapassar a prática da Pedagogia tradicional de ensino, porque nas instituições escolares, os professores não devem cair em modismos, mas, refutar atividades mecanicistas. Por outro lado, devem aplicar métodos e técnicas sabendo exatamente para quê, como fazer, o porquê fazer, para quem fazer e se as mudanças propostas têm algum significado na evolução da criança e/ou jovem, visando a sua aprendizagem em todos os aspectos.

Quanto aos aspectos da linguagem na formação desses conceitos, percebeu-se que existe uma sutil relação entre pensamento e linguagem em nossa mente, pois permite a criatividade humana (concretizada pela ciência e tecnologia). As capacidades de ver, ouvir, falar ou pensar ativam diferentes áreas cerebrais como pode ser visto na figura 01 apresentada a seguir.

O mais interessante é que temos percebido o quanto são ricas as ações e relações entre os sujeitos envolvidos no espaço escolar, principalmente quando estas ações abordam observações “in loco”. Decorrente disso é possível questionarmos as informações e as interpretações dadas a partir destas observações. Só assim, buscaremos metodologias e tecnologias que darão sentido para o Ensino de Ciências em uma perspectiva de buscas, de análises, de algo novo. Nesse sentido, a teoria e a prática precisam assumir uma relação de dialogicidade, de trocas, de quebra de paradigmas e de novos saberes.

Nesta perspectiva, buscar essa dialogicidade abre expectativas nas questões de sentir, pensar e querer. A figura abaixo mostra no campo cerebral como se dá o aspecto de absorvermos conceitos ao pensar, ouvir, falar e ver.

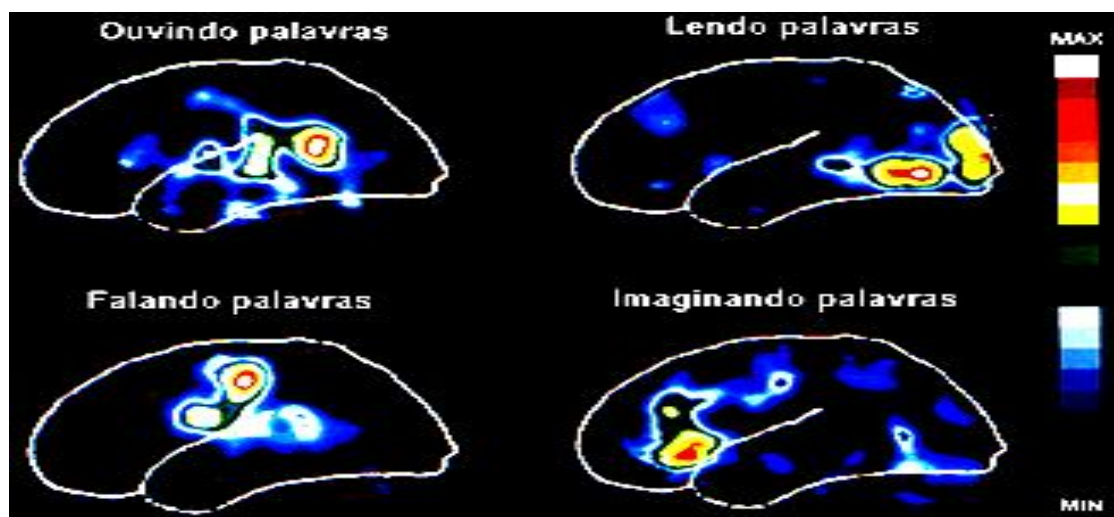


Figura 01-Diferentes áreas cerebrais com as capacidades de ver, ouvir, falar e pensar.

Fonte: LENT, Robert. Cem Bilhões de Neurônios: conceitos fundamentais de Neurociência (2005, p.625)

Na condição de investigadora e de perceber a transversalidade dos conteúdos utilizados no universo do corpo humano, procurou-se descrever, resumidamente, alguns conceitos que influenciam direta ou indiretamente a construção do conhecimento cerebral. São eles:

1.3.1 O Sistema Nervoso

O Sistema Nervoso é o órgão onde se enraízam a sensibilidade consciente, a mobilidade espontânea e a inteligência. Por este motivo é analisado como o centro nervoso mais respeitável de todo o sistema. Nada escapa a ele e ao desenvolvimento integral do ser humano.

De acordo com Relvas,

O sistema nervoso detecta estímulos externos e internos, tanto físico quanto químico, e desencadeia respostas musculares e glandulares. Ele é formado, basicamente, por células nervosas, que se interconectam de forma específica e precisa, formando os circuitos (redes) neurais. (2005, p.33)

Com isso, pode-se observar que o sistema nervoso é uma rede complexa que permite a comunicação do ser humano com o ambiente e, questionar esses circuitos que produzem comportamentos variáveis e invariáveis (reflexo). Incluem além de componentes sensoriais, referentes ao ambiente, os motores, geradores de movimentos, e os interativos, que recebem, armazenam e processam as informações. Neste mesmo sentido, Bear (2006, p. 168-182) comenta que alguns desses componentes são essenciais em sua estrutura e ao funcionamento do cérebro. São eles:

- **A medula espinhal ou raquiana** (último componente do sistema nervoso central). Ela está localizada dorsalmente, interiormente ao canal vertebral. Nela, a massa cinzenta está localizada mais profundamente e

a massa branca mais superficialmente. Assim, é capaz de controlar boa parte dos atos reflexos, sem a interferência do cérebro, mas apesar disso, grande parte dos estímulos recebidos por ela é enviada ao encéfalo, para a distribuição pelos vários centros.

- **O tronco encefálico** (formado pelo mesencéfalo, pela ponte e pela medula) conecta o cérebro à medula espinhal, além de coordenar e entregar as informações que chegam ao encéfalo. Controla ainda a atividade de diversas partes do corpo.
- **O mesencéfalo** recebe e coordena informações referentes ao estado de contrações dos músculos e a postura, responsável pelos reflexos.
- **O cerebelo** ajuda a manter o equilíbrio e a postura.
- **O bulbo raquiano** está implicado na manutenção das funções involuntárias, tais como a respiração. A *ponte* é constituída principalmente por fibras nervosas mielinizadas que ligam o córtex cerebral ao cerebelo.
- **O tálamo**, localizado dentro do prosencéfalo (conhecido como encéfalo anterior), age como centro de retransmissão dos impulsos elétricos, que viajam para o córtex cerebral.

O sistema nervoso forma no organismo uma rede de comunicações entre a cabeça e todos os órgãos do corpo. Ele é formado pelo tecido nervoso, onde se destacam os neurônios e as células glia³ (dão sustentação aos neurônios e auxiliam no seu funcionamento). Os neurônios são células que possuem um corpo celular e prolongamentos. Os prolongamentos curtos são chamados dendritos; os prolongamentos longos, únicos em cada neurônio, são chamados axônio. A função dos neurônios é conduzir impulsos nervosos. Esses impulsos caminham em sentido único, entrando pelos dendritos, passando pelo corpo celular e saindo pelo axônio. Chama-se nervo a um feixe de células nervosas. Fibras nervosas são axônios mielinizados. Os nervos possuem fibras aferentes ou sensitivas, que levam informações aos centros nervosos, e fibras eferentes

³ As células glia constituem cerca da metade do volume do nosso encéfalo. Há diversos tipos de células gliais. Os astrócitos, controlando a passagem de substâncias do sangue para as células do sistema nervoso. Os oligodendrócitos e as células de Schwann enrolam-se sobre os axônios de certos neurônios, formando envoltórios isolantes. (RELVAS, 2005, p. 23).

ou motoras, que trazem as respostas dos centros nervosos. Todos esses conceitos serão discutidos no corpo desta dissertação.

Com isso, buscaram-se no quadro 02 abaixo, um desenho metodológico priorizando alguns itens fundamentais na abordagem do sistema nervoso, favorecendo a construção de conceitos.



Quadro 02: Desenho metodológico com abordagem no sistema nervoso.

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado, 2007.

Observando a estrutura do sistema nervoso, percebemos que eles têm partes situadas dentro do cérebro e da coluna vertebral e outras distribuídas por todo corpo. As primeiras recebem o nome coletivo de sistema nervoso central (SNC), e as últimas de sistema nervoso periférico (SNP). É no sistema nervoso central que está a grande maioria das células nervosas, seus prolongamentos e os contatos que fazem entre si. No sistema nervoso periférico estão relativamente poucas células, mas um grande número de prolongamentos chamados fibras nervosas, agrupados em filetes alongados chamados nervos.

A esse respeito, Capovilla e do Vale destacam,

Muitas funções do sistema nervoso como a sensação, percepção, memória, movimento e ação, linguagem, pensamento, emoção, resultam da fina, adequada e harmônica integração de toda a rede neuronal. Diferentes componentes do sistema nervoso periférico e central mantêm-se em uma relação de dependência recíproca, tendo o neurônio como unidade sinalizadora que cumpre funções de transmissão e processamento de sinais através de dois de seus prolongamentos: os dendritos, verdadeiras antenas para os sinais provenientes de outros neurônios e o axônio, um prolongamento longo que transporta a mensagem, contida no seu interior, o neurotransmissor, para locais, inclusive de grande distância, do corpo. (2004, p. 113).

Desta forma, essa relação de proximidades e dependência recíprocas localiza em regiões distintas, conjunto de neurônios que levam informação para o SNC: as fibras aferentes (respondem ao estímulo sensorial nos olhos, ouvidos, pele, nariz, músculos, articulações) e as fibras eferentes que enviam sinais para os músculos e as glândulas.

Decorrente disso, compreendemos que no ser humano, todo nosso comportamento, desde as mais simples às mais complexas funções nos mecanismos biológicos pelos quais nos movemos, pensamos, percebemos, aprendemos, lembramos, são reflexos das funções cerebrais.

1.3.2 O CÉREBRO

Em geral, o uso comum do termo *cérebro* se refere ao encéfalo como um todo. Em rigor, o termo *cérebro* refere-se aos hemisférios cerebrais e às suas estruturas intra-hemisféricas. Muito se pode aprender a respeito do cérebro. Ele está no centro da aprendizagem e é a parte mais desenvolvida e a mais volumosa do encéfalo. Quando cortado, apresenta duas substâncias distintas: uma branca, que ocupa o centro, e outra cinzenta, que forma o córtex cerebral. O córtex cerebral está dividido em mais de quarenta áreas funcionalmente distintas (cada qual responsável por uma função, como visão, audição, linguagem, coordenação motora, etc...). Nele estão agrupados os neurônios.

As regiões mais importantes do ponto de vista do pensamento são o córtex e o neocórtex, conforme mostra a figura 02 abaixo:

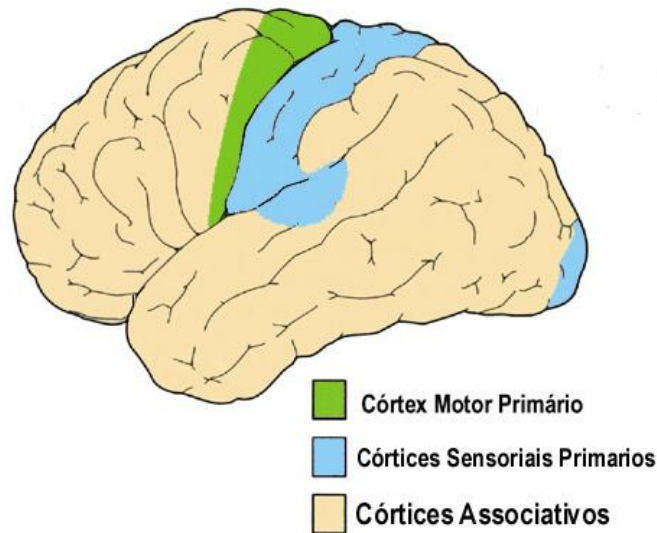
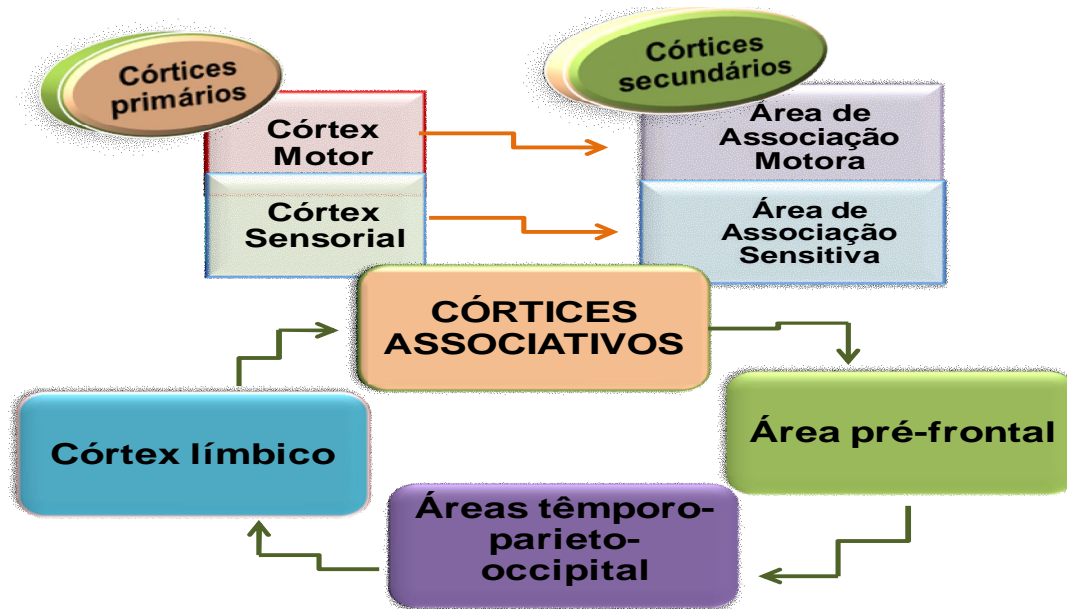


Figura 02: Área do córtex e neocórtex

Fonte: figuras cerebrais: site visitado <http://WWW. Google.com.br/2008>

Para compreender esta totalidade de informações é necessário que o (a) professor (a) tenha em mãos algumas variáveis indispensáveis para uma prática pedagógica mais eficaz. Dentre elas, estima-se que cada córtice envolve aspectos importantes para se entender e, para isso, o quadro 03 que se segue, especifica melhor esta questão. Além disso, tudo isso funciona num jogo de interdependência, de inter-retroações múltiplas e simultâneas de associações e implicações. Em verdade, buscamos os paradoxos essenciais do cérebro, que ao mesmo tempo, produz e desafia os nossos meios de conhecimento.

O cérebro é uma máquina hipercomplexa e inseparáveis são seus aspectos físicos, biológicos e psíquicos. Por isso, a menor percepção, a menor representação mental é inseparável do estado físico e dele em relação à disposição dos neurônios nas várias áreas corticais.



Quadro 03: Organograma especificando os córtices primários, secundários e os associativos.
Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado, 2008.

Daí, o conceito de que a máquina cerebral é um enorme computador, reunindo de 30 a 100 bilhões de neurônios, cada um dispo de aptidões polivalentes, podendo captar e transmitir várias comunicações ao mesmo tempo e produzir novas aptidões que procuram encontrar aproveitamento sócio-cultural, provocando cada vez mais a complexidade.

Para Relvas, *o cérebro é mais do que um sistema complexo é simplesmente, um complexo de sistemas complexos. Ele não dispõe de nenhum centro de comando, portanto, é acêntrico e policêntrico* (2005 p. 37-38).

Deste modo, nele perpassam conhecimentos, déficits, desordens, ruídos, sonhos, fantasias, delírios, imaginações, emoção, dor, prazer, desejo, paixão, amor, mentiras, loucuras, análises, sínteses, enfim, um sistema hipercomplexo. O cérebro refere-se aos hemisférios cerebrais e às suas estruturas intra-hemisféricas. Os hemisférios distinguem-se pelas pregas nas suas superfícies, que formam giros, os quais são separados por sulcos ou fendas. O cérebro humano (complexo e extenso) se divide em duas metades, o esquerdo e o direito. Ele dispõe de funções e aptidões polivalentes. Entre

eles os neurônios, a calota cerebral (córtex e neocórtex), o encéfalo e suas infinitas funções.

A capacidade de pensar, organizar sistemas e categorias, imaginar, sorrir, chorar, compreender, aprender, é apenas um ponto de vista entre outros possíveis da capacidade cerebral. Recuperar nos alunos esta percepção, conforme mostram as figuras 03 e 04 abaixo, significa criar estratégias de organização de uma metodologia que avance em conhecimentos. Cada hemisfério do nosso cérebro tem um comprometimento em algumas habilidades sejam elas, concretas, analógicas, intuitivas, sintéticas, verbais, racionais, simbólica, analíticas ou abstratas. Buscar entre professores e estudantes, no tempo e no espaço, essas aptidões no contexto escolar é algo mágico, rico e desafiador. Todo ser humano pode encontrar esse caminho, basta querer. As figuras abaixo nos alertam para tal direcionamento.



Figuras 03: Hemisfério cerebral direito

Fonte: Rezende, baseando-se nos hemisférios de Marta Pires Relvas, 2005.

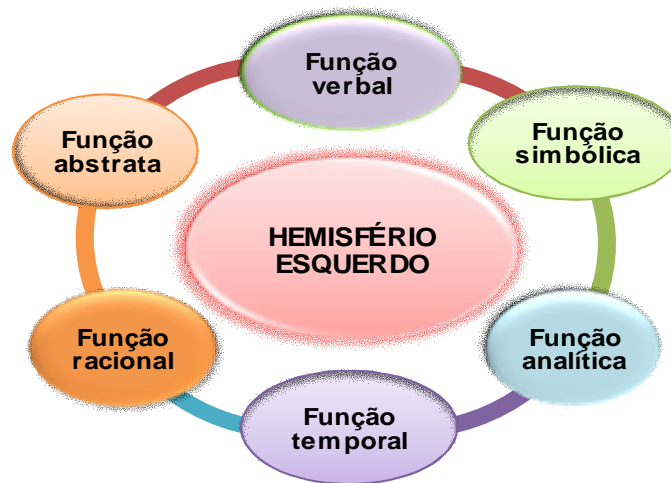


Figura 04: Hemisfério cerebral esquerdo

Fonte: Rezende, baseando-se nos hemisférios de Marta Pires Relvas, 2005.

Pode-se dizer que o nosso cérebro, sede de todos os nossos comportamentos, é composto por duas semi-esferas: o *hemisfério direito* e o *hemisfério esquerdo*, os quais mantêm conexões recíprocas. Cada tipo de habilidade ou de comportamento vivenciado pode ser mais bem relacionado a uma área do cérebro em particular. As regiões posteriores do córtex - os lobos occipitais são especializados na *visão*; as regiões laterais - os lobos temporais na *audição e linguagem*; as partes superiores - os lobos parietais são responsáveis pelo *tato e informações sinestésicas* e as áreas situadas na parte anterior, isto é, os lobos frontais, estão mais bem relacionados a funções motoras e planejamento e execução de comportamentos complexos. (RELVAS, 2005, pg.37).

Em termos de funções especializadas, há uma importante diferença entre os dois hemisférios: para a maior parte das pessoas, o hemisfério esquerdo é dominante para o processamento verbal e aspectos cognitivos da linguagem, e o hemisfério direito, para a ortografia e percepção de formas e

direção. A dominância cerebral é cruzada para a visão, audição, funções motoras e percepção somática.

Portanto, o encéfalo possui dois hemisférios (direito/esquerdo) que são, ao mesmo tempo, diferentes e idênticos. São responsáveis pela inteligência e pelo raciocínio, ou seja, atuam no aprender, lembrar, ler, agir por si mesmo e sobrevivem à diferenciação da equipotencialidades. Um domina, com frequência, o outro. Essa dominância varia conforme os sexos, mas também os indivíduos e, num mesmo indivíduo, dependendo das circunstâncias.

Onde há dominância de um, há inibição do outro. Um tende para a análise, abstração e ordenação linear, o outro, aos modos globais, sintéticos e concretos do conhecimento. Além disso, Relvas (2005) diz que *há uma conexão complexa entre racionalidade-afetividade-pulsão no conhecimento*. Mas fica claro que a verdade encéfalo-epistemológico reside no caráter ambidestro do cérebro, ou seja, em qualquer situação, a racionalidade é frágil, deve ser objeto de reflexão permanente e de redefinição. A afetividade é inseparável do conhecimento e do pensamento humano.

Ainda nesta perspectiva, Vygotsky apud Relvas (2005, p.105), "*concebe o cérebro como um sistema flexível, plástico, apto a servir a novas e diferentes funções, sem que sejam necessárias transformações no órgão físico*".

Assim, para ele compreender o processo de construção do conhecimento, pode possibilitar a criação de projetos pedagógicos voltados para a aprendizagem como também para o desenvolvimento da consciência, da linguagem e da inteligência do educando.

Barbosa reforça este aspecto quando diz que o *pensamento é uma atividade cortical cerebral que se estrutura na linguagem, ajuda a formar a consciência, o conhecimento, o reconhecimento (gnosia). É tanto causa quanto consequência desses elementos. (2007, p.11).*

Um aspecto importante é que o pensamento dá suporte ao conhecimento gerando desdobramentos como aprender, sentir, querer. No processo da aprendizagem cada informação que o ser humano envia ao cérebro ou ao sistema nervoso central, centro de comando, passa pela elaboração e retorna de forma bem elaborada. Deste modo, a compreensão e o aprendizado só serão possíveis se passar pela memória. O cérebro é o centro de controle do movimento, do sono, da fome, da sede e de quase todas

as atividades vitais necessárias à sobrevivência. Todas as emoções, como o amor, o ódio, o medo, a ira, a alegria e a tristeza, também são controlados pelo cérebro. Ele está encarregado ainda de receber e interpretar os inúmeros e os sinais enviados pelo organismo e pelo exterior, já que, hoje conseguimos localizar diversas regiões responsáveis pelo controle da visão, da audição, do olfato, do paladar, dos movimentos automáticos e das emoções, entre outras.

De acordo com Valle (2004, p.89), *“na superfície do encéfalo se encontra a massa cinzenta, corpos de neurônios, região também chamada de córtex cerebral”*.

Esta região é de extrema importância, pois nela são armazenadas as informações, percebidos os sentidos, processados os dados de estímulos externos e estimuladas contrações musculares. Desta forma, compreender os hemisférios cerebrais, os córtices associativos e dialogar com eles em sala de aula é uma tarefa importante junto aos estudantes que está tendo contato com o estudo das funções do corpo humano, especialmente o cérebro. Na sequência, refletimos mais um pouco, nas funções específicas do córtex cerebral.

1.3.3 O CÓRTEX OU NEOCÓRTEX

Córtex significa **‘casca’** em latim. De fato, o córtex é uma fina camada acinzentada que envolve o encéfalo e possui de quatro a nove milímetros de espessura. Também é chamado de neocórtex, de neo = novo em latim, porque é a estrutura mais recente na evolução dos mamíferos e dos primatas. São no córtex que se localizam as células nervosas (neurônios) responsáveis por grande parte dos nossos processos mentais superiores. Na região mais profunda, se encontra a massa branca, nela estão localizados os corpos dos neurônios e também seus axônios e dendritos.

As diferentes partes do córtex cerebral são divididas em quatro áreas chamadas de lobos cerebrais, tendo cada uma funções diferenciadas e especializadas. Os lobos cerebrais são designados pelos nomes dos ossos cranianos nas suas proximidades e que os recobrem. O lobo frontal fica

localizado na região da testa; o lobo occipital, na região da nuca; o lobo parietal, na parte superior central da cabeça; e os lobos temporais, nas regiões laterais da cabeça, por cima das orelhas.

O lobo frontal, que inclui o córtex motor e pré-motor e o córtex pré-frontal, está envolvido no planeamento de ações e movimento, assim como no pensamento abstrato. A atividade no lobo frontal aumenta nas pessoas normais somente quando temos que executar uma tarefa difícil em que temos que descobrir uma sequência de ações que minimize o número de manipulações necessárias. A parte da frente do lobo frontal, o córtex préfrontal, tem que ver com estratégia: decidir que sequências de movimento ativar e em que ordem e avaliar o seu resultado. As suas funções parecem incluir o pensamento abstrato e criativo, a fluência do pensamento e da linguagem, respostas afetivas e capacidade para ligações emocionais, julgamento social, vontade e determinação para ação e atenção seletiva. Traumas no córtex préfrontal fazem com que uma pessoa fique presa a estratégias que não funcionam ou que não consigam desenvolver uma sequência de ações correta.

Abaixo a figura apresenta outras estruturas básicas do cérebro, além do córtex.

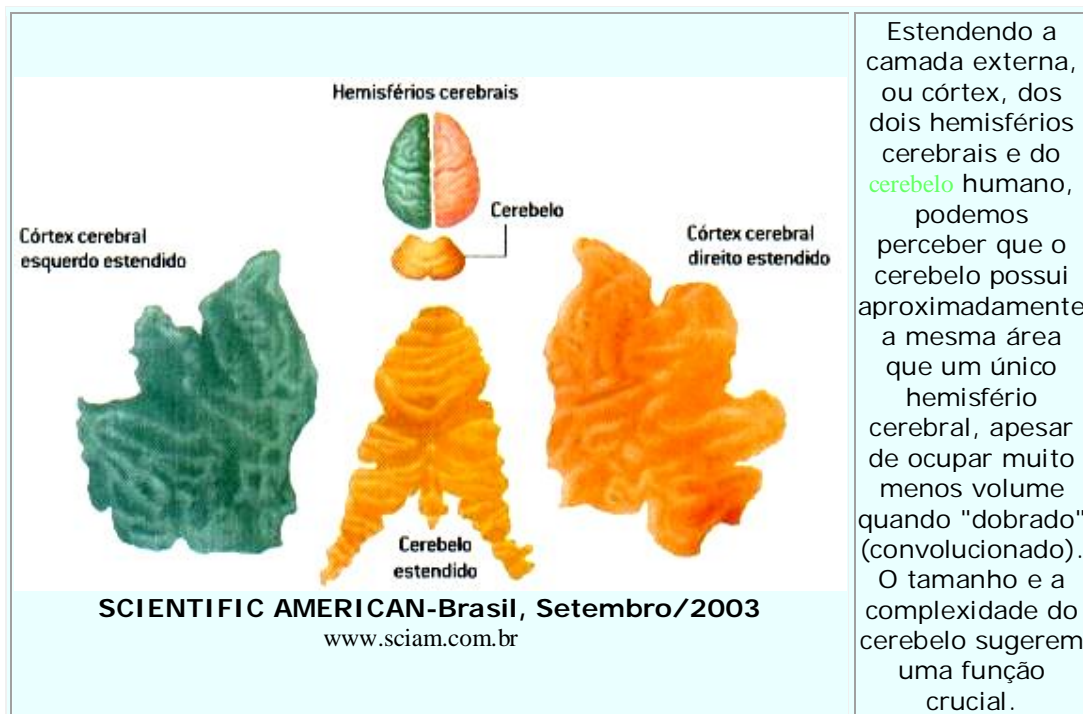
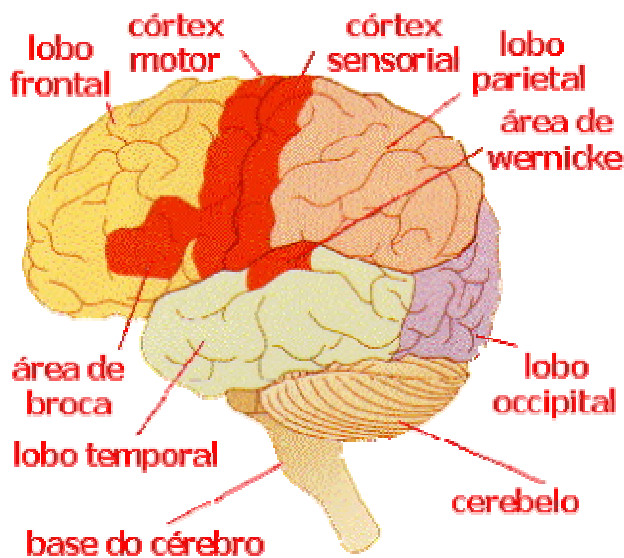


Figura 05: Estruturas básicas do cérebro.

Fonte: Lambert, M. O Cérebro e o Sistema Nervoso. Maltese-Norma, São Paulo, 1992.

Nessa perspectiva, nota-se que o córtex cerebral está relacionado, através das vias de associação, às estruturas subcorticais: corpo estriado, tálamo óptico, tronco encefálico, medula e cerebelo. Ele é composto de substância cinzenta (formada principalmente dos corpos das células nervosas e glias), em contraste com o interior do encéfalo, constituído parcialmente de substância branca (consiste predominantemente dos processos ou fibras dessas células). O córtex de cada hemisfério cerebral está dividido arbitrariamente em lobos: frontal, parietal, occipital e temporal. Cada uma dessas regiões exerce funções dentro do cérebro. Entendê-las e relacioná-las com o Ensino de Ciências no espaço escolar está presente na busca e na formação do (a) professor (a).

A figura abaixo permite esta visualização:

**Figura 06:** Áreas funcionais do cérebro

Fonte: http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/sist_nervoso/cerebro/cerebro_2.html

O lobo parietal têm uma relação fundamental com as sensações, ou seja, com a dor, o tato, a gustação. Em relação ao aprendizado, também está relacionado à lógica matemática. O lobo temporal, por sua vez, tem uma relação com a audição, possibilitando, assim, o reconhecimento de tons e intensidade dos sons. Esta área faz uma importante ponte com o processamento das emoções e da memória. No que diz respeito ao lobo occipital, observou-se uma estreita relação com o processamento da informação visual. Qualquer acidente nesta região, evidenciar-se-á cegueira total ou parcial. Além desses dados, ao longo da linha do tempo, a história do estudo do encéfalo, ou seja, do cérebro nos mostrou a importância das áreas de Wernicke e de Broca.

Olivier ((2006), atentou para Broca ao descrever seu destaque na história da Medicina e das Neurociências pela descoberta do centro da fala. Além disso, observou que :

[...] pacientes com distúrbios da fala causados por danos do hemisfério esquerdo eram indivíduos destros, apresentando em comum fraqueza e paralisia da mão direita. Esta observação gerou a colocação de que existem relações cruzadas entre o hemisfério dominante e a mão de preferência. Com isso, os estudos de Broca estimulou pesquisas para o lócus cortical da função comportamental. (OLIVIER, 2004, p.17-18).

Para Wernicke (página online da revista *Mente e Cérebro*, julho de 2008) existe uma região do cérebro humano responsável pelo conhecimento, interpretação e associação das informações. Ele identificou que lesões na superfície superior do lobo temporal, entre o córtex auditivo e o giro angular, também interrompem a fala normal. Graves danos nessa área podem fazer com que uma pessoa que escuta perfeitamente e reconhece bem as palavras, seja incapaz de agrupar estas palavras para formar um pensamento coerente.

De acordo com Lent,

O modelo neurolingüístico de Wernicke considerava que a área de Broca conteria os programas motores de fala, ou seja, as memórias

dos movimentos necessários para expressar os fonemas, compô-los em palavras e estas em frases. A área de Wernicke, por outro lado, conteria as memórias dos sons que compõem as palavras, possibilitando a compreensão. Assim, se essas duas áreas fossem conectadas, o indivíduo poderia associar a compreensão das palavras ouvidas com a sua própria fala. (2002, p. 637)

Atualmente, estas afasias (desordens que resulta de lesões do cérebro) nos fazem perceber e associar que enquanto a fala mesmo perturbada apresenta compreensão em Broca (incapacidade de construir frases gramaticalmente corretas), o modelo de Wernicke apresenta identificação das palavras e não da compreensão do seu significado (a fala é fluente, mas a sua compreensão é improdutiva). Ainda neste sentido, Bear nos conduz ao seguinte pensamento:

Pessoas com afasia de Broca têm dificuldade em dizer qualquer coisa, fazendo seguidas pausas para procurar a palavra certa. A incapacidade de encontrar palavras é chamada de anomia (significando literalmente sem nome). De maneira curiosa, há termos superaprendidos que afásicos de Broca conseguem dizer sem hesitação, os dias da semana. Também os verbos frequentemente não são conjugados. Em contraste com as dificuldades da fala, a compreensão é bastante boa. (2002, p. 643-645).

Desta forma, pode-se analisar que a linguagem é percebida, mas não fluentemente produzida. A figura abaixo visualiza no cérebro estas duas áreas, distintas e fundamentais na aprendizagem:

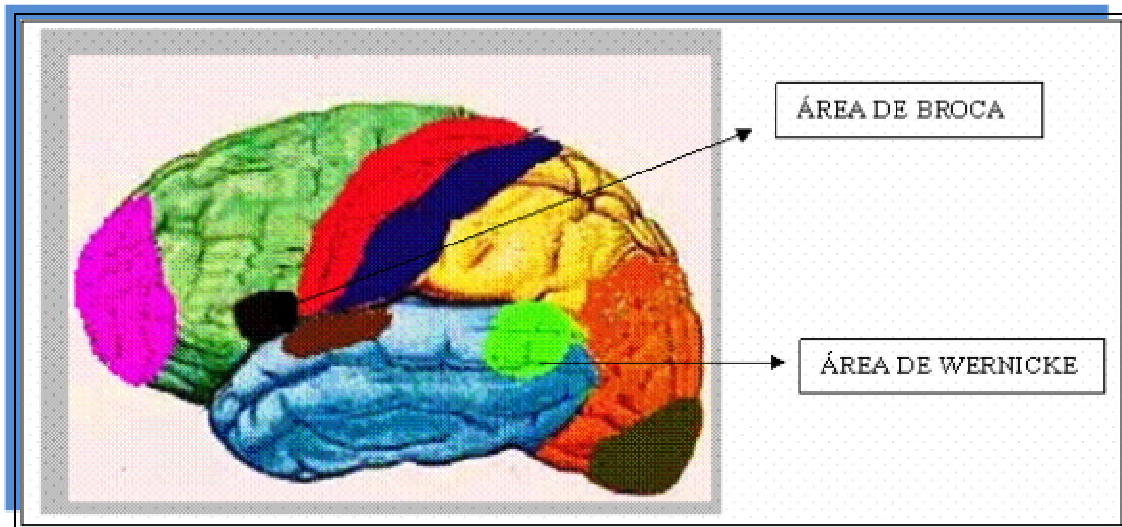


Figura 07: áreas de Broca e de Wernick.

Fonte: http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/sist_nervoso/cerebro/cerebro_2.html

Portanto, existem mecanismos de associação para a integração das funções motora (a afasia de Broca é um distúrbio mais para o lado motor do sistema de linguagem) e sensitiva. Algumas áreas dos hemisférios cerebrais controlam a atividade muscular e suas células nervosas enviam processos para o tronco encefálico e medula espinhal, onde se ligam às células motoras, cujos prolongamentos saem pelos nervos crânicos ou raízes ventrais.

Outras áreas são sensitivas e recebem impulsos que alcançaram a medula espinhal através de nervos periféricos e raízes dorsais e subiram pela medula espinhal e pelo tronco encefálico graças a uma sucessão de fibras nervosas e seus prolongamentos. As fibras que sobem e descem no encéfalo e na medula espinhal são quase sempre agrupadas em tratos. Estes em geral recebem uma denominação de acordo com sua origem e destino e, algumas vezes, também pela sua posição.

Apesar de o nosso cérebro ser dividido em dois hemisférios não existe relação de dominância entre eles, pelo contrário, eles trabalham em conjunto, utilizando-se dos milhões de fibras nervosas que constituem as comissuras cerebrais e se encarregam de pô-los em constante interação. O conceito de especialização hemisférica se confunde com o de lateralidade (algumas

funções são representadas em apenas um dos lados, outras nos dois) e de assimetria (um hemisfério não é igual ao outro).

Segundo Valle e Capovilla,

O córtex cerebral é a fascinante estrutura que armazena em si inúmeras funções, ditas superiores. Dentre estas funções, temos a cognição, a linguagem articulada, memória, percepção sensorial, intenção e planejamento dos movimentos voluntários, pensamentos, etc. quando da presença de MCs (malformações corticais) estas funções podem ser desestabilizadas. (2004, p.103).

Baseado nisso, o hemisfério esquerdo controla a fala em mais de 95% dos seres humanos, mais isso não quer dizer que o direito não trabalhe, ao contrário, é a acentuação do hemisfério direito que confere à fala nuances afetivos essenciais para a comunicação interpessoal. O hemisfério esquerdo é também responsável pela realização mental de cálculos matemáticos, pelo comando da escrita e pela compreensão dela através da leitura. Já o hemisfério direito é melhor na percepção de sons musicais e no reconhecimento de faces, especialmente quando se trata de aspectos gerais. O hemisfério esquerdo participa também do reconhecimento de faces, mas sua especialidade é descobrir precisamente quem é o dono de cada face.

Da mesma forma, o hemisfério direito é especialmente capaz de identificar categorias gerais de objetos e seres vivos, mas é o esquerdo que detecta as categorias específicas. O hemisfério direito é melhor na detecção de relações espaciais, particularmente as relações métricas, quantificavam aquelas que são úteis para o nosso deslocamento do ser humano no mundo. O hemisfério esquerdo não deixa de participar dessa função, mas é melhor no reconhecimento de relações espaciais categoriais qualitativas.

Finalmente, o hemisfério esquerdo produz movimentos mais precisos da mão e da perna direitas do que o hemisfério direito é capaz de fazer com a mão e a perna esquerda (na maioria das pessoas).

Estas informações podem ser consideradas na figura abaixo:

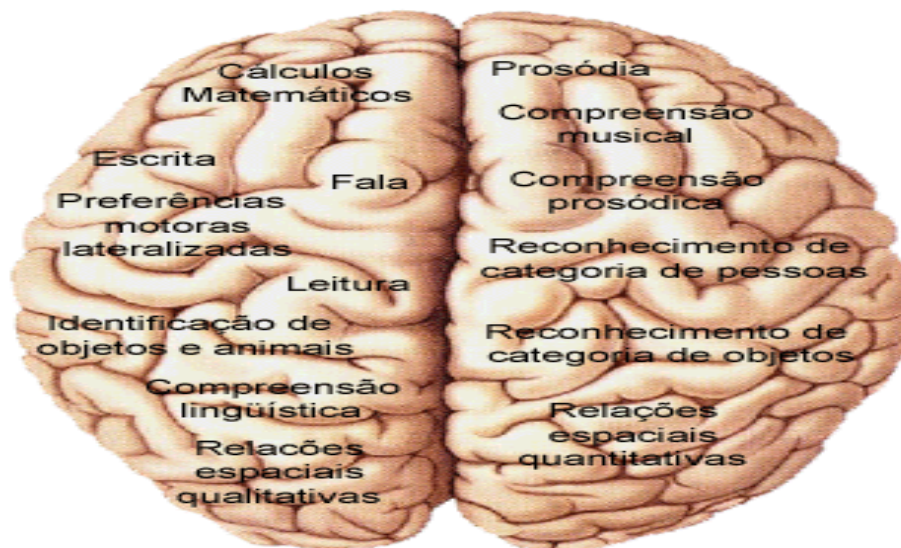


Figura 08: Hemisférios Cerebrais

Fonte: Especialização dos hemisférios. (LENT apud RELVAS, 2005).

De acordo com o que foi concebido, se abarca a importância da utilização do cérebro na abordagem dos problemas de aprendizagem. Com essas informações, os professores podem utilizar-se da Neurociência para desenvolver práticas visando uma melhor compreensão do desenvolvimento do conteúdo abordado. Na verdade, exige-se desse (a) professor (a) abrangência de conteúdos científicos para melhorar e, ao mesmo tempo, questionar sua forma de ensinar.

1.3.4 OS NEURÔNIOS

Os neurônios são microscópicos. Só podem ser vistos com aumentos acima de 500 vezes. Eles são responsáveis pela nossa personalidade total, entendida como jeito de ser e subdividida em perceber, pensar, agir e sentir. Nossa capacidade mental de pensar sobre nossa origem é um dos muitos produtos do funcionamento dos nossos neurônios, nossas células cerebrais, e suas conexões – as sinapses. O neurônio, sua estrutura e suas funções começaram a ser descoberto há cerca de 100 anos apenas, com os trabalhos

do espanhol Ramón y Cajal. O cérebro de um ser humano adulto normal contém um número impressionante de neurônios: *de 100 a 200 bilhões*. Cada neurônio pode estabelecer até 100.000 ligações com os seus vizinhos: são as sinapses. É através das sinapses que ocorre a neurotransmissão.

Segundo Barbosa,

O cérebro fabrica uma infinidade de neurônios e sinapses. Apesar do “estoque”, haverá uma seleção daqueles que serão inicialmente utilizados, sendo o restante mantido. Se os estímulos recebidos são positivos, há um fortalecimento seletivo de população de sinapses. Se não houver estímulos, pode haver um enfraquecimento. Os estímulos internos e externos são de fundamental importância para o desenvolvimento do cérebro humano. (2007, p.65)

Esse número inimaginável de sinapses justifica a plenitude de nossas capacidades mentais: memorizar, criar, pensar, etc. Existem pessoas que decoram milhares de livros, que falam dezenas de idiomas. Na prática, nossa capacidade de aprendizagem é inesgotável. Aprendemos durante toda a vida, mesmo em idades avançadas, devido à grande quantidade de neurônios, de sinapses e de plasticidade neuronal.

Nosso cérebro, simplesmente, pode transformar, de modo permanente ou pelo menos prolongado, a sua função e a sua forma, em resposta à ação do ambiente externo, por meio dos neurônios. São eles, portanto, os grandes responsáveis por tudo o que podemos perceber e pensar. Por outro lado, encontramos os dendritos que se ramificam no cérebro como galhos ou raízes de uma árvore, para receber sinais de outras células nervosas. Quando sadios, os dendritos podem reorganizar sua morfologia em resposta a estímulos ambientais. Assim, tanto os axônios como os dendritos possuem ao longo de suas funções, o poder da plasticidade, de regeneração. (LENT, 2005, P.134).

Pensando nessa possibilidade, Relvas esclarece que,

Estes dendritos funcionam como antenas do neurônio e são cobertos por milhares de sinapses, ou seja, por junções formadas com outras células nervosas onde o terminal pré-sináptico de uma célula faz contato com a membrana pós-sináptica de outra. São nestas junções que os neurônios são excitados, inibidos ou modulados. (2005, p.26).

Por conseguinte, baseada nestas informações buscou-se na figura abaixo as partes principais do neurônio (corpo, dendrito, axônio) e suas funções básicas. Observe que os dendritos coletam informações (como antenas), o corpo celular processa, integra informações e os axônios transmitem informações. Além disso, a plasticidade sináptica do neurônio tem algo nobre com a função da memória, utilizando-se através do aumento ou da diminuição desses prolongamentos.

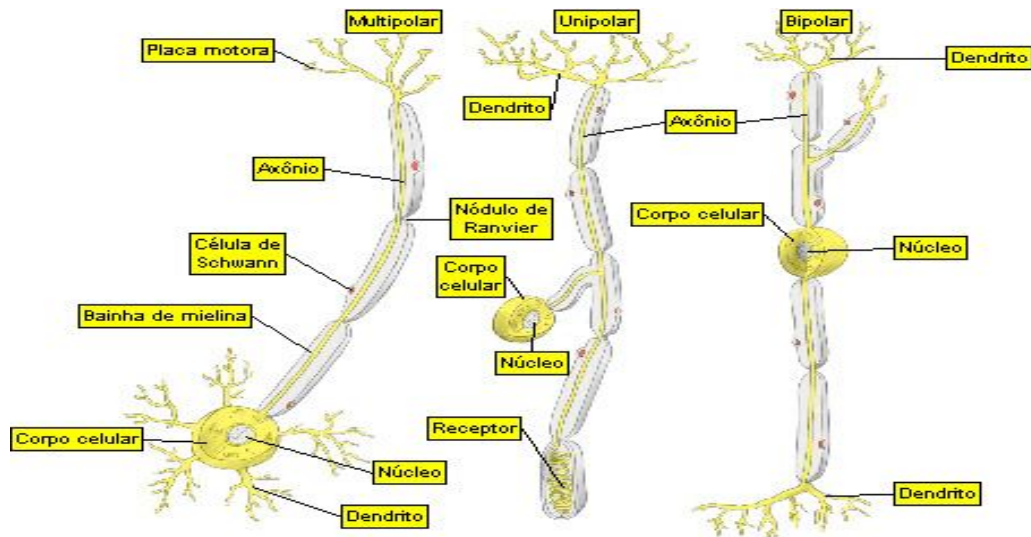


Figura 09: Elementos que compõe os neurônios.
Fonte: Revista CD-ROM - Ano oito - Nº92 - Mar 2003.

Os neurocientistas fazem diversas classificações para os tipos de neurônios que o cérebro humano possui.

Para Presa,

[...] só de neurônios sensoriais (os que processam os cinco sentidos) têm-se cinco tipos, quais sejam: visuais, auditivos, táteis, olfativos e gustativos. Somente entre os neurônios sensoriais visuais têm-se três subtipos, quais sejam: neurônios visuais para cores; neurônios visuais para formas e neurônios visuais para a percepção do movimento dos objetos e das coisas. Percebe-se que nessa linha, encontram-se centenas de tipos de neurônios. (2007, p.27).

Então, com o intuito de simplificar, os cientistas estabeleceram alguns tipos fundamentais de neurônios, que são classificados de acordo com o corpo celular, conforme se pode ver nas seqüências apresentadas a seguir.

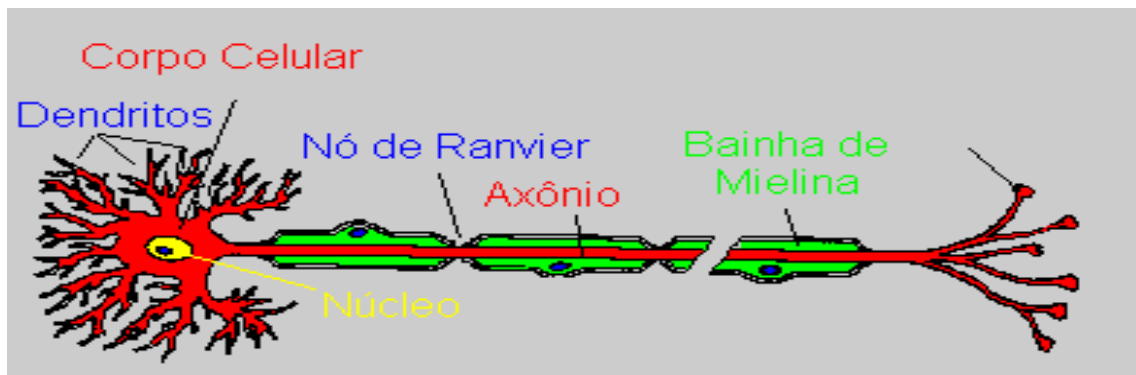


Figura 10: Tipos de Neurônios

Fonte: <http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso1.asp>, jul/2008.

Uma das formas de classificação utilizadas em neurônios é baseada no número de extensões que saem do corpo celular:

Neurônio Bipolar

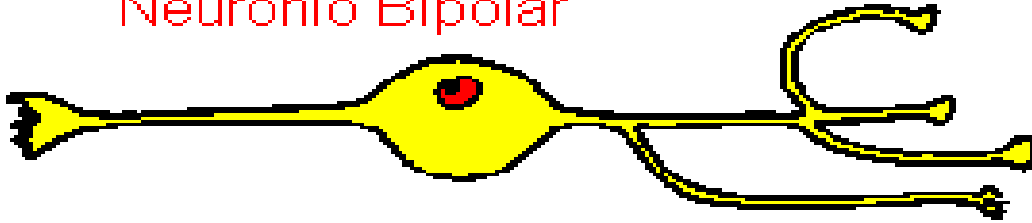


Figura 11: Tipos de Neurônios

Fonte: <http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso1.asp>, jul/2008.

Neurônio Bipolar tem duas extensões saindo do corpo celular (exemplo: células da retina).

Neurônio Pseudounipolar

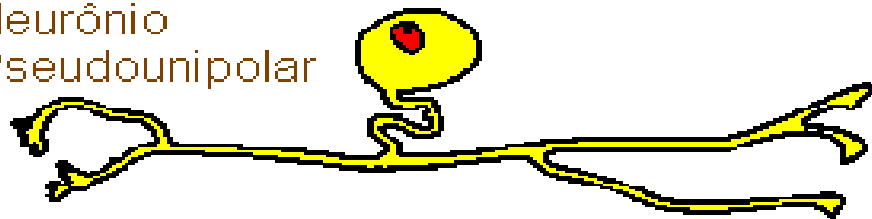
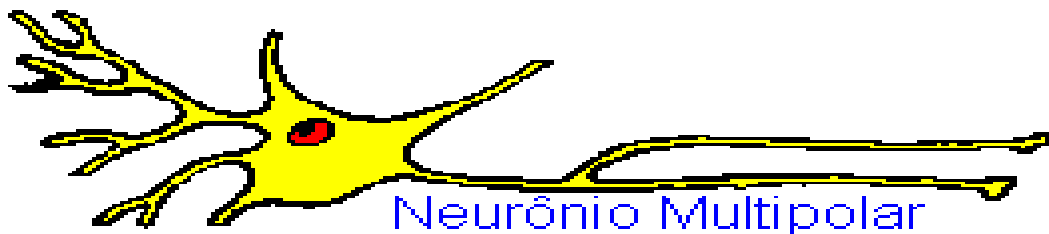


Figura 12: Tipos de Neurônios

Fonte: <http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso1.asp>, jul/2008.

Neurônio Pseudounipolar (Ex: células dos gânglios dorsais). Na verdade estas células têm dois axônios ao invés de um axônio e um dendrito. Um dos axônios vai até a medula espinhal, enquanto outro vai em direção da pele ou músculo.



Neurônio Multipolar

Neurônios Multipolares tem muitas extensões saindo do corpo celular, embora apenas um seja o axônio. (Exemplos: Neurônios piramidais, células de Purkinje).

Figura 13: Tipos de Neurônios

Fonte: <http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso1.asp>, jul/2008.

Os neurotransmissores são os mensageiros químicos que realizam as sinapses. São muito ínfimos, quase moleculares em tamanho e quantidade. Os neurônios parecem gigantes diante de determinado neurotransmissor.

Nos anos 70 do século passado conheciam-se cerca de oito neurotransmissores: eles eram suficientes para explicar todo comportamento. Atualmente conhecem-se mais de 90 e sabe-se que há outros para serem descobertos. Todos eles têm implicações diretas sobre as emoções, pensamentos, percepções e comportamentos. As medicações psicotrópicas funcionam basicamente mexendo na neurotransmissão.

Para Presa (2007), a palavra **sinapse** vem do latim *synapsis*, que significa contato, ligação. Foi descoberta por Ramon y Cajal (1852-1934) que nos diz "... os neurônios nunca se tocam". Durante o século XX o fisiologista inglês William Sherrington (1861-1952) demonstrou que ela é unidirecional, ou seja, só ocorre em uma direção. Os neurotransmissores são substâncias químicas geradas pelos neurônios (retículo endoplasmático). Alterações radicais no comportamento de uma pessoa podem ser causadas por drogas, estímulos elétricos e doenças que alteram as quantidades normais dos neurotransmissores.

O problema da natureza da transmissão de um neurônio para outro também foi um ponto importante de consideração e pesquisa entre os neurofisiologistas do começo do século XX. Muitos defendiam a idéia de que a transmissão era elétrica, da mesma forma como a propagação ao longo da célula. Em 1846, o grande fisiologista Emil Du Bois-Reymond, o descobridor do potencial de ação, tinha proposto que somente duas hipóteses poderiam ser consideradas para a transmissão entre neurônios: elétrica ou química. Ele não tinha nenhum apoio experimental para esta reflexão, de modo que ela acabou

sendo esquecida. Muitos anos depois, entretanto, ao renascer o interesse no mecanismo sináptico, a hipótese de transmissão elétrica parecia fazer mais sentido, (alguns cientistas chegaram a imaginar faíscas elétricas microscópicas atravessando a fenda sináptica!), pois configurava uma imagem mais simples do sistema nervoso. Infelizmente para esta hipótese, havia três pontos de evidência que a contradiziam:

- A primeira delas era o fluxo unidirecional de informação em uma cadeia neuronal. Por ser sempre na direção axo-dendrítica, a sinapse deveria ser a responsável por isso. Se a sinapse fosse elétrica, seria difícil imaginar como impedir o fluxo na direção oposta quando o elemento pós-sináptico fosse excitado;
- A segunda é que os cientistas estavam começando a acumular evidências de que existiam sinapses excitatórias e inibitórias. Como já se sabia que o potencial de ação tinha sempre a mesma polaridade, era difícil imaginar uma sinapse puramente elétrica produzindo excitação ou inibição;
- A terceira era que existia claramente um retardo na transmissão através de uma sinapse, como comprovavam os estudos de cronometragem de um reflexo proprioceptivo simples, como o reflexo patelar, que é puramente espinhal e monossináptico, ou seja, (tem apenas uma sinapse entre o neurônio sensorial e o neurônio motor). Uma transmissão elétrica dificilmente teria algum retardo.

Muitos dos experimentos que forneceram estas informações foram realizados no laboratório do grande fisiologista inglês Charles S. Sherrington (1852-1952), que investigou no final de 1890 a fisiologia dos reflexos motores simples e complexos; a conexão entre os neurônios, via final da regulação da transmissão no sistema nervoso e, desta forma complementar a linha de raciocínio do "pai" da fisiologia, Claude Bernard (1813-1878), que tinha descoberto o papel integrativo do sistema nervoso no organismo. Esta evidência já era considerável.

1.3.5 O CEREBELO

A palavra cerebelo vem do latim e significa "*pequeno cérebro*". Durante muito tempo, o cerebelo foi visto como o coordenador dos movimentos corporais, participando de uma grande multiplicidade de atividades voltada às habilidades cognitivas e perceptivas.

O cerebelo está localizado ao lado do tronco encefálico, é dividido em hemisférios e tem um córtex que recobre estes hemisférios. Suas principais funções são: *movimento, equilíbrio e postura*.

Atualmente, ele tornou-se, novamente, uma área de muitos mistérios, pois, tem um papel importante na memória de curta duração, na atenção, no controle de atos impulsivos, nas emoções, nas funções cognitivas superiores, na habilidade de planejar tarefas e, possivelmente, até mesmo em condições especiais como a esquizofrenia o autismo. (www.guia.heu.nom.br/esquizofrenia.htm, 2008) Para Bear,

[...] o cerebelo é primariamente um centro para o controle do movimento que possui extensivas conexões com o cérebro e a medula espinhal ao contrário dos hemisférios cerebrais, o lado esquerdo do cerebelo está relacionado com os movimentos do lado esquerdo do corpo, enquanto o lado direito, com os movimentos do lado direito do corpo. (2004, p. 167).

Assim sendo, percebemos que o cerebelo regula o movimento e o equilíbrio, ajustando e recebendo informações dos sistemas cerebrais. Além disso, as lesões hemisféricas do cerebelo manifestam-se do mesmo lado afetado. Quando o cerebelo é lesado, os principais sintomas são: descoordenação dos movimentos (ataxia); perda do equilíbrio; diminuição do tônus muscular; dismetria; dificuldade para calcular o movimento. Lesões nesta região podem provocar distúrbio da organização dos movimentos dos olhos e dos membros, déficit do equilíbrio e diminuição do tônus muscular.

Ainda neste sentido, Lundy-Ekman descreve que *além de seus papéis no controle e no planejamento motores, o cerebelo também contribui para o desvio voluntário da atenção*. (2004, p.311).

O cerebelo constitui apenas 10% do volume total do cérebro e, no entanto, contém mais da metade de todos os neurônios do Sistema Nervoso

Central. Assim, ele é visto como um respeitável meio de conexão de sensibilidade e coordenação de várias fases do processo cognitivo (o cerebelo participa das funções cognitivas relacionadas à atenção auditiva, memória auditiva, raciocínio abstrato, solução de problemas, discriminação e informação sensorial, processamento da linguagem). Nesse particular, compreendeu-se que essas informações quando danificadas podem causar bloqueios em processos não-motores, afetando, em especial, a rapidez e precisão com que as pessoas percebem as informações sensoriais.

Apesar de os biólogos considerarem o crescimento do córtex cerebral uma característica definidora do grau de evolução do cérebro humano, o cerebelo também cresceu de forma significativa, aumentando pelo menos três vezes ao longo do último bilhão de anos da história humana, conforme registros fósseis.

A figura abaixo faz menção em vermelho da localização do cerebelo no cérebro humano.

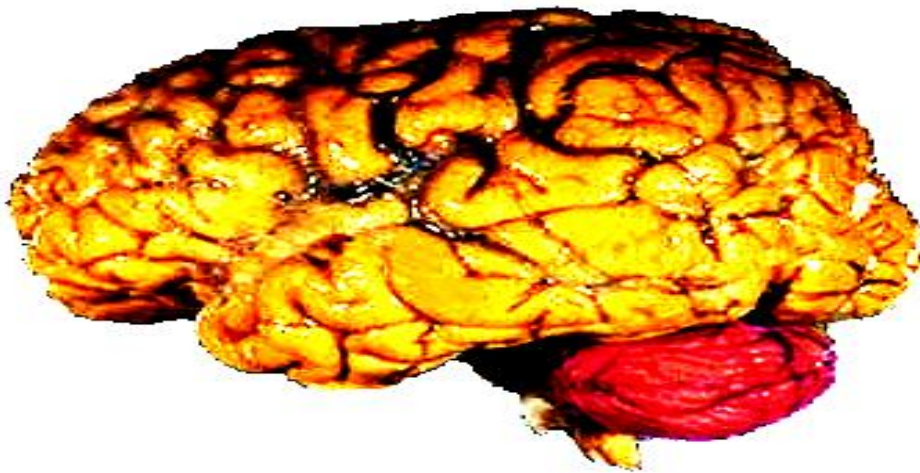


Figura 14: O Cerebelo

Fonte: Wikipédia, a enciclopédia livre em 25/07/2008.

1.3.6 A PLASTICIDADE DO CÉREBRO

Buscando iniciar uma nova abrangência do cérebro, passamos nos labirintos de sua plasticidade. O cérebro pode permanecer produtivo e criativo durante toda uma vida devido a sua capacidade de renovação. A cada nova

experiência, o ser humano pode aprender e reaprender, adaptar e modificar informações conforme as funções de regeneração das células nervosas e de suas inúmeras conexões entre os neurônios. Portanto, basicamente, a plasticidade é a capacidade de mudança do cérebro, ou seja, é a habilidade do sistema nervoso alterar o funcionamento do sistema motor e perceptivo baseado em mudanças no ambiente. Por esse ângulo, compreende-se que o cérebro não é limitado, pois, nunca perde a capacidade de se transformar.

De acordo com Restak *os fatores determinantes da saúde do cérebro são os pensamentos, as emoções e os atos, e não as leis mecânicas.* (2006, p.17),

Pensando nisso, percebeu-se que o cérebro é um órgão dinâmico que se adapta a novas informações, portanto, necessita de estímulos através de exercícios, pois, os mesmos dirigem-se aos hemisférios direito e esquerdo e destaca a importância de explorar a intuição para garantir um cérebro jovem e atuante, independente da idade.

Porém, este processo é gradual e dependendo do desenvolvimento do sistema nervoso, devem-se valorizar os progressos de cada dia, mesmo que sejam poucos. Conservar a juventude do cérebro requer estimulá-lo, pois, suas células nervosas quando excitadas produzem neurofinas, moléculas que estimulam seu crescimento e reação. Toda nossa existência está nas mãos do cérebro. Estudos epistemológicos trazem à tona, questões essenciais ao nosso processo de aprendizagem e de desenvolvimento referentes ao sistema nervoso, à memória, aos neurônios e ao pensar.

Portanto, Relvas argumenta que *a importância da abordagem da plasticidade cerebral por ser, o ponto culminante da nossa existência, do desenvolvimento da aprendizagem e também da reabilitação das funções motoras e sensoriais.* (2005, p.43)

Logo, entende-se que o cérebro muda durante a vida, se remodela, melhora a memória e a capacidade de raciocínio. Quanto maior o ato de exercitar as células nervosas do cérebro, maiores serão as potencialidades do ser humano. Essa questão torna-se essencial no contexto escolar, uma vez que, cabe aos professores buscar conhecer e estimular o cérebro de seus estudantes, pois cada um tem as suas próprias características.

1.3.7 A MEMÓRIA.

A memória é a base de todo o saber, ou seja, da nossa individualidade, da nossa história, da nossa individualidade, das nossas experiências captadas pelo corpo por meio de movimentos e sentidos e, a capacidade de julgamento, planejamento, abstração e atenção. Diferentes partes do encéfalo envolvidas no armazenamento de determinados tipos de informações formam a memória. (BEAR, 2006, p. 740). Aprendemos e lembramos de muitas coisas e é importante observar que, às vezes, esquecemos rapidamente algum fato, conteúdo, história. Portanto, determinado tipo de informação armazenado pode mudar com o tempo, de acordo com o tipo de memória.

Os diversos neurônios, das diversas áreas cerebrais, se especializam em tarefas definidas. Assim, uns são especializados para o processamento de informação visual, outros para processamento de estímulos verbais, outros coordenam a motricidade, outros definem apetites etc. Os processamentos cerebrais dependem de como esses neurônios podem ser associados. Isto é, dependem da eficácia da transmissão sináptica entre eles.

O aprender, por exemplo, de uma resposta motora a uma informação verbal, depende de aumentar a eficácia da transmissão sináptica entre neurônios encarregados da análise do som verbal e aqueles encarregados de controlar a resposta motora. A memória e a aprendizagem dependem, portanto, do relacionamento entre neurônios, relacionamento este que é governado por moléculas.

Têm-se notícias de que existem vários tipos de memória e que variam em complexidade, pois, são processadas de formas diferentes e em partes diferentes do cérebro. Conforme Capovilla e do Valle “*a memória humana está localizada em sistemas cerebrais conjugados*”. (2004, p.429),

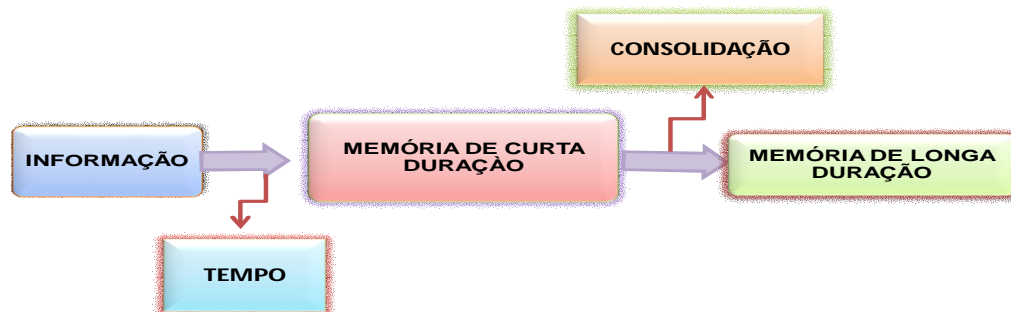
São elas:

- **Memória Reflexiva** (ou não-declarativa): é aquela inconsciente que inclui hábitos e habilidades. Nela se incluem todas as habilidades motoras, sensitivas e intelectuais, bem como toda forma de condicionamento.

- **Memória Declarativa:** é aquela que armazena e evoca informação de fatos e de dados levados ao nosso conhecimento através dos sentidos e de processos internos do cérebro, como associação de dados, dedução e criação de idéias. O tipo que nos interessa mais particularmente é a memória de procedimentos, ou seja, memória para habilidades, hábitos e comportamentos.
- **Memória Operacional:** é aquela sustentada pela atividade elétrica dos neurônios do córtex pré-frontal. Através dela pode-se determinar se uma dada informação é nova e convém guardá-la, ou se já deve ser evocada.
- **Memória Remota ou Permanente:** é aquela em que os fatos podem permanecer por anos. Ela é estável e mantém-se inalterada mesmo com a ocorrência de danos cerebrais graves.
- **Memória Recente ou de Curta Duração:** é aquela que retêm informação por um período curto e pode ser comprometida em vários processos patológicos.

Resumindo, podemos perceber que uma determinada informação pode ser armazenada temporariamente como memória de curta duração, mas o armazenamento permanente como memória de longa duração precisa ser concretizada. A memória é a base da aprendizagem. Repassar esses informes são fundamentais no espaço escolar, pois, tem-se a oportunidade de mudar o comportamento do estudante. Para que esse processo aconteça, o hipocampo é ativado e, todas as informações adquiridas são envolvidas entre os neurônios. A partir disso, o hipocampo descansa e, o lobo frontal, torna-se o responsável pela guarda das informações, dando origem ao raciocínio.

Representamos no quadro abaixo um esquema que contempla a memória de curta e longa duração.



Quadro 04: Memória de curta e longa duração
Fonte: Rezende (2008) apud (BEAR, 2006, P. 743)

Entretanto, a capacidade de informação dessas memórias está relacionada às condições psico-físico-afetivas do ser humano, pois, cada pessoa apresenta diferentes reações conforme a utilização de suas mentes e da capacidade biológica de suas células.

Relvas tem um discurso que demonstra essa relação psico-físico-afetiva da informação ao mencionar que o fato de que a *memória não está localizada em uma estrutura isolada do cérebro: ela é um fenômeno biológico e psicológico envolvendo uma aliança de sistemas cerebrais que funcionam juntos.* (2005, p.53).

Em verdade a contínua atividade intelectual como a leitura, exercícios com imagens, jogos e habilidades lógicas, espaciais e verbais auxiliam a manutenção da memória. Assim, um estudante ao assistir uma aula, recebe informações que se transformam em estímulos para o cérebro e circulam no córtex cerebral antes de serem arquivadas ou descartadas. Se o aluno não aprende um conteúdo é porque não encontrou nenhuma referência nos arquivos já formados para abrigar a nova informação.

Ainda neste sentido, Relvas (2005, p.59) elaborou algumas estratégias a serem aplicadas no contexto escolar.

São elas:

- ✓ Criar em sala de aula um clima favorável para a aprendizagem, eliminando-se a insegurança do estudante em suas respostas ou perguntas.
- ✓ Dividir a aula em espaços curtos, onde se propõem atividades diversificadas. Uma breve exposição, seguida de arguições, sínteses ou algum jogo pedagógico operatório é sempre mais eficiente do que uma exposição prolongada. Neste procedimento, o *kit neuropedagógico* se encaixa como uma opção que, além de dialogar com o conteúdo, estimula os sentidos e resgata a memória.
- ✓ Habituar o estudante a fazer da caneta ou lápis sua melhor memória, mostrando-lhe os usos consistentes de uma agenda, reforçando lembretes, cognitivos ou não.
- ✓ Desenvolver hábitos estimuladores da memória de maneira lenta e progressiva.
- ✓ Respeitar as particularidades de cada estudante e a maneira como sua memória melhor trabalha.
- ✓ Reservar alguns minutos da aula para conversar sobre o conteúdo estudado possibilita que o novo conhecimento percorra mais uma vez o caminho no cérebro dos estudantes. Assim, eles fazem uma releitura do que aprenderam.
- ✓ Estabelecer relações entre novos conteúdos e aprendizados anteriores faz com que o caminho daquela informação seja percorrido novamente, tornando mais fácil seu reconhecimento.

Portanto, cabe ao professor oferecer outras conexões, usando abordagens diferentes, investigando conhecimentos prévios e estabelecer relações entre novos conteúdos para tornar mais fácil o aprender. Quanto mais conexões, mais memória.

1.3.8 A HIPÓFISE

A hipófise é um órgão pequeno, do tamanho de uma ervilha alojada na base do crânio entre os olhos, numa depressão óssea chamada sela túrcica, abaixo do hipotálamo, na altura do nariz, em direção à nuca. No percurso da evolução do ser humano e da ciência, torna-se necessário ressaltar que há 2.500 anos, os gregos, já suspeitavam que a hipófise fosse uma ligação entre o cérebro e o resto do corpo humano. Só no fim do século XIX é que se suspeitou que a hipófise pudesse secretar hormônios, e que tanto o excesso de certas secreções como a falta de algumas substâncias hormonais poderiam levar a várias doenças já conhecidas na época.

Esta glândula é conhecida também por glândula pituitária, por isso reconhecida como glândula-mestra do sistema nervoso. É formada de duas partes:

1. *Hipófise anterior ou ADH (adenohipófise)*, que se origina de células epiteliais. A emissão de seus hormônios para o sangue está sob o controle de centros nervosos situados na base do cérebro, na região denominada hipotálamo. O hipotálamo, por sua vez, coordena as manifestações periféricas da emoção. (RELVAS, 2005, p.90). Dos sete hormônios produzidos pela adenohipófise, quatro exercem sua ação por intermédio de uma outra glândula endócrina.

2. *Hipófise posterior ou neuro-hipófise*. O lobo posterior é constituído por fibras nervosas desprovidas de mielina e por células da neurologia. Os hormônios neuro-hipofisários são a vasopressina ou hormônio antidiurético (ADH) e a oxitocina, de estrutura parecida. A oxitocina atua ao nível dos músculos lisos dos vasos sangüíneos do útero.

Assim, a hipófise estimula a tireóide a trabalhar por meio da secreção de um hormônio conhecido como TSH; estimula a lactação após o parto, através da prolactina; desenvolve o hormônio do crescimento e controla as glândulas supra-renais por um hormônio chamado ACTH.

A glândula pituitária ou hipófise, portanto, é um verdadeiro centro de regulação e manutenção do nosso sistema hormonal. Ela secreta uma série de hormônios que dirigem funções vitais diversas tais como crescimento,

desenvolvimento sexual, volume urinário, sendo indispensável desde a vida fetal, para que a criança em gestação tenha o estímulo necessário para começar a produzir hormônios da tireóide e essencial para que o recém-nascido tenha crescimento normal e ótimo desenvolvimento cerebral. Portanto, em última instância, a pituitária regula o funcionamento da glândula tireóide (um desequilíbrio pode causar o *hipotireoidismo*-retardo no crescimento e aumento da massa de gordura ou *hipertireoidismo*-produz ganho de peso, intolerância ao frio, afilamento do cabelo e espessamento da língua), das glândulas supra-renais, dos órgãos reprodutores (ovários e testículos), a produção do leite (lactação) nas mamas e o crescimento corporal. Também produz hormônios que causam a pigmentação escura da pele e que inibem a sensação de dor.

A figura abaixo visualiza esta glândula:

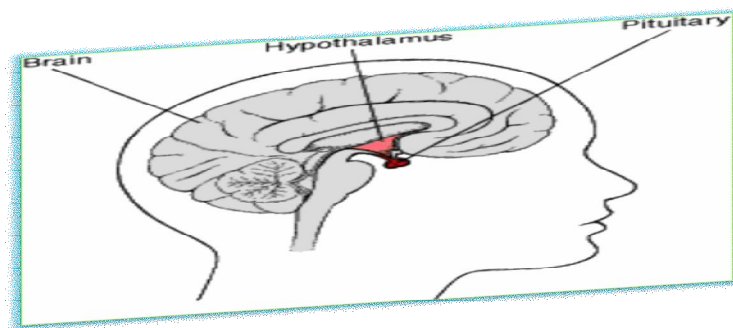


Figura 15: A Hipófise ou Pituitária

Fonte: www.gnosisonline.org/images/pituitaria.gif

Assim, a hipófise tem uma grande função na vida do ser humano: *controla o funcionamento da maioria das outras glândulas endócrinas.*

CAPÍTULO II

APROXIMAÇÕES TEÓRICAS COM A NEUROCIÊNCIA

2.1 Contribuições de Steiner nos estudos cerebrais

Rudolf Steiner (1999) sempre focou uma educação que possa construir com o *novo*⁴ através de buscas expressivas que ampliem o conhecimento na área de Ciências. Sabe-se, também, que a produção e a transmissão desse conhecimento ocorrem com diferentes tipos de linguagem e de *visão*⁵, pois, nem todo mundo está preparado para receber “*conhecimentos*”. Pensando nisso, buscou-se em algumas obras pedagógicas de Rudolf Steiner uma análise bio-psicossocial do homem, assim como, um aprofundamento e uma conscientização da atividade docente.

De acordo com o pensamento de Campos, *a ciência surgiu como uma etapa natural da evolução humana, marcada pela capacidade de produzir e transmitir conhecimento. (1999, p.26).*

Refletindo nisso e relacionando esse pensamento com a necessidade de evidenciar o homem como um ser dotado de aptidões, pressupõe-se que a capacidade de aprender é uma característica própria do sistema nervoso e, as funções corticais estabelecem a base do processo de aprendizado. O homem nasce com a capacidade de gerar conhecimento e, de transmitir a outros seres humanos. O estudo dos processos corticais revela importantes caminhos para o conhecimento do sistema funcional complexo que é o cérebro. O sistema nervoso garante à conexão das informações que recebe do mundo exterior e do próprio organismo, dirigindo, finalmente, de forma coordenada, aos órgãos internos, as resoluções necessárias à vida do indivíduo (motricidade voluntária, funções psíquicas, respiração, digestão, circulação sanguínea e sobrevivência da espécie). O cérebro com seus dois hemisférios

¹ O “novo” representa novas formas de sentir, pensar e agir em relação ao conhecimento, frente ao ensino de Ciências.

⁵ Formas diversificadas de aprender algo.

funcionam como um todo, estruturando a conduta do indivíduo em seus aspectos cognitivo e afetivo.

Rudolf Steiner se preocupou com o estudo de muitas esferas, sobretudo a fisiologia, neurologia, neurofisiologia, psicologia, filosofia, e nomeadamente, antropologia antroposófica. Diante desta perspectiva, buscou-se na Antroposofia e com ela a pedagogia Waldorf o olhar mais profundo do ser, em que educar e ensinar significa promover o pleno desenvolvimento das capacidades manifestas em cada ser humano. Os vastos campos na evolução da pessoa humana estão ligados a todas as variedades do seu desempenho, não só no desenvolvimento das suas potencialidades, mas também, nos processos cognitivos de sua maturação.

Ao abordar estas questões, voltamos nossos olhares a uma de suas obras: *O Estudo geral do homem: uma base para a pedagogia*, onde Steiner destaca a relação do indivíduo com todo o Universo, no sentido psíquico e, ao mesmo tempo, busca desenvolver nas crianças as faculdades de pensar, sentir e querer. Faz uma analogia entre a antipatia e a simpatia, relaciona-a com a nossa vida de sentimentos e que está sempre presente no ser humano. Para Steiner, a Antipatia reflete toda a vida, todo o mundo que percorremos antes do nascimento. Por sua vez, ela forma a memória, o conhecer, o conceito. Já a Simpatia se esteia no querer e dela nasce a fantasia. E se a fantasia é recebida de forma suficientemente intensa, o que na vida comum acontece apenas inconscientemente, assumindo tal vigor que permeie todo o ser humano até os sentidos, obtemos as imaginações comuns, pelas quais representamos os objetos exteriores. Assim como o conceito nasce da memória, da fantasia nasce a imaginação, que fornece as visualizações sensórias. Além disso, relacionam três focos: *a cabeça*, onde nasce a memória pela ação comum do sangue e dos nervos; *a medula espinhal e, os nódulos ganglionares* inseridos nos nervos simpáticos. Estes focos são detalhadamente discutidos no livro: *O Corpo como instrumento da alma, na saúde e na doença de Walther Bühler*.

Por outro lado, Steiner discorre sobre a hipercomplexidade da trimembração do homem (corpo mente e espírito). O professor moderno deve ter ampla visão das leis do Universo. Deve mostrar à criança o mundo da natureza e o mundo espiritual. Busca a conscientização do por que a criança vem à escola; de torná-la consciente de possuir mãos, levar isso tudo à sua

consciência e, mostrar através do desenho, da pintura e da música o que é belo, bom e verdadeiro. Desenvolver na criança a sensibilidade de ouvir. Procura desenvolver no educador a relação do ouvir, perceber, aprender, ler e sentir nas relações do corpo com o cérebro.

Portanto, duas questões justificam a relevância das contribuições de Steiner para o Ensino de Ciências: primeiro porque ele procura ressignificar um ensino que sempre foi, e ainda o é, nas escolas de modo geral, fortemente dominadas pelo método científico, onde o saber sobrepuja o sentir, o querer e o pensar. E num segundo momento, porque busca a necessidade de refletirmos o ser humano, como um ser biológico, inserido na natureza. Assim sendo, a prática do Ensino de Ciências, se legitima como uma possibilidade de sistematizar a educação, onde a inter-relação entre o eu e o outro, aspectos propostos por Steiner dentro da escola Waldorf⁶, sejam considerados indissociáveis na ação pedagógica do educador.

Na visão de Rudolf Steiner o ser humano é apreendido em seu aspecto físico, anímico (psico-emocional) e espiritual, de acordo com as características de cada um e da sua faixa etária, buscando-se uma perfeita integração do corpo, da alma e do espírito, ou seja, entre o pensar, o sentir e o querer. Ele parte do princípio que o ser humano é concebido por uma identidade espiritual própria e autônoma e, portador de potencialidades.

2.2 A Dialocidade da Neurociência com Edgar Morin

Há muito tempo, percebe-se que há coisas comuns nas diferentes áreas do conhecimento. Morin em um dos seus mais representativos livros do pensar complexo: *O método 3: o conhecimento do conhecimento*, redigido entre 1974 e 1986, mas, publicado definitivamente no ano de 1986, evidencia a necessidade de dialogar e interagir com os processos biológicos, antropológicos, psicológicos e culturais em uma dimensão epistemológica,

⁶ É uma escola que traz uma nova mentalidade científica e que atende às necessidades de desenvolvimento do ser humano. Busca-se também cultivar o sentimento de admiração que as crianças têm em relação à natureza e ao mundo como forma de manter vivo o seu interesse em aprender.

onde o conhecimento do conhecimento não poderá dispensar as aquisições e os conhecimentos científicos relativos ao cérebro.

O pensamento moriano acredita que todo conhecimento vem necessariamente de um computador (mente/espírito/cultura), fonte de extrema importância para o ser humano, pois realizam operações como tradução (signos/símbolos), construção (programas que articulam informações, signos e símbolos) e solução (reconstrução), já que é uma associação viva de células, idéias, estruturas e geram outro complexo com linguagem, organização, informação e conhecimentos.

Morin é categórico quando enfatiza que,

O cérebro dispõe de funções e aptidões polivalentes. Entre elas os neurônios, a calota cerebral (córtex e neocórtex), o encéfalo e suas infinitas funções. Tudo isso funciona num jogo de interdependência, de inter-retroações múltiplas e simultâneas de associações e implicações. Busca os paradoxos essenciais do cérebro, que ao mesmo tempo, produz e desafia os nossos meios de conhecimento. O cérebro é uma máquina hipercomplexa e inseparáveis são seus aspectos físicos, biológicos e psíquicos. Por isso, a menor percepção, a menor representação mental é inseparável do estado físico e dele em relação à disposição dos neurônios nas várias áreas corticais. (2005, p. 98).

Daí, o conceito de que a máquina cerebral é um enorme computador, reunindo de trinta a cem bilhões de neurônios, cada um dispendo de aptidões polivalentes, podendo captar e transmitir várias comunicações ao mesmo tempo e produzir novas aptidões que procuram encontrar aproveitamento sócio-cultural, provocando cada vez mais a complexidade.

Na seqüência, Morin aborda que as regiões mais importantes do ponto de vista do pensamento são o córtex e o neocórtex. A organização do cérebro tem a capacidade de combinar especializações e não-especializações, localizações e não-localizações. Deixa claro que a verdade encéfalo-epistemológico reside no caráter ambidestro do cérebro, ou seja, em qualquer situação, a racionalidade é frágil, deve ser objeto de reflexão permanente, de reexame e de redefinição. A afetividade é inseparável do conhecimento e do pensamento humano.

O cérebro, segundo Morin, é mais do que um sistema complexo é simplesmente um complexo de sistemas complexos.

Ele não dispõe de nenhum centro de comando, portanto, é acêntrico e policêntrico. Nele perpassam desordens, ruídos, sonhos, fantasias, delírios, imaginações, emoção, dor, prazer, desejo, paixão, amor, mentiras, loucuras, análises, sínteses, enfim, um sistema hipercomplexo. Três são os princípios que identificam e inter-relacionam esse sistema hipercomplexo. São eles, o dialógico, o autogerativo e o hologramático. (2005, p 114-115).

Para Morin (2005), a linguagem é um instrumento do pensamento e utiliza a computação como forma de associar as operações de separar e associar, enquanto, a cogitação desenvolve operações lógicas para o pensamento. A consciência é inseparável do pensamento e, conseqüentemente, da linguagem. Ela é a emergência do pensamento. O nosso cérebro só reconhece o mundo externo através das variações e diferenças, e os receptores sensoriais são, cada um à sua maneira, sensíveis a variações de estímulos químicos (olfato, paladar), mecânicos (tato, audição) e luminosos (visão).

Essas variações e diferenças, citada por Morin, são codificadas e transmitidas pelos neurônios, ou seja, opera-se uma estratégia de reconhecimento da identidade e uma estratégia de determinação da mudança através da identidade. O cérebro reconhece a imagem, reformula, analisa, descreve, enriquece objetiva melhor a sua percepção e, confere o seu conhecimento do mundo exterior. Ela é cognoscente, seletiva (pode ir além) e por meio disto constitui o ciclo perceptivo. Transforma as informações codificadas de uma primeira linguagem em novas traduções, até a sua representação. O indivíduo só percebe o real através da representação. A unidade fundamental da percepção, da lembrança, da fantasia, do sonho, está na representação. Tudo passa pela representação, o passado e o presente, o sonho e a vigília.

O nosso cérebro diferencia a percepção e o sonho, o controle organizador das aparências exteriores e lhes impõe os limites de espaço e de

tempo, esquemas de identificação e, constrói a coerência e a estabilidade perceptivas. O homem dispõe de estratégias cognitivas e a possibilidade de cogitar as computações, ou seja, de praticar estratégias cognitivas por meio das palavras, da linguagem, dos discursos, da idéia, da lógica e da consciência.

O novo desafio da educação tem sido a ênfase nos conteúdos, no uso da abordagem lógico-racional como critério de verdade, que levou as mentes a se condicionarem a um funcionamento generalizado da realidade.

A partir deste prisma, Morin pontua que:

A compreensão é a um só tempo meio e fim da comunicação humana. Entretanto, a educação para a compreensão está ausente do ensino. O planeta necessita, em todos os sentidos, de compreensão mútua. Considerando-se a importância da educação para a compreensão, em todos os níveis educativos e em todas as idades, o desenvolvimento da compreensão pede a reforma das mentalidades. Esta deve ser a obra para a educação do futuro. [...] A compreensão mútua entre os seres humanos, quer próximos, quer estranhos, é daqui para frente vital para que as relações humanas saiam de seu estado bárbaro de incompreensão. Daí decorre a necessidade de estudar a incompreensão a partir de suas raízes, suas modalidades e seus efeitos. Este estudo é tanto mais necessário porque enfocaria não os sintomas, mas as causas do racismo, da xenofobia, do desprezo. "Constituiria, ao mesmo tempo, uma das bases mais seguras da educação para a paz, à qual estamos ligados por essência e vocação." (2000 p.16-17)

Assim, retornamos à ética, que implica no auto-conhecimento, pois que a sua base, a empatia, centrar-se-ia no saber de si para entender o outro. O Dicionário de Sociologia de Allan G. Johnson (1997, p.191) define refletividade como o processo de referir-se a si mesmo, aplicando-se tanto à teoria quanto às pessoas.

Desta forma, busca o conhecimento, não do ponto de vista da simplificação, mas de forma dialógica, antagônica, hologramática e holoscópica. O princípio hologramático está centrado na complexidade da organização viva, à complexidade da organização cerebral e à complexidade sócio-antropológica. Nele, o todo está de certa maneira gravado na parte que está incluído no todo. Quanto ao cérebro, este princípio se encontra na relação do neurônio com o

organismo, pois um neurônio, como cada célula, detém a informação genética de todo o organismo.

Ainda nesse aspecto, Morin (2005) argumenta que para o ser humano adquirir o conhecimento a partir de uma teoria da complexidade é preciso que sempre haja uma relação do sujeito com o objeto, da unidade com a diversidade, do imaginário com o real. A essa relação deve ser dada uma dimensão dialógica bio-antropo-cerebral e sócio-cultural.

2.3 O pensamento de Vygotsky e sua relação com o cérebro

Vygotsky, ao longo dos seus estudos, preocupou-se fundamentalmente com a aprendizagem e a influência do ambiente social e cultural nos processos de aprendizagem. Para ele, a direção essencial do desenvolvimento não vai do individual para o social, mas do social para o individual. Sem deixar de reconhecer a importância fundamental da atividade individual, destaca que o indivíduo progride pela apropriação da cultura através das interações sociais, cuja vivência favorece a sua interiorização. Tal interiorização corresponde à reconstrução interna de uma operação externa e, nesse sentido, o desenvolvimento é uma sócio-construção.

Vygotsky defende que,

A atividade do sujeito é fundamental, enquanto processo de transformar o meio mediante o uso de instrumentos, destacando dois tipos de mediadores: as ferramentas que atuam diretamente sobre os estímulos e os signos ou símbolos que modificam o próprio sujeito e, através deste, os estímulos. É a cultura que proporciona ao indivíduo as ferramentas de que necessita para modificar o seu meio, adaptando-se ativamente a ele. A cultura é constituída por sistemas de símbolos que medeiam as nossas ações, sendo a linguagem o sistema de signos mais utilizado. (2003, p. 43).

Portanto, a linguagem tem um papel essencial, pois, além de ser um instrumento do pensamento, é um fator de desenvolvimento do próprio pensamento ao funcionar como instrumento de mediação entre os indivíduos e

a realidade onde se inserem. Os sistemas de signos são formados por conceitos e estruturas organizadas de conceitos.

Ainda nos olhares de Vygotsky (2001), o significado (mediadores simbólicos) é proporcionado pela cultura, pelo meio social. Mais especificamente, a aprendizagem passa a ser condição de desenvolvimento desde que se situe na designada *zona de desenvolvimento próximo* (ZDP) e que representa a diferença entre aquilo que o aluno é capaz de resolver por si só e aquilo que ele só é capaz de fazer sob a orientação de outros, professor ou colegas mais capazes.

A ZDP é um construto central na teoria da mediação de Vygotsky e representa um grande avanço, uma vez que possibilita compreender a dinâmica interna do desenvolvimento individual.

O limite inferior da ZDP é fixado pelo nível real de desenvolvimento do aprendiz. O professor potencia assim as aquisições do aluno, promovendo a transição de uma atividade tutelada para uma atividade autônoma. Uma das conseqüências educacionais da noção de ZDP é de que se deve orientar o ensino das Ciências para os objetivos de desenvolvimento e não somente para objetivos mínimos. Mais do que propor exercícios interessa, pois, propor aos alunos tarefas problemáticas e explorar *adequadamente* as interações entre os alunos.

Relvas defende três idéias de Vygotsky: *a primeira refere-se às características humanas, resultado da interação indivíduo e meio sócio-cultural. A segunda volta-se às funções psíquicas que têm origem nas relações homem-mundo e, a terceira, relaciona-se com a base biológica do funcionamento psicológico: o cérebro. (2005, p.104, 105).*

Portanto, compreender o processo de construção do conhecimento possibilita a concepção de ações voltadas para o desenvolvimento da inteligência dos estudantes.

Cachapuz (2005) *analisa as visões deformadas da ciência e da tecnologia transmitidas pelo próprio ensino, que estão contribuindo para o fracasso escolar e para as atitudes de recusa dos alunos.* Esta análise busca a reorientação das estratégias educativas, gerando um novo modelo de aprendizagem das ciências.

Ao transpor estas idéias para o Ensino das Ciências, Cachapuz (1995) refere que o primeiro tem a ver com a sua (do aluno) própria visão do mundo natural e é de natureza privada; o segundo resulta de interpretações feitas por outros, isto é, comunidade científica e a que o aluno tem acesso via (sobretudo) professor e/ou manuais escolares.

É por isso, que o conhecimento comum é construído na base do que o estudante acredita, enquanto que o conhecimento veiculado pela escola é marcado pela autoridade (professor e/ou manuais); o primeiro processa-se sem limites de tempo e de forma não sistemática, enquanto que, no segundo, há não só limitações temporais de acordo com o calendário escolar, mas também saberes dispersos de acordo com uma organização disciplinar. Dessa forma, os professores precisam gerar mudança de atitudes, promoverem novos valores, pensar e refletir na e sobre a ciência a partir de novas estratégias de aprendizagem.

Portanto, em linhas gerais, Steiner, Morin e Vygotsky em épocas e tempos diferentes buscaram reflexões sobre o conhecimento do ponto de vista da cultura, da pergunta, do desconhecido, das patologias, da fratura do saber e das crises dos fundamentos do conhecimento. Entende-se, portanto, que as relações humanas são relações carregadas de sentido, de organização, de linguagem e de complexidade, pois, elas surgem do conjunto de novas concepções, visões, descobertas, retroações, ações e reflexões que vão formar uma rede de conhecimentos.

2.4 O diálogo de Ausubel com o ensino de Ciências

Ao abordarmos a valorização do conhecimento no Ensino de Ciências, devemos estar conscientes de que este não se desenvolve somente na sala de aula, mas em todo o contexto onde o indivíduo se relaciona. Pensando nessa possibilidade, buscamos ao longo da trajetória desta dissertação, especialmente, na análise dos resultados, na valorização do conhecimento e na aprendizagem de significados dos conteúdos relacionados ao Ensino de Ciências uma aprendizagem mais rica e significativa.

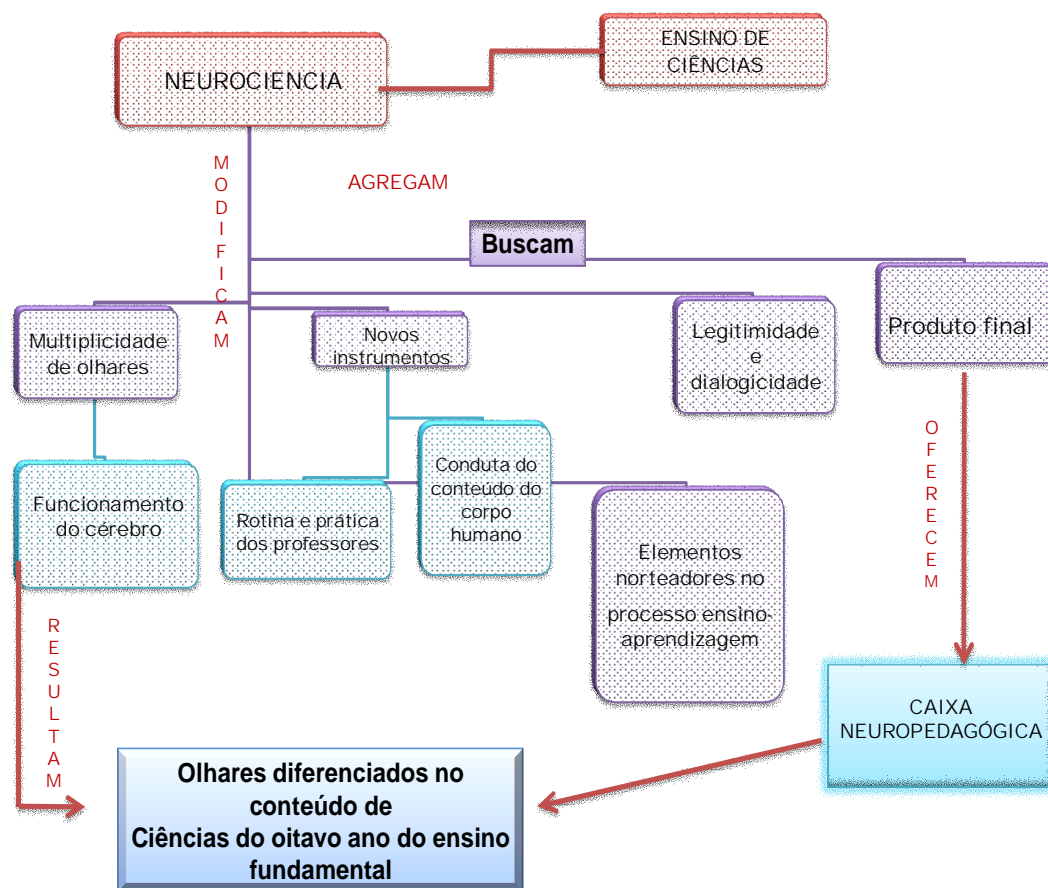
A partir desse ponto de vista, buscamos em Ausubel (2003) algumas idéias pertinentes à aprendizagem significativa, que *se propõe a lançar as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados e desse modo apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa.* (REVISTA CIÊNCIAS & COGNIÇÃO Vol. 13). Portanto, a grande vantagem desta teoria é a possibilidade do (a) professor (a) poder estabelecer um ritmo de aprendizagem através desse novo corpo de informações. Nesse caso quando o estudante tem pela frente uma nova fonte de informações e consegue através e por meio dela fazer conexões entre o material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio no assunto abordado, ele estará construindo significados pessoais para essa informação e, ao mesmo tempo, transformando-a em conhecimentos. Isso potencializa a capacidade de ver-ler-aprender e facilita a possibilidade da construção do conhecimento e do diálogo entre o Ensino de Ciências e a Neurociência. Ainda no olhar de Ausubel (1980), *a aprendizagem de conceitos sobrepuja o caráter da estrutura cognitiva existente no aluno.*

Sob este ponto de vista, entende-se que a aprendizagem como um processo articulado e significativo coloca em foco as diferentes dimensões do estudante sob a ótica integradora do aspecto cognitivo, afetivo, orgânico e social. Portanto, o estudante vai aprendendo à medida que o conhecimento vai construindo uma série de significados, já que na aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para um contexto diferente daquele em que ela se concretizou.

Para isso, repensar no Ensino de Ciências é redimensionar as práticas pedagógicas, oportunizando aos estudantes a possibilidade de aprender de forma criativa, rica, agindo, sentindo e pensando com o cérebro.

A partir da nossa busca em relação à aprendizagem dinâmica e à construção de significados surgiu o seguinte mapa cerebral, que foi construído com o propósito de buscarmos utilidade e relações significativas na análise dos conteúdos abordados em Neurociência e o Ensino de Ciências. Nomearam-se os conceitos mais importantes e as conexões a elas correspondentes.

A seguir, no quadro abaixo, apresentamos essa relação no mapa cerebral.



Quadro 05: Mapa Cerebral

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado, 2008.

Portanto, fica como produto dessa experiência a percepção de que a estrutura cognitiva, o Ensino de Ciências e a Neurociência estão constantemente se reorganizando e, em conseqüência, novos mapas são traçados e interpretados no decorrer dos tempos, a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. Por outro lado, expandir o Ensino Fundamental é causa imediata de toda esta estrutura para o efetivo domínio do conhecimento, uso adequado de conceitos e utilização de metodologias que vão além das salas de aula.

Em suma, as novas formas de aprendizagem conduzem a uma riqueza de saberes e respostas em constante atualização.

2.5 UM DIÁLOGO COM A ABORDAGEM DE WALLON

Dentre as teorias contemporâneas de aprendizagem, em especial as cognitivistas e as sócio-interacionistas, a de Wallon, tem apresentado preocupações epistemológicas, culturais, linguísticas e biológicas no ambiente educacional, na didática e em programas de ensino auxiliado pelos computadores, assim como sua influência no desenvolvimento de novas pesquisas na área da educação. Daí o interesse pelo diálogo com o Ensino de Ciências. A abordagem de Henri Wallon está centrada na psicogênese da pessoa completa, ou seja, no ser humano como um todo. Para Galvão (1993), o estudo de Wallon se dá no homem contextualizado, onde o ritmo no qual se sucedem as etapas do seu desenvolvimento é descontínuo, marcado por rupturas, retrocessos e reviravoltas, provocando em cada etapa profundas mudanças nas anteriores. Com isso, podemos constatar que a cada etapa ou estágio gera-se uma crise que não se dá linearmente, mas por reformulação e por maturação originando outra etapa.

Ainda neste sentido, Relvas destaca,

[...] *cinco etapas de desenvolvimento do ser humano, de interesses, de dominâncias e cognição, ou seja, impulsivo emocional (movimentos bruscos e desordenados); sensório-motor e projetivo (exploração do espaço físico); personalismo (exploração de si mesmo e de expressões como eu, meu, não); categorial (exploração mental do mundo físico) e, puberdade ou adolescência (exploração de si mesmo com uma identidade autônoma, de confronto, auto-afirmação).* (2005, p.109-110).

Cada uma dessas etapas busca um diferencial, de acordo com a idade do estudante. Ela inicia intermediando sua relação com o mundo físico; busca a linguagem e o ato motor para exteriorizar suas necessidades; desenvolve a construção da consciência e interesses; reorienta esses interesses para o conhecimento e a conquista do mundo exterior e, por fim, define os contornos das questões pessoais e existenciais. Todas estas questões resultam da

conquista de fases que vão se construindo à medida que o ser humano se desenvolve.

Nesta perspectiva, buscamos em cada uma destas fases o interesse e o diálogo, através do uso dos recursos que contém o kit neuropedagógico na prática de sala de aula em conjunto com os estudantes e professores.

Assim, procuramos representar, resumidamente, essas etapas presentes no quadro abaixo:



Quadro 06: Cinco etapas de desenvolvimento do Ser Humano de Wallon.

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado, 2007.

Neste sentido, a didática neste processo colabora com esta dissertação através do próprio método que utiliza-se da pesquisa exploratória e das ferramentas para construir práticas e técnicas dinâmicas no contexto escolar.

2.6 O PAPEL DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS FRENTE À NEUROCIÊNCIA

O professor de Ciências frente ao conhecimento da Neurociência poderá contribuir para o processo ensino-aprendizagem de forma enriquecedora e dinâmica, pois, ao compreender o processo cerebral, induzirá um desenvolvimento de trabalho com seus estudantes, aumentando a eficiência da aprendizagem escolar, rendimento dos mesmos, estimulando a interação entre as funções cerebrais e o dia-a-dia do ser humano. Conhecendo o funcionamento do sistema nervoso, os profissionais da educação podem

desenvolver melhor seu trabalho, fundamentar e melhorar sua prática diária, com reflexos no desempenho e evolução dos estudantes, interferindo de maneira efetiva nos processos que permitem a mágica do ensinar e aprender.

No entanto, ao se referir nessa mágica, os professores deverão criar uma nova consciência, a partir da necessidade de redimensionar e ressignificar suas ações pedagógicas em sala de aula.

A mediação do (a) professor (a) e a criação de situações para desenvolver o conteúdo de ensino-aprendizagem, devem atender às necessidades do estudante como um ser que é capaz de dialogar com todas as áreas do conhecimento, que busca diferentes maneiras de aprendizagem e apresenta múltiplas habilidades ao resolver problemas. Assim, repensar a formação dos professores no Ensino de Ciência significa (re) considerar a evolução nos campos da tecnologia, a transformação do sistema de produção com base científico-tecnológica, a postura reflexiva e crítica quanto à formação dos professores no Ensino de Ciências e os aspectos éticos e culturais no meio escolar.

Outro ponto fundamental nessa relação de ensinar-aprender é que os professores devem ter o conhecimento correspondente ao conteúdo que irão ensinar. Sem isso, tornam-se inseguros, dependentes do livro didático e pouco propenso a desenvolver atividades inovadoras nas aulas. Porém deve-se salientar que conhecer o conteúdo significa saber mais do que foi ensinado, envolvendo outros conhecimentos e metodologias, em função dos avanços científicos e pedagógicos no contexto escolar. Pensando nesta possibilidade, Santos, enfatiza que:

A disciplina de Ciências constitui um conjunto de conhecimentos necessários para compreender e explicar os fenômenos da natureza e suas interferências no mundo. Por isso, estabelece relações entre os diferentes conhecimentos físicos, químicos e biológicos, em cujos cenários estão os problemas reais, a prática social. Pode-se dizer que esse olhar para o objeto de estudo torna-se mais amplo e privilegia as relações e as realidades em estudo (2005, p.58).

Pautada nessa compreensão, o processo de ensino e aprendizagem de Ciências valoriza a dúvida, a contradição, a diversidade e a divergência, o questionamento das certezas e incertezas, e busca as relações sociais.

Nesse sentido, é importante que o professor de Ciências tenha claro a necessidade de conhecer os conteúdos científicos a serem ensinados; saber planejar, desenvolver e avaliar atividades de ensino que contemplem a participação ativa dos alunos; conceber a prática pedagógica cotidiana como ponto de partida e de chegada de reflexões e ações pautadas na articulação da teoria e da prática.

De acordo com Krasilchik,

O estudo dos conteúdos específicos decorrentes deste conteúdo estruturante entende o corpo humano e seu funcionamento de modo interdependente e não em partes isoladas. Portanto, os conteúdos deverão ser enriquecidos com assuntos que promovam conhecimentos científicos para além do senso comum, e que ressaltem as inter-relações entre o sujeito e o objeto de estudo da disciplina. (2000, p.85-93)

Portanto, vale considerar que essa perspectiva permite compreender a importância do kit neurológico, oferecido como um recurso metodológico na formação dos professores. Dessa forma, justifica-se a ênfase nas ações adotadas pelos professores em suas práticas de sala de aula e no comportamento dos estudantes em relação da forma como foi abordado o assunto que envolve o ensino do cérebro.

Ao se desdobrar em conteúdos específicos, é necessário que o conteúdo em questão estabeleça relações com os outros conteúdos estruturantes e que tragam sentido ao aprendizado dos estudantes.

Para tanto, a pesquisa de campo trouxe à tona a realidade do Ensino de Ciências na Amazônia, através de procedimentos metodológicos que nortearam o percurso da pesquisa e que será abordado no próximo capítulo.

CAPÍTULO III

3.1 PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO DA PESQUISA

Em matéria de ensino-aprendizagem, vive-se importante mudança de paradigma. Muitas são as teorias que podem informar a prática como a teoria comportamental, conexionista, gestaltistas, psicanalítica e outras, porém, é a sistêmica que nos dá uma nova visão da realidade já que o pensamento moderno busca uma verdade, uma descrição de *algo* de um jeito diferente (neste caso, a utilização do kit neuropedagógico) e da construção do pensamento científico. Vale ressaltar que, atualmente, o pensamento sistêmico faz relação com outros campos do saber, buscando tanto pesquisa integrativa quanto uma prática mais efetiva daquilo que é pesquisado.

Para Ausubel,

O pensamento sistêmico é uma nova forma de abordagem que compreende o desenvolvimento humano sobre a perspectiva da complexidade. Neste contexto, estabelecem-se as relações de aprendizagem e uma nova forma de olhar o mundo. Deve-se sempre partir do princípio de que o todo é mais que a soma das partes, tendo desta forma o Ensino de Ciências, especificadamente, o conteúdo cerebral como um todo integrado cujas partes essenciais surgem das inter relações entre as partes que compõe o cérebro. Entender esse diálogo sistemicamente significa, literalmente, colocá-lo dentro de um contexto e estabelecer a natureza de suas relações. (2003, p. 58)

Nesse mesmo pensamento Capra (1996) argumenta que *quanto mais são estudados os problemas de nossa época, mais se percebe que eles não podem ser entendidos isoladamente.* (p. 22)

Ajustando esses aspectos à realidade de sala de aula, compreendeu-se que os nossos conhecimentos estão interligados, são interdependentes e devem apresentar-se com uma linguagem mais prática. Dessa forma, para compreender essa relação que se faz presente entre a Neurociência e o Ensino de Ciências é preciso ampliar nossos horizontes, nossos conhecimentos e apreciar o tipo de operações que realiza no contexto escolar. Sabemos que

atualmente não se investe na formação do professor reflexivo, mas, na forma de processar informações.

Neste processo ativo do aprender, o professor atua como intelectual que constrói o saber através de suas interações com o outro, com o mundo pós-moderno e com ele mesmo. O nosso conhecimento é multi e transdisciplinar que permite uma dialética entre áreas afins e diferentes. Portanto, nesta ótica, buscamos desenvolver atividades ao professor de Ciências do oitavo ano do Ensino Fundamental integradas às habilidades lógico-racional-cognitiva e lingüístico-motora em sua práxis, bem como, discutir a importância e as implicações disso no processo ensino-aprendizagem.

Para Libâneo

Educação é um conceito amplo que se refere ao processo de desenvolvimento onilateral da personalidade, envolvendo a formação de qualidades humanas - físicas, morais, intelectuais, estéticas – tendo em vista a orientação da atividade humana na sua relação com o meio social, num determinado contexto de relações sociais... A instrução refere-se à formação intelectual e desenvolvimento das capacidades cognoscitivas mediante o domínio de certo nível de conhecimentos sistematizados... "O ensino corresponde a ações, meios e condições para a realização da instrução; contém, pois, a instrução." (1993 p. 22-23).

Nesta perspectiva, percebeu-se que quanto mais estruturado um saber, mais forte e duradouro são os princípios que o fundamenta. É perceptível que em vista da globalização, da modernização, da reorganização da sociedade, da precarização das relações de trabalho, novas práticas são requeridas aos profissionais da educação. Por isso, os desafios e as perspectivas caminham juntos, comprometidos com uma prática pedagógica de qualidade que exige dos educadores uma nova forma de se aprender e apreender o conteúdo que se trabalha.

Ainda a partir de Libâneo (1993), pode-se dizer que, o processo do aprender infere na formação integral do indivíduo como ser social multidimensional. Por isso, o professor precisa conduzir à instrução-ensino dentro dos objetivos educativos, que são os de desenvolver as múltiplas qualidades humanas. Concordamos, neste sentido, com Astolfi quando ele afirma:

[...] o professor deve dispor de ferramentas que devem ser buscadas na observação, na análise, na gestão, na regulação e na avaliação de situações educativas. Para isso, identificou quatro famílias de variáveis quanto à sua formação: ensinar a comunicar, ou seja, acreditar em sua capacidade de poder sempre ajudar o outro a se apropriar do saber; dominar os conteúdos a ensinar; utilizar ferramentas diversas que se apóiam na reflexão didática e, a ética e os valores no processo do aprender. (1999, p. 122, 123).

Levantamos, aqui, a hipótese de que a curiosidades leva à experimentação do processo de aprender que far-se-á à medida que a instrução e a formação se tornam enfoques interdependentes e integrados, da tarefa educativa. Falamos, assim, de capacitação, de competência e é nesse âmbito que desenvolveremos a análise, a competência educativa e formadora de como se dá a relação do aprendizado de Ciências com a Neurociência no universo escolar.

3.2. PERCURSO PELAS ESCOLAS

O Ensino de Ciências investiga ao longo dos tempos uma aprendizagem significativa, pois em geral está relacionada com a mudança ou evolução da estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, a aprendizagem cognitiva. Moreira (1999) mostra que se pode falar em aprendizagem significativa em distintos referenciais teóricos construtivistas. Já Ausubel (2003) diz que numa aprendizagem significativa dois pontos são básicos: os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e a nova informação que acontece através de idéias, conceitos, aprendizagens. Além disso, outro fator básico é a interação entre esses dois pontos. Havendo essa interação e significação à nova informação a aprendizagem é dita significativa. Quando há dificuldades em estabelecer essa interação Ausubel (2003) recomenda o uso de organizadores prévios (materiais introdutórios) que sirvam para ancorar a

nova informação, levando ao desenvolvimento de conceitos que facilitem a aprendizagem.

Pensando nisso, elaboraram-se alguns passos para se alcançar o percurso teórico-metodológico dessa dissertação. Após várias tentativas de pensar e repensar, de angústias e dúvidas, finalmente foram escolhidas as escolas que representariam o contexto desta pesquisa.

Deste modo, os estudos em campo foram realizados em dez escolas, escolhidas aleatoriamente, estaduais e particulares que abrangem o município de Manaus; as mesmas funcionam nos três turnos: matutino, vespertino e noturno. Dentro deste contexto, escolheram-se vinte professores do Ensino de Ciências que atuavam no oitavo ano do Ensino Fundamental, ou seja, dois por escola. Um ponto crucial, observado nas escolas da rede salesiana é o fato de que, o tema investigado não acontece na série escolhida, oitava, mas, numa seqüência atípica já que as mesmas utilizam um material didático próprio (livro didático da rede salesiana). Não se pensou em dividir os professores por zona, no âmbito de Manaus, mas, naqueles que trabalhavam em zonas diferenciadas para se ter uma noção geral, embora o contexto seja bem pequeno, de como se dá o aprendizado de Ciências na referida série, conforme foi dito acima.

3.3 PLANO DE TRABALHO

O trabalho proposto visa desenvolver uma metodologia que reúna atividades referentes ao estudo do cérebro permitindo, assim, um diálogo entre os conteúdos abordados no oitavo ano do Ensino Fundamental com os avanços da Neurociência. Essa metodologia pretende orientar professores na utilização de informações dos avanços da Neurociência levando novos conhecimentos sobre o funcionamento do cérebro ao processo ensino-aprendizagem em Ciências. Esses avanços permitem que os professores entendam melhor o funcionamento biológico do cérebro e aprofundem a qualidade pedagógica da sua práxis, estimulando a capacidade de pensar e criar dos estudantes no processo do aprender. Para isso, construiu-se um "kit neuropedagógico", contendo jogos didáticos e leituras de alguns conteúdos (o funcionamento do cerebelo, a importância da hipófise), considerados básicos

através de histórias em quadrinhos que facilitem o exercício do cérebro e da Neurociência como facilitadores do processo ensino-aprendizagem. Em princípio, nossa intenção foi desenvolver entrevistas não diretivas, já que buscamos avaliar até que ponto os aspectos levantados como importantes na formação do professor estariam presentes na sua prática educativa e, de que modo tais aspectos vêm sendo trabalhados e internalizados.

Queremos ressaltar que as questões não diretivas criam um clima de diálogo espontâneo. Nesta perspectiva, Silva apud Michetat dá as razões para essa nossa opção:

[...] Sua contribuição [da entrevista] parece-nos essencial todas as vezes que se procura apresentar e prestar conta dos sistemas de valores, de normas, de representações, de símbolos próprios a uma cultura ou a uma subcultura. (...) O recurso à entrevista não diretiva repousa igualmente sobre a hipótese de que a informação mais acessível, aquela que é conseguida por questionário, é a mais superficial, a mais estereotipada e a mais racionalizada. (...) Ao contrário, a informação conseguida pela entrevista não diretiva é considerada como correspondendo a níveis mais profundos, isto porque parece existir uma relação entre o grau de liberdade deixado ao entrevistado e o nível de profundidade das informações que ele pode fornecer. A liberdade deixada ao entrevistado (sendo a não-diretividade, todavia relativa) facilita a produção de informações sintomáticas que correriam o risco de serem censuradas num outro tipo de entrevista, (...) Quanto mais importante é o material, mais ele se enriquece com elementos que permitem ao analista atingir níveis mais profundos. (...) ... o que é da ordem afetiva é mais profundo, mais significativo e mais determinante dos comportamentos do que o que é apenas intelectualizado. Isto não quer dizer que o que é afetivo não tem seu correspondente numa expressão intelectualizada, ou não tem componente intelectualizado.... "Considera-se que a entrevista não diretiva permite, melhor do que outros métodos, a emergência deste conteúdo sócio-afetivo profundo, facilitando ao entrevistador o acesso às informações que não podem ser atingidas diretamente." (1994, p.46)

Portanto, a entrevista não diretiva propicia liberdade aos nossos professores. A relevância dessa avaliação está em sua contribuição para apontar os fatos, situações, concepções, determinações que dificultam, impedem, ou estimulam a renovação da educação e do educador, conforme os enfoques que propomos. Saber da realidade de modo mais acurado nos dá elementos para previsão, planejamento, e ação futuros, com vistas a se atingir os novos objetivos. Em seguida, buscou-se a aplicação do "kit

neuropedagógico” entre os vinte professores selecionados na amostra da pesquisa.

Com a implementação deste “kit” entre os professores foram desenvolvidas variações sistemáticas e o novo plano de trabalho proposto pode ser elaborado nas seguintes tarefas:

3.3.1 Preparação da documentação

Esta atividade visa preparar a documentação detalhada sobre o desenvolvimento desta pesquisa, incluindo a dissertação e alguns anexos contendo:

- Um questionário aplicado aos professores com sete questões abertas, pois dão condição para discorrer, espontaneamente, sobre o que está se questionando (as respostas são de livre deliberação, sem limitações e com linguagem própria).
- Um questionário aplicado aos professores com quinze questões de resposta fechada, em que selecionariam a opção (dentre as apresentadas), que mais se adequou à sua opinião. Este tipo de questionário permite contextualizar melhor a questão.
- Um termo de consentimento formal de participação do trabalho de Mestrado intitulado: *“A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem em Ciências: um diálogo necessário”*.

3.3.2 Desenvolvimento das etapas de observações nas escolas selecionadas

- Levantamento do material didático (livros, atlas, jogos, quadros, etc) disponibilizado pelas escolas e utilizado pelos educadores, no processamento da explicação do conteúdo.
- Compreensão das partes para conhecer a diversidade e a totalidade.

- Estabelecer a relação de conhecimento dos educadores selecionados com o atual desenvolvimento do cérebro e o tipo de relação que este conteúdo faz com a Neurociência ao nível do desenvolvimento no universo educacional.
- Verificar as fontes bibliográficas utilizadas no desenvolvimento do conteúdo que se refere ao estudo do cérebro na série escolhida.
- Observar a dinâmica e os métodos desenvolvidos pelos professores em sala de aula.

3.3.3 Estratégias desenvolvidas ao longo do trabalho

- Perceber os preconceitos (convencionalismo), as intenções e os julgamentos, particularmente relacionados com o tema desenvolvido nesta dissertação.
- Organizar as atividades a serem assimiladas de forma significativa, em que o estudante apresente uma disposição para o aprendizado e não para simplesmente memorizá-lo mecanicamente.

A esse respeito, Capovilla e Do Valle nos diz *que [...] a memória humana está localizada em sistemas cerebrais conjugados... e, a memória recente retém informações por um período muito curto, mecanicamente, comprometendo o aprendizado. (2004, p.429).* Ainda nesse aspecto, Bear defende que *a memória que nos interessa é a memória de procedimentos, ou seja, aquela voltada para habilidades, hábitos e comportamentos. Ela resulta diretamente da experiência. (2006, p.740-741).*

Acreditamos que a capacidade de informações deverá ser sustentada por um longo tempo, alimentada por exercícios que ativem todas as percepções do ser humano.

- Organizar e aproximar atividades mais profundas, e ao mesmo tempo, simples, prazerosas e práticas para desenvolver o conteúdo com os estudantes. Essas atividades estão presentes no “kit neuropedagógico”.

- Analisar os resultados da aplicabilidade do “kit neuropedagógico”.
- Divulgar os resultados da pesquisa e o uso do “kit neuropedagógico” para os professores, assim como, a compreensão da atividade cerebral local/global e o significado funcional dos diversos ritmos e efeitos no processamento cognitivo através do raciocínio lógico, percepção, linguagem e memória.
- No seguimento, pretendeu-se responder a um conjunto de questões associadas ao tema que poderão ocorrer no desenvolvimento destas questões.

3.4 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Foram definidas quatro categorias de variáveis: identidade, formação, atitudes e motivação. As variáveis de identidade da pesquisa referem-se aos dados pessoais e profissionais dos professores entrevistados. Na formação buscou-se a escolaridade e a área de atuação. A atitude representa uma predisposição para uma reação comportamental em relação a um produto, organização, pessoa, fato ou situação (MATTAR, 1994, p. 208). Assim é possível salientar através de opiniões, as declarações dos professores ou julgamentos específicos sobre algumas das questões formuladas pela pesquisadora.

Ainda na perspectiva de Mattar, *a motivação refere-se às necessidades, desejos, vontades, impulsos que direciona ou canaliza o comportamento de pessoas para atingir determinados objetivos* (1994, p. 163). Isso mostra a intenção do professor em seu processo de formação de mudanças na organização do trabalho.

3.5 O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Sabe-se que o conhecimento é uma (re) criação da realidade concreta vivenciada e refletida individualmente, porém, dentro do coletivo. Esta (re) criação se dá em nível de pensamento, de teoria. Pensando nisso, refletiu-se

na ênfase de se estabelecer um fazer educativo multidimensional e multifuncional voltados para a diversidade e a realidade de nossas escolas, sistemas, método e teorias que expressam uma prática de princípios e procedimentos diferentes para o ensino, aqui particularmente, o Ensino Fundamental.

Outro ponto pertinente nesta pesquisa está no fato de que o professor precisa apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa, presente em um processo de ensino e aprendizagem. Neste aspecto, buscou-se em Ausubel (2003) a apreensão do conteúdo de forma ordenada, significativa, onde novos dados serão assimilados e armazenados ao conhecimento do estudante. Isso significa que muitas vezes o estudante aprende um conteúdo mecanicamente e só mais tarde percebe que este se relaciona com algum conhecimento anterior já dominado. Ausubel (2003) compreende esse conhecimento numa concepção *subsunçoriano*, ou seja, uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, existente na estrutura cognitiva.

Esse conhecimento adquirido através da interação do kit neurológico representa todo conteúdo informacional armazenado ao conhecimento anterior que se integrará àquilo que o estudante já conhece.

Essa experiência cognitiva, porém, não acontece apenas unilateralmente, mas numa interação evolutiva entre "velhos" e "novos" dados.

Assim, nesta perspectiva e com relação aos objetivos previstos para essa dissertação realizou-se uma pesquisa com os seguintes critérios:

Buscamos na trajetória dessa dissertação uma pesquisa exploratória com levantamento bibliográfico de diversas fontes, com a finalidade de melhor adequar o instrumento de pesquisa à realidade que se pretende conhecer, isto é, a realidade que os professores de Ciências do oitavo ano trabalham com o conteúdo do cérebro e seu diálogo com a Neurociência deve ser percebido tal como ela é.

Esse cuidado justifica-se no pensamento de Mattar (2002) ao esclarecer que esse tipo de procedimento visa fornecer ao professor um maior conhecimento sobre o tema ou problema de pesquisa em perspectiva.

Nesta expectativa, descreve que:

O homem enquanto co-participante de um estudo, pode ser observador de si mesmo e, inclusive, de outros seres humanos. No campo científico, os resultados das pesquisas são, em geral, novas descobertas que se renovam por meio da criatividade e dos conhecimentos do pesquisador. (MATTAR, 2002, p.153).

Nesse sentido, a pesquisa exploratória visa o aprimoramento de idéias, de esclarecer e modificar conceitos, considerando técnicas diferenciadas para uma amostra reduzida. Dá-se ainda como descritiva, pois, utilizou questionários e observações sistemáticas. Não há interferência do investigador, que apenas procura perceber, com o necessário cuidado, a freqüência com que o fenômeno acontece. É uma pesquisa-ação porque incorpora a dimensão epistemológica e suas ações decorrem de um agir comunicativo, compartilhado, integrando processos de reflexão, de pesquisa e formação. Por último, ela se encaixa no tipo explicativa, bibliográfica, pois além de observar, registrar, analisar, classificar e interpretar os diversos fatos coletados buscou o porquê das coisas em textos, livros e registros e interferiu no objeto de estudo em nossa pesquisa.

De acordo com Lakatos & Marconi, “*a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras*”. (1995, p. 43)

Portanto, a metodologia que sustenta esta Dissertação de Mestrado foi qualitativa, utilizando procedimentos de análises documentais, de aplicação de questionário, de observação de práticas pedagógicas e entrevistas. Ela se define como sendo de caráter empírico, pois estabelece procedimentos de aplicação mediante técnicas de levantamento de dados *in loco* sobre o objeto investigado. Justifica-se na abordagem já que admite uma maior apreensão da rotina que acontece na expressão do cotidiano escolar, descrevendo as condutas, ações, práticas e vivências do grupo de professores selecionados, com os fatos pedagógicos, ou com as formas de ensinar e aprender.

A tarefa da pesquisa é descobrir e criar. Criar algo que produza transformações, melhorias, crescimento. Demo (2003) *assegura que é*

necessário, ultrapassar os limites da descoberta para que através da criatividade sejam produzidos os conhecimentos. Portanto, o professor formador deve refletir a ação de sua prática. O *trabalho de campo* que este estudo envolve está vinculado ao propósito de qualificar a pesquisa sobre os temas que abordam a Neurociência e o Ensino de Ciências.

A metodologia não só contempla a fase de exploração de campo como a definição de instrumento e procedimentos para análise dos dados. (MINAYO, 1994 p. 43).

Assim, a pesquisa em pauta buscou novos questionamentos no âmbito intelectual com atividades organizadas de forma a garantir que cada ação pedagógica resulte em uma contribuição para o processo de aprendizagem de cada estudante. Mediante o processo seletivo dos conteúdos relacionados ao tema da Neurociência, estabeleceu-se, então, uma aproximação com um de seus tópicos: *o Ensino de Ciências*.

Para a entrada em campo, a fim de efetivar a pesquisa, foi necessário idealizar uma estratégia de procedimentos para a investigação propriamente dita. Para esse fim, alguns cuidados foram tomados. Em primeiro lugar, definimos para fim de investigação do fenômeno em pauta algumas escolas estaduais e particulares, localizadas na cidade de Manaus e selecionamos a turma do 8º ano (antiga 7ª série) do Ensino Fundamental para aplicar atividade que envolve o corpo humano, em especial, o cérebro.

Em segundo lugar elaborou-se um procedimento de investigação envolvendo os seguintes passos:

O pesquisador observará quais os professores que estão atuando no Ensino de Ciências na turma selecionada, ou seja, do 8º ano (antiga 7ª série) do ensino fundamental.

As visitas nas respectivas escolas possibilitaram o desenvolvimento de conversas informais, o estabelecimento de contatos, a apresentação da proposta de trabalho.

As informações obtidas nas visitas foram minuciosamente anotadas, relatórios foram elaborados, as conversas foram gravadas e foram feitas muitas perguntas. Estivemos atentos à forma como as pessoas se relacionavam e como se dava a inserção do tema desta dissertação com o corpo de professores que atuavam no oitavo ano do Ensino Fundamental. Enfim, foi

possível captar, por meio de diálogos e observações, todos os elementos que poderiam ser reveladores da problemática estudada.

Assim, aos olhares de Almeida,

O novo educador talvez tenha de incluir, duas tarefas que, mesmo distintas, são complementares. Uma diz respeito à reconstrução de seu próprio perfil enquanto profissional da educação e, a outra, em exercitar uma verdadeira aeróbica dos neurônios no sentido de descobrir e desconstruir imprintings paradigmáticos que impedem novas e ampliadas “sinapses cognitivas” de alunos cada vez mais ávidos em expor suas subjetividades, seus mapas cognitivos autobiográficos e de compreender o conteúdo das disciplinas científicas por via da partilha e da co-produção. (1997, p.42)

Portanto, procurou-se descrever as atividades que envolvem o tema em questão; as dificuldades encontradas pelos professores na área de atuação; o desempenho dos professores observado na escola analisada e a motivação que o professor tem para apresentar o conteúdo de Ciências.

Por ultimo, delineou-se a concepção da técnica investigatória que envolve os passos supramencionados.

Dentre as escolas cadastradas junto à Secretaria Estadual de Educação, dez foram selecionadas para composição da amostra, de acordo com os critérios descritos no capítulo anterior. Para cada uma das escolas selecionadas foi realizada uma abordagem inicial, pessoalmente, com a direção da escola, supervisora e, em seguida, os professores. Nestes contatos foram expostos os objetivos da pesquisa, solicitada sua participação e, havendo concordância, determinado o número de questionários necessários para serem respondidos pelos professores, assim como definidas as datas para entrega do instrumento de coleta de dados aos participantes do estudo.

Os dados foram coletados nos locais de trabalho dos professores selecionados, respeitando-se sua disponibilidade. Os instrumentos foram, em sua maioria, aplicados individualmente. De posse dos questionários, apresentaremos os resultados e discussão de acordo com a seqüência do instrumento de coleta de dados (em anexo).

Para isso, a pesquisa em pauta levou em conta a seguinte possibilidade: a investigação deverá estar aberta a novas descobertas, e a

diálogo entre os sujeitos envolvidos na pesquisa. Para isso, impõe-se a necessidade de um cuidado teórico-metodológico com o tema investigado porque no âmbito das ciências a pesquisa de campo não se explica por si mesma.

Nesse sentido, a teoria de pesquisa que envolve nossa investigação sobre *“A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem em Ciências: um diálogo necessário” com professores que atuam da rede estadual, municipal e particular na cidade de Manaus* perpassa por um programa investigatório constituídos de uma fase preparatória de elaboração teórico-metodológica e de uma fase de aplicação do kit neuropedagógico que define o trabalho de campo propriamente dito.

A coleta de dados no ambiente escolar se deu da seguinte forma:

- Dois encontros semanais, individuais ou em grupos, já que havia escolas com mais de dois professores que atuavam com o Ensino de Ciências.
- Esses encontros aconteceram com dias alternados, com o intuito de observar a desenvoltura espontânea das práticas em sala de aula e o que e como se apreende do conteúdo exposto.
- Ao final, foram registrados em nosso caderno de campo, uma análise crítica-reflexiva das práticas desenvolvidas pelos professores da amostra assim como, o material didático teórico e prático, as angústias, as críticas e as dificuldades do dia-a-dia escolar.

Nesse sentido, a análise dos dados coletados procurou garantir que as aprendizagens se tornariam úteis numa perspectiva de ação quando os indicadores de mudanças no processo ensino-aprendizagem identificariam quais as atitudes observadas nas práticas cotidianas de sala de aula e quais os indícios de posturas crítico-transformadoras. Por fim, ocorreu a elaboração de um quadro com os indicadores de análises de práticas pedagógicas representativos dos possíveis efeitos teoricamente esperados nas propostas da aplicação do kit neuropedagógico.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados das tabulações estatísticas dos dados obtidos na pesquisa de campo realizada junto à amostra selecionada, assim como, as inferências a partir daí obtidas.

O quadro que se segue, demonstra as escolas escolhidas para a realização da pesquisa.

ESCOLAS ESTADUAIS E PARTICULARES	BAIRROS DE MANAUS-AM
01. ESCOLA A	SÃO FRANCISCO
02. ESCOLA B	ALEIXO
03. ESCOLA C	CENTRO
04. ESCOLA D	ADRIANÓPOLIS
05. ESCOLA E	DOM PEDRO
06. ESCOLA F	PRAÇA 14 DE JANEIRO
07. ESCOLA G	PARQUE DEZ
08. ESCOLA H	PETRÓPOLIS
09. ESCOLA I	ADRIANÓPOLIS
10. ESCOLA J	PARQUE DEZ
TOTAL DAS ESCOLAS	10 (DEZ)

Quadro 07 – Características das escolas visitadas (nome fantasia)

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Nestas ocasiões forneceram-se explicações sobre a finalidade do estudo e reforçada sua destinação acadêmica, sobre o preenchimento dos questionários e das garantias de privacidade e anonimato, além de estabelecer as datas para devolução dos mesmos. No total, foram analisados quinze conjuntos de questionários.

O Gráfico abaixo ilustra a participação percentual dos professores que representam um retorno de 100% sobre o total de 15 conjuntos distribuídos e respondidos pelos professores selecionados na escola onde atuam.

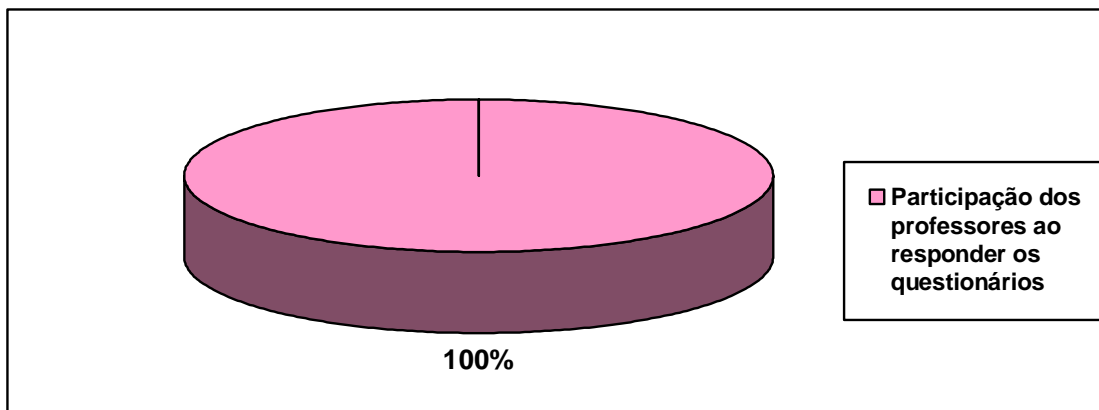


Gráfico 01 – Participação efetiva dos professores com o material de entrevista

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Tendo em vista os objetivos desta investigação, bem como o procedimento (aplicação dos questionários) acima apresentado, buscou-se os seguintes questionamentos de pesquisa que orientaram as análises dos resultados:

- a) de que forma os resultados da presente investigação facilitam a práxis do professor de Ciências do oitavo ano do Ensino Fundamental?
- b) em que extensão, a aplicabilidade das atividades contidas no kit neuropedagógico poderia ter alterado comportamentos de planejar e propor unidades didáticas exibidas antes da participação na pesquisa?
- c) de que modo os professores da amostra estabeleciam diálogos entre os conteúdos do ensino de Ciências e a Neurociências?
- d) quais seriam as possíveis relações entre as discussões verbais efetuadas nas etapas anteriores do procedimento e o desempenho planejado para cada questão norteadora desta dissertação?

Diante destas indagações e almejando maior clareza da apresentação dos resultados obtidos ao longo do desenvolvimento das etapas da aplicabilidade dos questionários, buscou-se responder as perguntas acima descritas, através da discussão do primeiro questionário que contém perguntas

numa abordagem fechada, isto é, aquela que permite contextualizar melhor o momento, dando clareza, uniformidade, rapidez e simplificação na análise das respostas. Portanto, foi construída uma estrutura de análise organizada em função desses questionamentos.

Inicialmente, ao analisarmos a formação dos educadores entrevistados foi possível observar que, numa amostra de quinze professores, encontramos 9 (nove) com formação acadêmica e 6 (seis) cursando a Universidade. Portanto, em valores percentuais, destacou-se o seguinte gráfico:

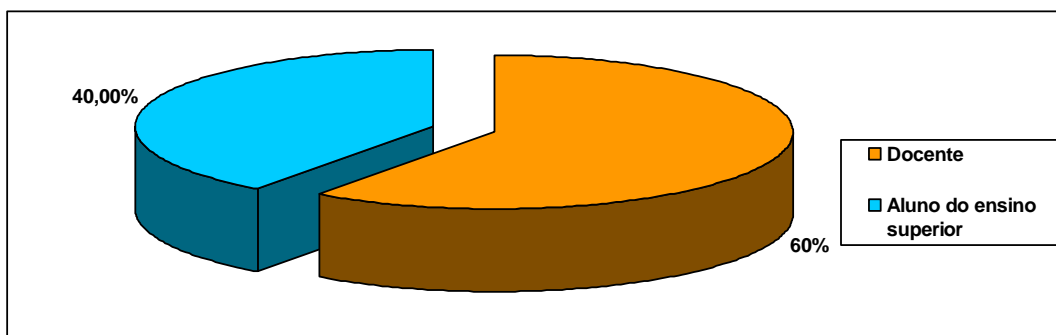


Gráfico 02: Que função desempenha?

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Embora estejamos conscientes de que o índice percentual atinja um resultado satisfatório, não deixa de ser um indicador da situação atual em que nos encontramos e que é caracterizada pela necessidade cada vez maior da formação acadêmica e científica dos professores no âmbito escolar.

Neste aspecto, Astolfi salienta que *as formações de professores se nutrem da hipótese que uma maior mestria dos saberes acadêmicos e profissionais dos educadores infui positivamente no sucesso escolar dos alunos. (1990, p. 121).*

Os dados descritos reafirmam a necessidade, nos dias de hoje, da formação acadêmica e do pensamento científico dos nossos professores. Daí a importância de se considerar a abordagem epistemológica sobre os conteúdos desenvolvidos no contexto escolar. Quanto maior o grau de instrução do professor maiores serão as chances de desenvolvimento da sua prática em sala de aula. Este aspecto torna-se de fácil entendimento quando

evidenciamos que cada indivíduo em si busca o conhecimento. Além disso, a busca desse conhecimento, essencialmente, significativo está presente na aplicação do kit neuropedagógico no contexto escolar.

Na seqüência, ao darmos ênfase na formação dos professores observamos que daqueles 9 (nove), vistos anteriormente que já possuem formação acadêmica, 6 (seis) são formados na área da Biologia, frutos da Universidade Federal do Amazonas-UFAM e 3 (três) em Pedagogia. Em contrapartida, 4 (quatro) estão cursando Ciências Naturais e 3 (três) fazem Faculdade de Pedagogia, em Instituições privadas na cidade de Manaus. Vale ressaltar que os acadêmicos em Pedagogia já estão finalizando o curso e frisam que o mesmo os torna capazes de trabalhar com o conteúdo de Ciências já, que cursaram a disciplina “Metodologia da Ciência e da Matemática”. Do mesmo modo, os quatro estudantes de Biologia estão no meio do curso, onde dois estudam em Faculdades particulares e dois na Universidade Federal do Amazonas. Diante destas indagações, em especial dos acadêmicos em Pedagogia, vale ressaltar o comprometimento com a prática em sala de aula diante da frase de P3, P5, P6: “os torna capazes de trabalhar com o conteúdo de Ciências”, pois, segundo Ghedin *o fazer prático só tem sentido em face do horizonte de significações que podemos conferir ao nosso por que fazer.* (2002, p. 141). Por isso, torna-se necessário refletir sistematicamente o significado das práticas e do saber pedagógico. Dessa forma, o gráfico abaixo, resgata em termos percentuais, os seguintes valores:

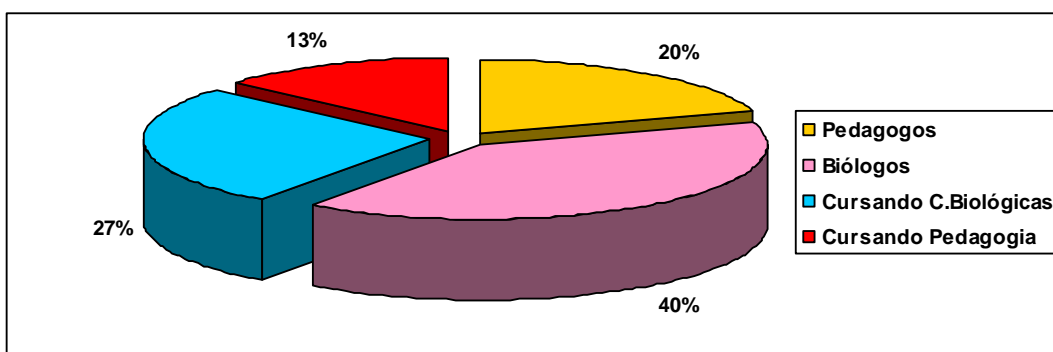


Gráfico 03: Qual é a sua formação acadêmica?

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

As respostas obtidas neste segundo momento permitiram identificar alguns aspectos apontados para explicar o processo de construção do conhecimento, no contexto dos dias atuais, pois é cada vez maior o interesse pela aprendizagem e pela formação acadêmica. Entende-se na perspectiva de Burke, que:

O grande desafio dos educadores das instituições de ensino é, pois, descobrir, desenvolver e aplicar técnicas e métodos pedagógicos que respeitem e estimulem o processo natural pelos quais as pessoas apreendem por construção seus conhecimentos. Ensinar deve passar a ser, antes e acima de tudo, ajudar as pessoas não só a aprender novas coisas, mas, principalmente, a desenvolver sua capacidade natural de aprender. (2003, p. 86)

Neste aspecto, ensinar um conteúdo estando formado ou em processo de formação requer sentido no ato de conhecer, criatividade, dedicação, encantamento e desenvolvimento de habilidades. Com isso, cria-se a necessidade de ir ao encontro das especializações ou da própria vivência diária estruturando-se para atender às necessidades concretas inerentes à sua ação profissional. Outro problema seria a fragmentação dos conteúdos, das disciplinas que não permite que na formação do (a) futuro (a) educador (a) eles possam vir a fazer as necessárias conexões, dificultando, sobremaneira, à construção da relação teoria-prática.

Segundo Astolfi (1990) “*o professor tem de dominar os conteúdos a ensinar*”. Nessa mesma linha de pensamento, Burke (2003) diz que “*o conhecimento não está nos livros, nos computadores, está na mente das pessoas*”. Esta evidência nos dá uma visão de que todo conteúdo deve ser abordado com uma reflexão epistemológica, ou seja, da disciplina como um todo, em termos de princípios, de conceitos, de didática, de prática. Aqui, Astolfi reforça: *pelos procedimentos que o professor utiliza, pelas escolhas que faz, pelo contrato didático que implanta, ele se refere implicitamente a um conjunto de valores e de finalidades do qual deve ter consciencia. (1990, p. 123).*

Desta forma, a formação dos professores é algo importante diante do processo ensino-aprendizagem porque representa uma relação humana e essa

relação tem um valor em si, por si mesma e é educativa, independentemente da atividade especializada que lhe serve de pretexto e de matéria para sua institucionalização (GUSDORF, 1995, p.40).

Ainda neste ponto de vista, ao nos referirmos à formação de professores é importante ressaltar que ela deve ser concebida como um dos componentes essenciais de mudança, sempre em conexão com outros setores da educação e, não como uma condição prévia de mudança. Pelo exposto acima, consideramos oportuno colocar algumas questões pontuadas por alguns professores presentes na amostra desta pesquisa.

Segundo,

P2 e P6: a ação desenvolvida em suas aulas buscou sempre adaptar o conteúdo com as próprias mudanças que a educação tem buscado ao longo de seu processo, de seu desenvolvimento. Evocam também questões de subjetivação e individuação na relação com outros professores. Existem ainda no meio escolar, professores individualistas, egoístas que não repassam nada.... Vivem apenas daquilo que acham que sabem...

Portanto, os desafios de mudanças, normalmente, estão condicionados ao processo de aprender e ensinar. Para Nóvoa, *a formação não se faz antes da mudança, faz-se durante, produz-se nesse esforço de inovação e de procura dos melhores percursos para a transformação da escola.* (1997, p. 28).

Buscando informações a respeito do tempo de formação dos professores selecionados na amostra desta pesquisa, observou-se que numa escala de 100% (cem por cento), perto de 47 % (quarenta e sete por cento), ou seja, sete dos professores pesquisados já estão atuando como educadores no período de 0 (zero) a 5 (cinco) anos; 33% (trinta e três por cento) estão formados no período de cinco a dez anos e, aproximadamente, 20 % (vinte por cento) já estão formados a mais de 10 (dez) anos. Deste modo, destacou-se o seguinte:

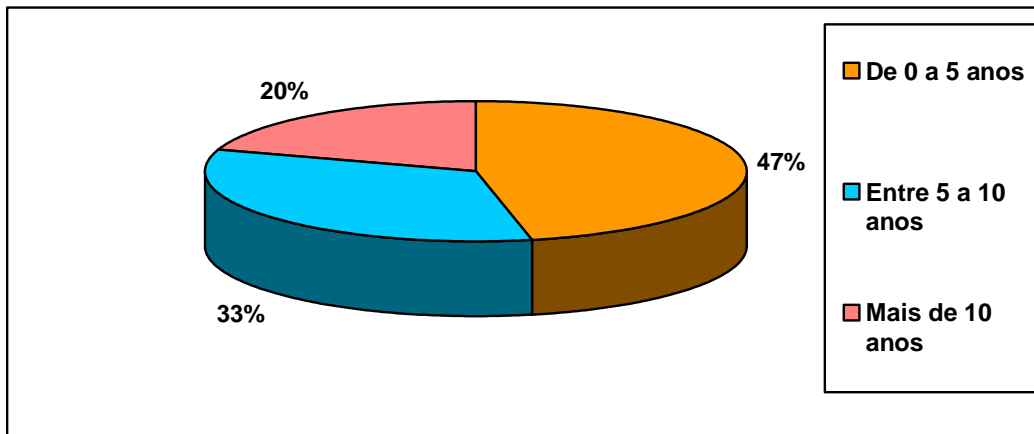


Gráfico 04: Tempo de formação profissional

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Da análise dos resultados apresentados no gráfico acima (objeto de estudo) é visível que a maioria da amostra utilizada nesta pesquisa está formada num período curto de tempo. Sabemos que o processo de construção do conhecimento do ser humano não acontece do dia para a noite, mas na (re) construção, paulatinamente, dos mecanismos necessários para construí-los (REZENDE, 2007). Isso não significa que cinco, dez, vinte anos de busca pelo conhecimento interfira diretamente na construção do saber, mas a qualidade de como isso acontece. Nessa mesma linha de pensamento, torna-se necessário acomodar no plano cognitivo quais esquemas de ação mentais que o professor utiliza. Nos olhares de Burke percebemos que:

A verdadeira aprendizagem é a construção ativa de conhecimentos realizada pelo sujeito que aprende. Não há aprendizagem sem que o aprendiz seja sujeito ativo do processo, e a aprendizagem será tanto maior e melhor quanto mais ativo ele for. O exercício de atividades (físicas ou mentais, conforme o caso), ao mesmo tempo em que constrói conhecimento, devolve a capacidade do sujeito realizar essas atividades, tornando-o cada vez mais capaz de aprender. (2003, p. 37).

Noutras palavras, compreendemos que o professor precisa por um lado romper os limites do conhecimento de sua área de atuação e, por outro, aprender e legitimar saberes num mundo em constante transformação. A busca do diálogo da Neurociência com o Ensino de Ciências é uma dessas conquistas que se faz necessário nos dias atuais. Outro achado relevante nesta questão é que através do segundo questionário, o de perguntas abertas, onde o professor é livre em seu parecer, permitindo-nos recolher variada informação sobre o tema em questão, foi possível cruzar dados a respeito do tempo de formação com as dificuldades encontradas ao lidar com o conteúdo do oitavo ano do Ensino Fundamental.

Dessa forma, buscamos na tabela 01 (um), em anexo, as respostas dos professores e a análise daquilo que foi possível transcrever. Após ter reunido às quinze respostas, fizemos uma avaliação inicial das angústias de todos os professores, o que permitiu identificar alguns aspectos relacionados com a aprendizagem, que foram em seguida analisados. Um dos aspectos imediatamente identificado foi o de que as dificuldades relatadas envolveram tanto aprendizagens cognitivas (complexidade do tema, flexibilidade do pensamento humano), como de atitudes (praticidade, aproximação multidisciplinar, adquirir confiança e tranquilidade, atenção, avaliação e desinteresse) e de recursos (reciclagem de conteúdos, bons livros, busca de material dinâmico), como mostra o gráfico abaixo:

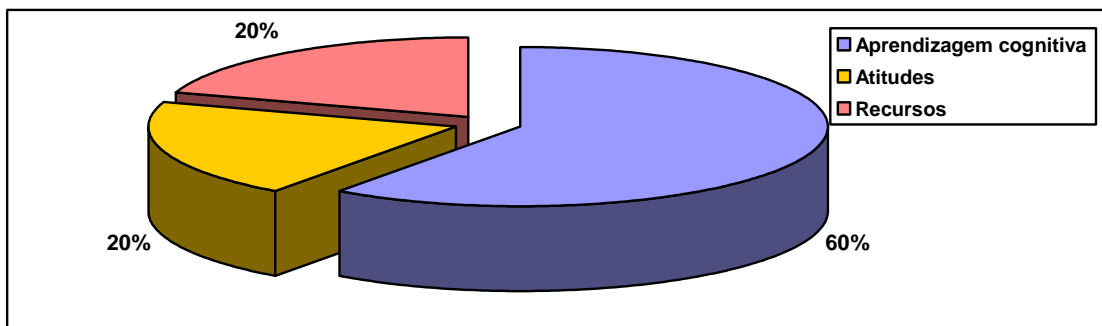


Gráfico 05: Dificuldades delineadas pelos professores ao lidar com o conteúdo em relação ao estudo do cérebro.

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Assim sendo, podemos dizer que independentemente do tempo de formação acadêmica do (a) professor (a), sua angústia, seu medo é o mesmo em relação ao conteúdo do cérebro. Ao longo desse caminho, percebemos que a questão dos saberes presentes nos processos educativos escolares, são fundamentais e têm o intuito de valorizar a aprendizagem como diz Santos ao mencionar que os

[...] saberes da experiência social e cultural, do senso comum e da prática, como elementos indispensáveis para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à solução, tanto dos simples como dos complexos problemas da vida pessoal e profissional dos indivíduos (2000, p. 46).

Desse modo, entender as diferentes possibilidades de produção de conhecimento desses professores formadores na área de educação tem defendido a idéia de que “*o conhecimento escolar e o conhecimento científico são instâncias próprias de conhecimento e as disciplinas escolares possuem uma constituição epistemológica e sócio-histórica distinta das disciplinas científicas*” (LOPES, 2000, p.150).

Portanto, é de fundamental importância entender os elementos que compõem a formação desses professores, já que eles irão determinar as relações entre conhecimentos, sujeitos, procedimentos, busca pelo novo e criatividade na relação do ensinar-aprender. Quanto ao aspecto da avaliação, parte dos professores pesquisados aponta “*o despreparo dos colegas quanto à autonomia e à liberdade em escolher materiais e procedimentos pra seu trabalho.*”

Segundo **P3, P5, P6, P7, P9,**

[...] em pleno século XXI, continuamos perdidos diante das inovações e dos procedimentos metodológicos de avaliar nossos estudantes. Fala-se tanto em construtivismo e sociointeracionismo e, no entanto, nossa avaliação continua sendo escrita, nos moldes tradicionais. Na verdade, nosso ensino é uma colcha de retalhos, tem um pouquinho de cada um... Além disso, estamos sempre interligados a autores, que embora tenham deixado grandes legados, não podem ser

sempre uma verdade absoluta. Precisamos ter mais autonomia, até porque a própria escola nos cobra o programa a ser dado no contexto de sala de aula, sem ao menos, se preocupar se nossos estudantes estão aprendendo ou não. (2008).

Cada ser humano vai estruturando e reestruturando seu próprio conhecimento, além de considerar sua capacidade de reflexividade. Nesse aspecto, Ghedin ao citar Libâneo evidencia que,

A reflexividade se insere como um dos elementos de formação profissional dos professores, e quase sempre pode ser compreendida como um processo articulado de ação-reflexão-ação, modelo esse que carrega consigo uma forte tradição na teoria e na ação. Os professores aprendem sua profissão por vários caminhos, com a contribuição das teorias conhecidas de ensino e aprendizagem e inclusive com a própria experiência. (2002, p.73)

Assim, as atividades propostas pelos professores na ação e reflexão daquilo que é transmitida precisa, acima de tudo, ser refletido, questionado para que possa se desdobrar em algo mais sólido nas práticas aplicadas à formação dos professores. Uma das formas de alcançar essa reflexão buscou-se no tema um aliado para aprofundar o Ensino de Ciências no contexto escolar.

Dessa maneira, com base na análise do item 4 (quatro) do questionário 01 em anexo, pode-se dizer que existe uma predominância do conhecimento da área da Neurociência e seus avanços atuais com o Ensino de Ciências. Nessa dimensão, 4 (quatro) professores, **P3, P5, P7, P8** afirmaram:

[...] “conhecer alguns dos avanços da Neurociência, atingindo um total de 27% (vinte e sete por cento); 5 (cinco) reconheceram estar alheios aos avanços da Neurociência, perfazendo um percentual de 33% (trinta e três por cento) e 6 (seis) dos entrevistados tornaram claro conhecer e ter acesso aos avanços que a Neurociência apresenta atualmente, numa proporção de 40% (quarenta por cento). Com o desenvolvimento desta ação pedagógica os cinco professores, inicialmente, alheios ao tema Neurociência e sua relação com o Ensino de Ciências, ao terem acesso à caixa neuropedagógica admitiram que não foram apenas seus estudantes que aprenderam, mas eles próprios, pois apresentavam dificuldades em desenvolver o

tema. “Além disso, gostaram do perfil globalizador que a caixa oferece”. (2008)

Dessa forma, destacou-se no gráfico abaixo o perfil acima descrito:

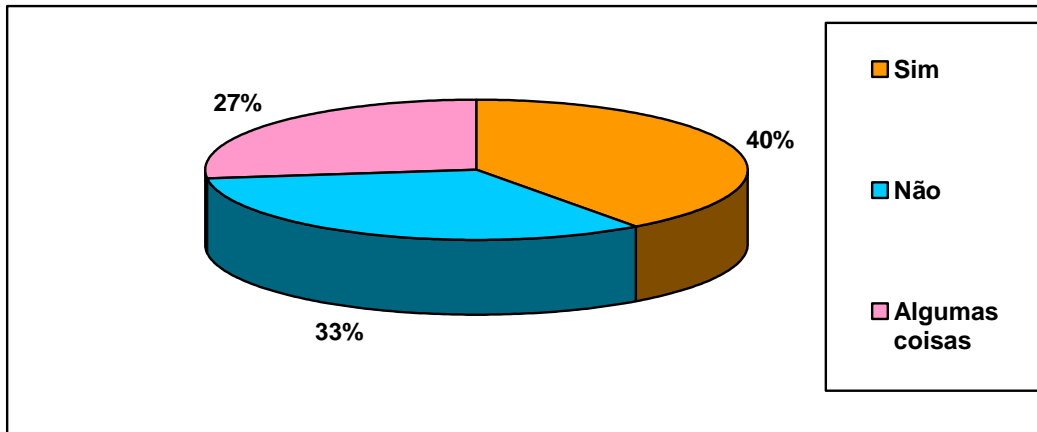


Gráfico 06: Você conhece os avanços da Neurociência?

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Portanto, todos os valores acima citados parecem fazer sentido, na perspectiva de que estamos a referir-nos a algo muito recente, em constante evolução confrontados pelas dificuldades e implicações em que a amostra se encontra (dificuldades com material moderno, falta de livros, acesso impróprio ao computador, despreparo dos professores, desmotivação do corpo discente, etc...). Torna-se importante salientar que dentre os professores entrevistados, 6 (seis) deles, ou seja, a camada que corresponde a 40% (quarenta por cento) do gráfico acima são condutores da aprendizagem e disponibilizam materiais educativos que interagem nas atividades desenvolvidas em sala de aula. Os próprios alunos valorizaram os recursos utilizados nas atividades de interação, que vão desde a participação e colaboração em debates à realização de portfólios digitais de aprendizagem. Pensando nesta questão, salientamos os seguintes indicadores de análise a respeito do que e como os professores conhecem e/ou utilizam o tema em estudo, também presentes no questionário 02 (dois), em anexo.

Diante das respostas analisadas de forma geral, percebemos que isso tudo nos leva a um único caminho: *a pesquisa, a busca constante do saber.*

Disto, resulta o pensamento de Burke que nos diz:

[...] todo processo de ensino de um novo conhecimento tem que começar pela mobilização dos esquemas assimiladores do sujeito, caminhando do conhecido para o desconhecido, por construções e reconstruções gradativas. A quantidade de conhecimentos, de informações disponíveis cresce, dia a dia.....toda aprendizagem verdadeira é uma construção de dentro para fora. (2003, p. 39).

Portanto, o que se precisamos é utilizar e desenvolver um conteúdo desconhecido em algo disponível e, ao mesmo tempo, envolvido com o ensino, com a aprendizagem, com a informação e à formação do (a) professor (a). Além disso, Bear nos mostra que *a palavra Neurociência é jovem e sua abordagem surgiu quando os cientistas perceberam que o entendimento da função do encéfalo vinha da interdisciplinaridade para produzir uma nova síntese, uma nova perspectiva.* (2006, p.03). O que podemos prever é que esta relação de conhecimento, de aprender, de dialogar e relacionar precisa ser discutida em sala de aula. Além disso, os professores precisam ter uma visão crítica da realidade e das informações que permeiam o meio científico cultural. Pensando nisso, Ghedin citando Libâneo, nos mostra três ingredientes que completam essa visão crítica da realidade, ou seja,

[...] considerar os determinantes políticos e socioculturais, não apenas no sentido externo de que as decisões tomadas na escola e nas salas de aula são decisões "políticas", mas também no sentido "interno" de que as próprias práticas de ensino, de gestão, de convivência, são políticas. Nesse sentido, para além de uma reflexividade cognitiva, é preciso a reflexividade comunitária, compartilhada, num esforço de instaurar nas escolas uma prática de gestão e convivência lastreada na construção de significados e entendimentos compartilhados a partir das diferenças e da busca de valores universais comuns. (2002, p.77).

Portanto, para o professor, ensinar exige disponibilidade para o diálogo, aos desafios e aos saberes necessários à prática educativa em um contexto escolar.

Analisando a quinta questão, do questionário 01 em anexo, apresentado ao grupo de professores, verificamos que houve nuances de crescimento de preparo em relação ao diálogo com a Neurociência e o Ensino de Ciências.

No item 5 (cinco) verificou-se num percentual de 100 % (cem por cento), 9 (nove) professores fazem relações da Neurociência com o conteúdo abordado em sala de aula, ou seja, 60 % (sessenta por cento) falam do assunto e 6 (seis) o fazem raramente, perfazendo um total de 40 % (quarenta por cento).

No tocante às atividades desenvolvidas, foi destacada a importância de se criar situações prazerosas de ensino que a caixa neuropedagógica produziu com a aprendizagem de seus estudantes, já que a partir dessa perspectiva os mesmos conseguiram compreender os conteúdos de uma forma mais concreta e significativa.

Ainda nesta perspectiva, **P3, P4, P5, P8 e P9**, fizeram o seguinte comentário:

“Eu acho que os nossos alunos, além de nós, é claro, passaram a ter mais interesse pela disciplina, porque eles não gostavam muito de pensar no nome: o cérebro. Parecia que era tudo muito difícil e complicado. Mas esta caixa mostra outra forma de trabalhar o conteúdo, muito mais gostosa e simples, sem de dar o valor real para cada conceito. A partir do momento, que iniciamos com os jogos que formam o kit, nossos estudantes ficavam contando os dias para ter aula de Ciências. Então esta proposta de trabalho foi extremamente válida para todos nós.” (2008)

Outro fator importante foi observar o interesse dos professores entrevistados em dar continuidade ao tipo de atividade que a caixa neuropedagógica apresenta, ao relatarem a vontade de criarem outros recursos atrativos para trabalhar um conteúdo que os estudantes criem barreiras.

De acordo com **P3, P4, P5, P8 e P9**, observou-se que:

“[...] nós professores deveríamos fazer com que este tipo de atividade fosse para frente, não parasse só aqui, ir, além disso. Criar novas formas de atividades, toda vez que o rendimento em Ciências for baixo. Podemos, inclusive, relacionar o conteúdo com outras disciplinas, outras dimensões”. (2008)

Pensando nestas possibilidades e nestas falas, construiu-se o seguinte gráfico:

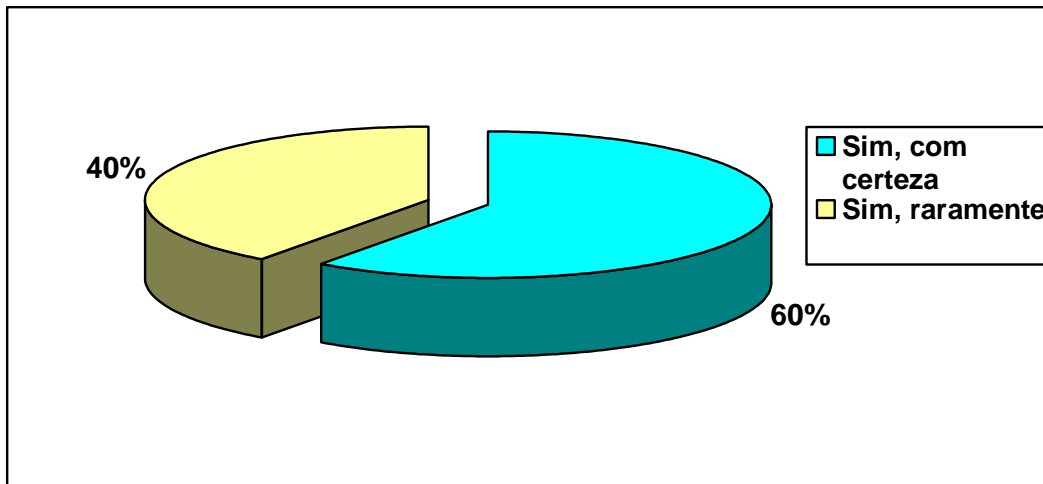


Gráfico 07: Abordagens da Neurociência em sala de aula.

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Um dos indicativos de que esse diálogo existe está no fato dos professores buscarem as atuais inovações que a Neurociência tem e pode trazer para dentro da sala de aula, especialmente, os conteúdos presentes na revista “o cérebro” e, as informações contidas na internet. A dialogicidade, neste caso, reforça a mediação da relação professor-estudante, pois, ela se torna a essência da educação. De qualquer forma, essa busca reflete a ação e faz uma leitura crítica da relação homem-mundo (contextualização dos conteúdos), da estrutura biológica do ser humano como um todo e da aprendizagem significativa através do contexto interdisciplinar.

A esse respeito Burke cita Piaget quando relaciona o aspecto interdisciplinar e a importância de reconhecer a grandiosidade que um tema pode despertar no espaço acadêmico. Ele nos diz:

É preciso ainda insistir em um ponto central, [...] o aspecto cada vez mais interdisciplinar que assume a pesquisa em todos os domínios. Ora, mesmo atualmente, os futuros pesquisadores continuam sendo muito mal preparados nesse particular, devido a ensinamentos que visam à especialização e resultam, na fragmentação, por não se compreender que todo aprofundamento especializado leva, pelo contrário, ao encontro de múltiplas interconexões. [...] Do ponto de vista pedagógico é evidente que a educação se deverá orientar para uma redução geral das barreiras ou para a abertura de múltiplas portas laterais a fim de possibilitar aos alunos (tanto do nível secundário quanto de nível universitário) a livre transferência de uma seção para outra, com possibilidade de escolha de múltiplas combinações. (2003, p. 53-54).

Os dados descritos reafirmam a interpretação feita no questionário dois, que procura interpretar como acontecem as práticas pedagógicas do professor de Ciências do Ensino Fundamental com a Neurociência. No que tange aos aspectos da prática do (a) professor (a), os resultados são bastante complexos. Ensinar conceitos relativos ao corpo humano, em especial, ao cérebro levou os professores em promover a reflexão sobre a ação crítica e reflexiva de sua prática de forma cooperativa e/ou participativa no contexto escolar. Nesta interação, um dos participantes da amostra selecionada, **P5**, *reforçou a descrição apresentada quando foi questionada sobre suas impressões neuronais no contexto escolar*. Percebeu-se então que estas impressões devem ser repensadas a fim de favorecer o avanço do estudante. O trabalho com noções cerebrais tem como finalidade formar professores e estudantes competentes capazes de produzirem atividades coerentes, eficazes e que tenham uma função sócio-educativa.

Os principais dados obtidos foram sintetizados na questão dissertativa quatro do questionário dois em anexo, representada pelo grupo de professores participantes desta investigação.

Assim, percebeu-se que esta ação dialógica (com a Neurociência) exige uma relação com a prática escolar em que os envolvidos participem em todos os passos da investigação. *“Alguns professores acrescentaram a importância de conhecer e lidar com a complexidade do assunto e o interesse de nossos estudantes, ou seja, identificar se os conhecimentos adquiridos no processo da aprendizagem são tidos como pré-requisitos para a aprendizagem no espaço escolar.”* Sabemos que de todos os fatores que influenciam a aprendizagem o mais importante é o que o estudante já sabe. Um bom

indicador de desenvolvimento dessa aprendizagem poderia se dar através do lúdico, instrumento que será proposto como indicador indispensável ao final desta dissertação.

Na fase seguinte, cuidamos da preparação das atividades, questionando a forma de elaboração dos mesmos para que o aprendizado dos estudantes aconteça de forma mais significativa.

Durante a análise desta questão, os professores pesquisados afirmaram numa proporção de 60% (sessenta por cento), ou seja 9 (nove) que preparam suas aulas diariamente e, 40% (quarenta por cento) semanalmente, perfazendo um total de 6 (seis) professores. O gráfico abaixo representa essa análise.

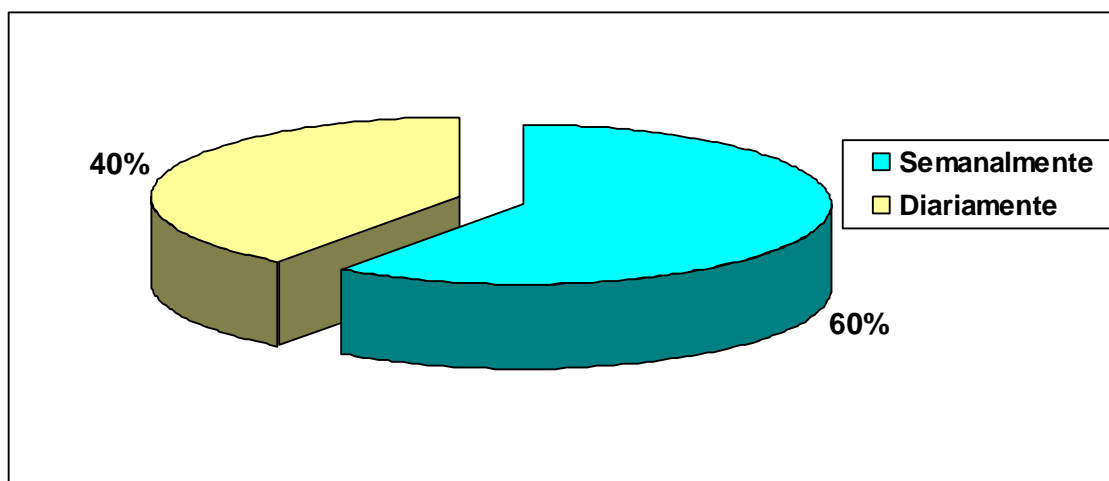


Gráfico 08: Preparação das atividades escolares

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Nossas hipóteses confirmam-se ao propor esta questão quando percebemos a busca de caminhos metodológicos, porém pouco inovadores dos professores citados na amostra deste estudo. As atividades elaboradas são corriqueiras, num mesclado de perguntas-figuras-respostas. Percebemos que há necessidade de buscar indicadores de controle como domínio de conteúdo, domínio da classe, flexibilidade nas atividades, participação ativa dos estudantes e busca pela inovação. Esses cuidados justificam-se devido à importância necessária de como e quando se devem elaborar atividades para

fixar um conteúdo, pois com procedimentos inadequados os resultados ficam, totalmente, comprometidos. Por ser a área de pesquisa da Neurociência nova e ainda, pouco conhecida no meio escolar elaboramos esse questionamento. Para isso, foi fundamental a participação dos professores da amostra no processo investigativo desse estudo.

Os materiais coletados na pesquisa de campo indicaram que a elaboração semanal de atividades relacionadas ao tema em questão e a forma como se deu a interação com os estudantes são deficientes, sendo por isso indispensável a necessidade de ocorrerem mudanças na postura de elaboração dessas atividades.

Assim, Astolfi (1990) nos diz: [...] *uma verdadeira aprendizagem científica se define, no mínimo, tanto pelas transformações conceituais que produz no indivíduo quanto pelo produto de saber que lhe é dispensado. (p.36).*

Isso nos mostra que ensinar um conceito presente na área de Ciências, não pode mais se limitar a um fornecimento de informações de um determinado momento, mas transformá-lo em algo real, compreensível, duradouro. O que realmente ocorre é que *“os professores envolvidos na pesquisa notaram em sala de aula que os estudantes levantaram questionamentos que os fizeram repensar suas práticas pedagógicas”*. A partir disso, os professores começaram a redirecionar a sua prática centrada nas atividades desenvolvidas pelo *kit neuropedagógico*, aproveitando suas experiências e conhecimentos prévios. Assim, a busca em dominar conhecimentos que possibilitem o diálogo da Ciência com a Neurociência permitiu não somente a reflexão, mas a ação necessária para se ter esse diálogo, esse cruzamento de idéias e pensamentos.

A investigação realizada levantou fatores que, na maioria dos casos, incidem sobre as fontes de consulta, daí a necessidade de se questionar: qual material está disponível? Onde buscar? O que usar? Sua escola possui material lúdico para trabalhar o cérebro? Neste pensamento, elaboramos algumas análises diante da sétima pergunta do questionário 01 em anexo, na qual deparamos com algumas questões que, serão visualizadas de forma isolada.

Em relação à presença de bibliotecas no espaço escolar entrevistado, cem por cento dos professores afirmaram tê-las como recurso em suas aulas,

pois ainda consideram fundamental a presença de tais salas para se buscar um aprendizado além do espaço de aula, inclusive para o professor. O que se percebe, são bibliotecas desorganizadas, com acervo fraco e repetitivo. A maioria dos livros estão estragados, riscados e rasgados. Para **P3**, **P4**, **P5** e **P7** *os estudantes precisam dar mais valor àquilo que eles têm para estudar...[...] os livros são e sempre serão jóias raras para se aprender...*

Portanto, em valores percentuais, enfatizou-se o seguinte gráfico:

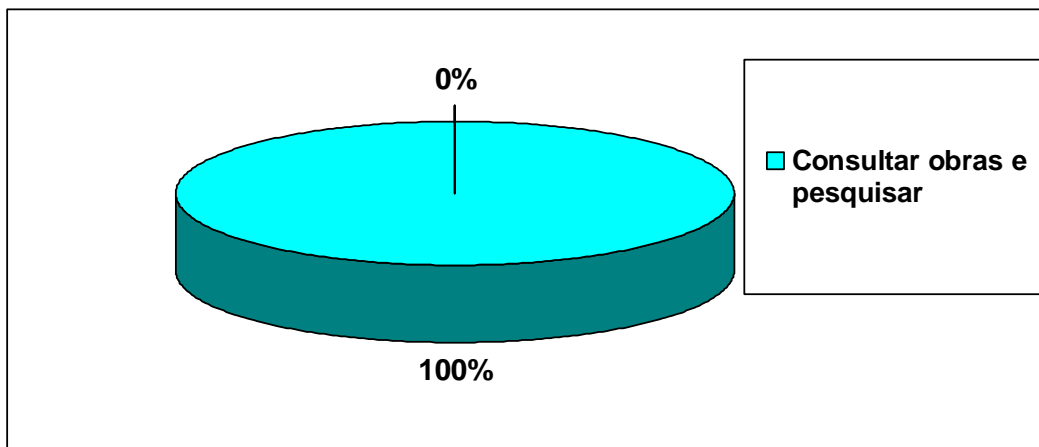


Gráfico 09: Presença de biblioteca no espaço escolar
Fonte: Rezende, pesquisa de campo, 2007-2008.

Neste caso, buscando a relação dos professores com os materiais na biblioteca de suas escolas, constatamos algumas respostas que se tornam importantes relatar:

Segundo **P2** (professor dois), as bibliotecas são fundamentais em qualquer espaço escolar, pois refletem o porte de seus acervos. Já **P5** (professor cinco) avalia a busca de conteúdos na biblioteca fundamental para a sua prática e para o bom relacionamento entre os interesses dos estudantes com o conteúdo que está sendo tratado. **P8** diz que as bibliotecas são fundamentais em qualquer espaço escolar, porém não significa que elas são o produto final e pronto. Elas representam apenas um dos vários recursos que professores e estudantes têm à sua frente diante dos inúmeros instrumentos de buscas que a própria evolução dos tempos nos traz. (2008)

Outra questão que ficou evidente e que merece uma análise também individualizada foi,

[...] “à postura de alguns professores (**P1, P6, P7**) que mostravam resistência em utilizar outro material diferente do livro, dentre eles, o lúdico. Os mesmos ainda persistem numa visão cartesiana, simplista achando que o lúdico toma tempo e não resolve a dificuldade do estudante em relação a um apurado conteúdo.” (2008).

Vale ressaltar que os demais professores (**P2, P5, P8, P9**) deixaram claro que estudantes sem acesso a uma biblioteca em sua própria escola correm o risco de ficar à margem de um ensino reflexivo e crítico. A partir dessa premissa, tornam-se importante destacar que as escolas precisam renovar constantemente seus acervos, modernizá-los e integrá-los ao dia-a-dia escolar.

De acordo com Fragoso (2002), as bibliotecas nas escolas estão ainda distantes de ser aquele espaço de conhecimento e prazer, seja nas instituições públicas ou privadas. Desse modo, todos os professores desta amostra acreditam que o prazer pela leitura, pela pesquisa no espaço escolar, seja formativa ou recreativa, simples ou complexa, deva ser constantemente incentivado e renovado, já que os estudantes estão rodeados por outros tipos de suportes, especialmente, àqueles direcionados ao uso dos computadores.

Portanto, favorecer a construção da aprendizagem e a atualização constante de saberes, assim como, dotar os estudantes de capacidades que lhes permitam recorrer à maior quantidade possível de informação é um recurso das bibliotecas. Pensando nisso, damos ênfase e seguimento à próxima questão onde avaliamos a frequência dos professores à biblioteca e o que buscam nela.

A esses aspectos, observamos a totalidade dos professores que vão à biblioteca não só para consultar obras de referência quanto para pesquisar figuras cerebrais em livros, revistas e periódicos. Portanto, em valores percentuais encontramos o mesmo resultado anterior, de que buscar leituras em bibliotecas é ponto crucial entre os professores pesquisados. Esses argumentos e reflexões ressaltam a seriedade de buscar nesse espaço não

somente o tradicional, mas, sob um enfoque globalizador aquilo que é essencial para a formação integral do estudante. As bibliotecas, em sua essência, pela grande maioria pesquisada representa a busca pelo saber, por algo além do que está nos livros em sala de aula. Em termos de gráfico, temos o seguinte resultado:

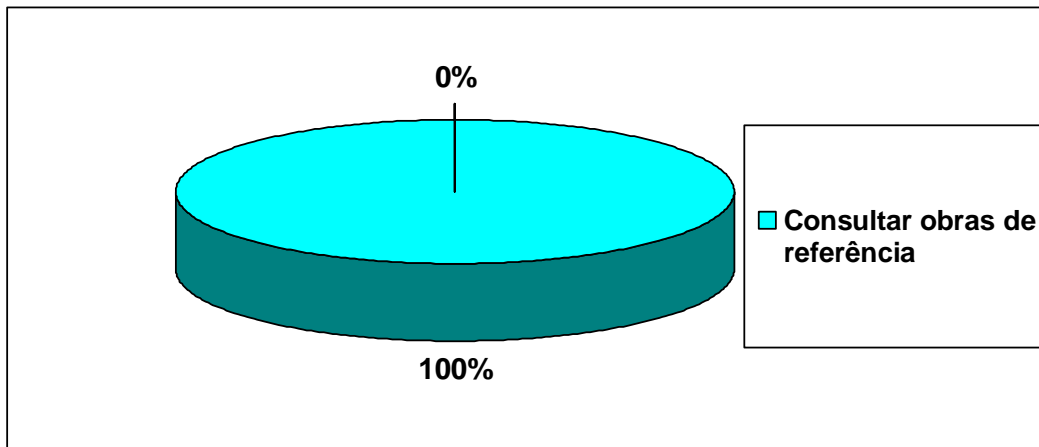


Gráfico 10: Tipos de consulta nas bibliotecas

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Para entender como os professores utilizam a biblioteca, mapeamos as possibilidades de diversificações de suas práticas pedagógicas. Apesar da busca ser grande quanto ao material disponível neste espaço, identificamos possibilidades de mudanças na medida em que novos leques acontecem ao buscar elementos no acervo das bibliotecas. Porém, muitos professores não sabem como lidar com as informações. Muitos deles fazem apenas uma leitura oral, observam as imagens, mas há falhas em relação ao aprofundamento do conteúdo, ler nas entrelinhas, captar a relação biológica do ser humano. Assim sendo, a sistematização de metodologias e técnicas poderá ao longo do processo ensino-aprendizagem captar novas posturas teóricas-práticas no espaço escolar. O intuito é o de se discutir sobre a mudança de postura de se trabalhar um conteúdo novo, por meio da ação reflexiva de instrumentos simples, porém acessíveis à faixa etária dos estudantes. Um exemplo está no uso do computador presente em grande parte das bibliotecas dessas escolas.

Ele poderá ser mais do que um aliado nas consultas do aprender. Não se usa o computador apenas para buscar algo na internet, mas oferecer recursos diferentes para serem trabalhados com o computador.

Com isso ofereceu-se o jogo “*As mil faces do cérebro*”, para ser realizado através do computador. Neste momento, todos os professores se entusiasmaram com a forma diferenciada de apresentar o conteúdo, mesmo àqueles resistentes ao uso do lúdico. A partir deste jogo, **P1, P3, P5, P6, P8, P9** pensaram apresentar outros conteúdos a seus estudantes. Outra fonte de consulta observada em grande parte destas bibliotecas foi a revista *Ciência Hoje das Crianças*, uma das opções desses professores e dos estudantes. Neste aspecto, as primeiras buscas não são definidas a um conteúdo em questão, mas, principalmente àqueles que dizem respeito à região amazônica, em seguida, àqueles que mais chamam a atenção tanto dos professores quanto de seus estudantes.

Para isso, Ghedin, ao citar Sacristán, faz uma relação com o significado de “*habitus*” mostrando que em educação ele *faz referência à cultura, ao costume, ao conservadorismo, mas, por outro lado é, também, continuidade social e, como tal pode produzir outras práticas diferentes das existentes.* (2002, p. 87).

Acredita-se que todo (a) professor (a) deseja êxito em suas ações. Para isso, precisam fazer uma análise de sua prática e do contraste com outras práticas. Mas certamente a comparação com outros colegas não será suficiente. Assim, pois, frente a duas ou três posições antagônicas, ou simplesmente diferentes, necessitamos de critérios que nos permitam realizar uma avaliação racional e fundamentada. (ZABALA, 1998, p. 14)

Isso só é possível mediante critérios de análise fundamentados em uma base teórica adequada. Não adiantam nada ter ao lado material informatizado, bons livros, revistas, jogos, enfim, uma série de instrumentos práticos e modernos se o (a) professor (a) não consegue lidar com os mesmos.

Dowbor nos diz que *é necessário repensar de forma mais dinâmica e com novos enfoques a questão do universo de conhecimentos a trabalhar: ninguém mais pode aprender tudo, mesmo de uma área especializada.* (2001, p. 32).

Portanto, é essencial buscarmos acesso aos espaços de conhecimento em contextos diferenciados. Ainda nessa seqüência, observamos outros instrumentos de buscas no espaço escolar. Dentre eles, 12 (doze) professores, ou seja, 80 % (oitenta por cento) buscam assuntos relacionados ao cérebro em revistas, vídeos (quando acham) e informações da internet; 3 (três) utilizam livros, revistas e internet com assuntos fora do tema proposto, ou seja, 20 % (vinte por cento), conforme descreve o gráfico abaixo:

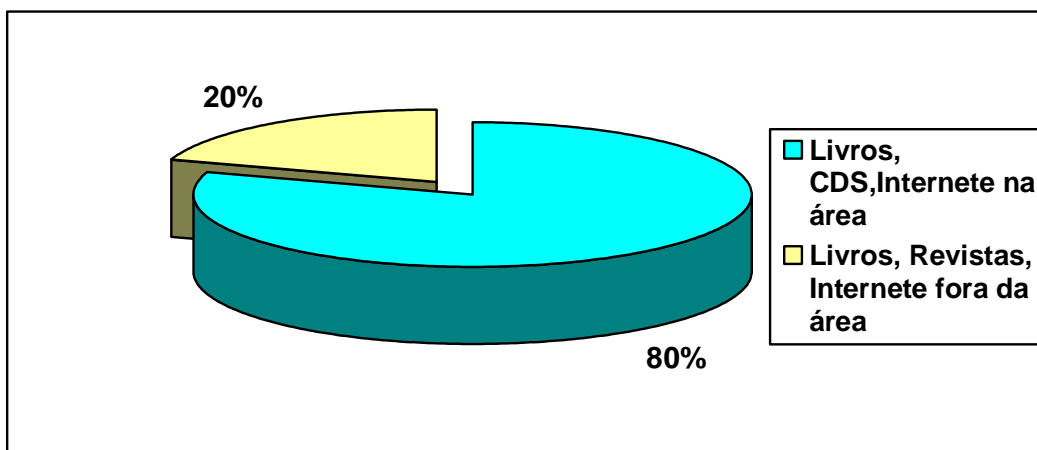


Gráfico 11: Outros instrumentos utilizados pelos professores e estudantes

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Seguindo os critérios de observação utilizados para descrever os recursos usados nas práticas pedagógicas dos professores de Ciências do oitavo ano do Ensino Fundamental, enquanto ferramenta, percebeu-se que a maioria utiliza livros didáticos, revistas, atlas do corpo humano e notícias da internet. Ao analisar a busca maior pelos livros, entendemos que os mesmos levam alguns professores a sistematizar de forma organizada as informações e os estudantes a pensar, a criar. Para isso, destacamos a necessidade de o professor contribuir com outros materiais mais práticos para que os estudantes possam “construir” conhecimento, além de questionar ao longo de sua prática o saber transdisciplinar, ou seja, dialogar o Ensino de Ciências com os questionamentos que a Neurociência traz. Neste momento, reforçamos o uso do *kit neuropedagógico* no contexto escolar já que o mesmo busca o enriquecimento cultural do indivíduo e a promoção de sua autonomia.

O Ensino de Ciências deve despertar o interesse dos estudantes. Esse kit como aliado no espaço escolar não deve atuar de forma defensiva frente às inovações deste milênio, mas como uma estratégia que resgate conteúdos de maneira séria, equilibrada dentro do real. Ao questionar os professores ainda sobre o uso do lúdico em suas aulas, observamos algumas peculiaridades em seus discursos. *“Por exemplo, dentre todos os entrevistados, nenhum deixou de manifestar a importância do lúdico no dia-a-dia escolar. Alguns professores acham que usar o lúdico em suas aulas práticas é significativo para o ensino de Ciências e deve estar presentes no cotidiano de sala de aula. Porém, o discurso se faz de forma diferente da prática.”* Em torno de doze professores, ou seja, oitenta por cento não utilizam o lúdico em sua prática de conteúdo, a não ser todo aquele material como já foi visto anteriormente (livro didático, atlas e figuras do computador). Apenas vinte por cento desses professores recorrem a formas diferenciadas de se trabalhar não só o cérebro, mas, todo o corpo humano, como mostra a figura abaixo:

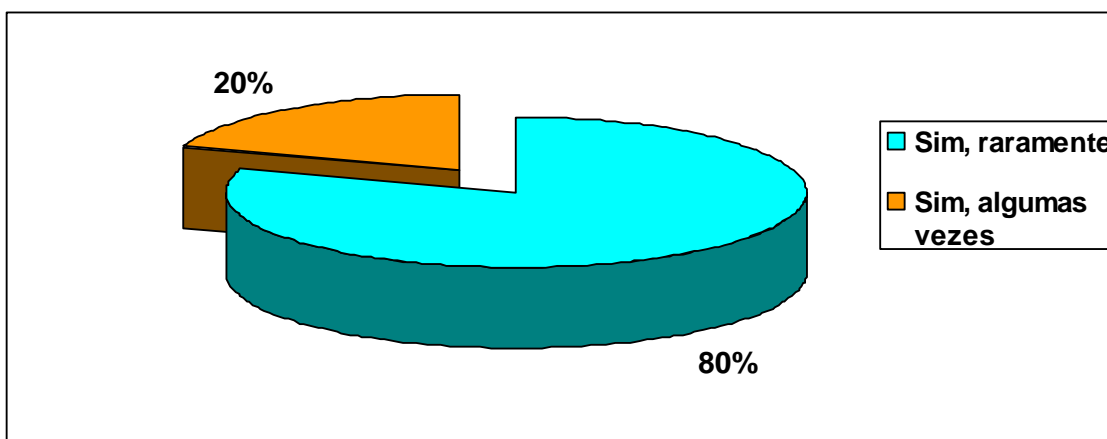


Gráfico 12: utilização de atividades lúdicas para reforçar conteúdos relacionados ao cérebro
Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Dentre essas formas diferenciadas, citamos: bola de futebol toda demarcada com o hemisfério direito e esquerdo do cérebro e suas respectivas características; portfólios experimentais; livrinhos com imagens (como por exemplo: Venha brincar com a gente, coleção corpo humano – todo livro) e painéis interativos. Cabe salientar que esses painéis interativos são muito bem

confeccionados pelos estudantes com apoio total dos professores. Percebemos que os portfólios buscavam uma interação gostosa entre os professores e os estudantes na relação de imagens, perguntas e respostas, pois é necessário conhecer o conteúdo, para elaborar perguntas e sistematizar o roteiro do portfólio.

Para Rezende (2007), *o portfólio é um recurso que leva o estudante a refletir aquilo que aprende*. Acredita-se que por meio dele as dificuldades podem ser superadas, além de revisarem textos com mais profundidade e criticidade. Trata-se de desenvolver as suas capacidades metacognitivas para que possam habituar-se a rever e a reformular o seu trabalho, uma vez que os estudantes têm possibilidades de mostrar o que sabem e o que são capazes de fazer numa abordagem mais moderna. Faz-se necessário um resgate das dinâmicas utilizadas pelos professores em sua prática de aula. Isto exige criatividade, percepção, intuição, dinamismo e vontade de ir um pouco além para passar um saber, além de melhorar o acesso ao conteúdo que estuda o cérebro nas aulas de Ciências nas escolas de Manaus. Isto posto, respondemos o penúltimo questionamento do segundo questionário, o de perguntas abertas. Ao relacionar alguns comentários de seus estudantes ao terem contato com o cérebro, a maioria deixou claro o prazer do contato com o conteúdo com formas diferenciadas de estudar e aprender, através dos painéis e portfólios, como foi dito anteriormente.

Diante disso, nos deparamos com o próximo questionamento confirmando mais uma vez a necessidade da compreensão e da utilização das novas tecnologias nas dimensões acadêmicas. Entre todas as formas de recursos encontradas no cotidiano escolar, averiguamos que os jogos educativos fundamentam-se como uma ferramenta indispensável na vida escolar, pois rompe os limites do conhecimento em determinada área de atuação (aqui em especial o conteúdo cerebral).

Diante da nossa amostra, foi prazeroso constatar que:

[...] *“dentre os professores pesquisados, P5 e P7 (trabalham em escolas particulares) utilizam pelo menos uma vez na semana material alternativo, em sua grande maioria, a internet para explicar através de múltiplas perspectivas os conteúdos do corpo humano.*

Em contrapartida, P2 não tem o costume de trabalhar com material diferente como jogos ou coisas parecidas, pois se perde muito tempo para preparar os estudantes para a aceitação do novo. Para P2, as aulas sempre foram bastante tumultuadas. Já P9 diz que as aulas práticas, com material diferente são bastante importantes para se introduzir um novo assunto. O professor comenta que, a partir do momento em que se mostra uma forma diferenciada de se trabalhar um conteúdo, os estudantes ficam muito mais motivados a aprender.” (2008)

Ainda neste sentido, Rezende (2007) entende que os professores ao utilizarem os jogos alargam o desafio e a possibilidade de aprendizagem de seus estudantes. Além disso, oportunizam a busca e o prazer em aprender de forma diferente.

Portanto, visando uma aprendizagem significativa foram criadas atividades lúdicas que visam o desenvolvimento dos assuntos relacionados ao estudo do cérebro, que possibilitam a construção do conhecimento e não a reprodução de técnicas de forma a estimular a capacidade de associar idéias e conteúdos, mas, favorecer uma visão global dos conceitos que integram o aprendizado daquilo que está sendo ensinado. Aprender de forma diferenciada, encantadora. Por isso, Bordenave (1996) nos dizia que buscar o aprendizado significa mostrar que ele “*é uma atividade que acontece no estudante e que é realizada por ele. As pessoas não podem aprender umas pelas outras.*” Deste modo, a aprendizagem quer por meio de livros, revistas, atlas e, principalmente, por jogos busca a ação integrativa entre os sujeitos do processo ensino-aprendizagem, o objeto de estudo e a ação reflexiva desses integrantes. Acreditamos que, juntos, buscam uma transformação mútua do aprender.

Conforme os autores Ontoria, Luque e Gomes,

Quando se aprende algo, cria-se no cérebro uma rede neuronal, que pode ser reforçada com a repetição dessa informação ou experiência. Quando se tem uma experiência diferente, mas relacionada à rede original, automaticamente o cérebro reescreve o arquivo para considerar a nova entrada. (2004, p. 22).

Portanto, de maneira global, pode-se dizer que a construção do conhecimento e do registro daquilo que se aprende pelo lúdico tem implicações no meio escolar já que auxiliam na construção da autoconfiança e incrementam a motivação no contexto da aprendizagem. De qualquer forma, os processos e os produtos no nosso cotidiano escolar nos fazem repensar a prática do (a) professor (a) no questionamento que se segue: em sua opinião, considera fundamental que o material didático utilizado em suas aulas de Ciências tenha capacidade, no futuro, para dar uma resposta satisfatória às suas necessidades de informação na área de atuação?

Ao analisar esta última questão do questionário 01, em anexo, percebeu-se o crescente envolvimento dos professores nesse diálogo da Ciência com a Neurociência. Todos, sem exceção, inclusive àqueles que tinham até então pouco contato com o assunto, consideraram fundamental o uso de material didático e lúdico em suas aulas. Porém, sempre deixaram claro que não abandonariam o livro didático, pois é ele o responsável pelo “norte”, pelo embasamento teórico. Queremos deixar claro, que em nenhum momento tivemos a pretensão de excluir o livro didático da rotina de sala de aula, mas introduzir junto ao livro, recursos que facilitem a aprendizagem de assuntos considerados difíceis pela maioria dos estudantes. Neste aspecto, Dowbor deixa claro o seguinte pensamento:

[...] é essencial enfrentarmos de maneira organizada a compreensão das novas tecnologias, do seu potencial, dos seus perigos, das suas dimensões econômicas, culturais, políticas, institucionais. Podemos ser a favor ou contra certas tecnologias, ainda que na realidade ninguém esteja nos perguntando se somos contra ou a favor, mas o que não podemos nos permitir, inclusive para orientar as novas gerações é delas não termos um conhecimento competente. (2001, p. 35).

Essa angústia da dificuldade ao se relacionarem com o conteúdo cerebral foi transposta pela maioria dos professores ao responderem à quarta questão do questionário de perguntas abertas (anexo D). Dessa forma, o gráfico abaixo confirma a pesquisa e manifesta que cem por cento da amostra pesquisada precisa adequar sua relação com a Neurociência e permitir esse

diálogo já que o cérebro, automaticamente, faz essa relação. Diante dessa perspectiva, tornou-se imprescindível estabelecer a seguinte percentagem:

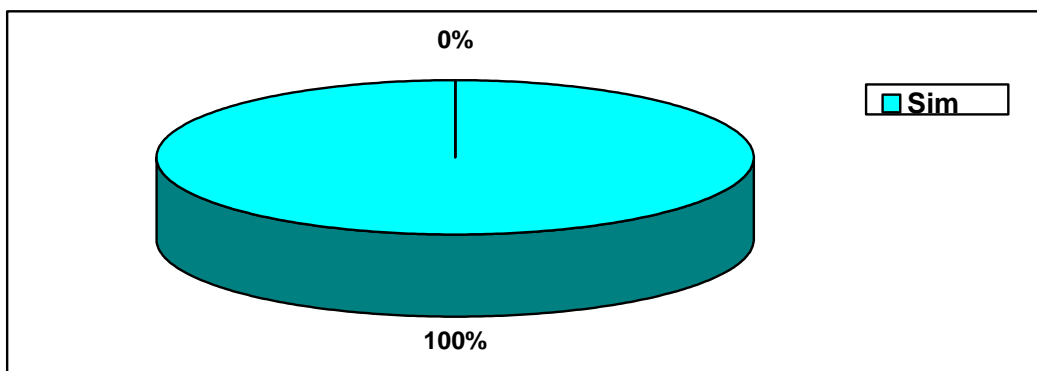


Gráfico 13: As práticas pedagógicas do professor de Ciências do Ensino Fundamental e uma interface com a Neurociência e o Ensino de Ciências.

Fonte: Rezende, Mara Regina K.F. Dissertação de mestrado. Pesquisa de campo, 2007-2008.

Neste caso, a grande vantagem desta situação é a possibilidade do estudante poder estabelecer diálogos com o novo e um ritmo mais apropriado nos moldes atuais da aprendizagem no contexto escolar. Isso potencializa a capacidade de ver-aprender-reaprender e facilitar a possibilidade da construção do conhecimento com recursos diferenciados, sem deixar de levar em conta, conforme proposto pelos professores, o poder do livro didático, ou seja, “**P3, P4, P7, P8, P12:** *ele nunca perde o encanto e seu lugar de destaque no processo da aprendizagem.*” É essencial analisar as implicações de todos os recursos analisados anteriormente e, através deles, levantar um questionamento daquilo que mais se aplica com o tema em questão. Com relação às práticas de ensino, o relato da maioria dos professores centrava-se na execução de aulas “debate”, onde se apresenta os conteúdos, elaboram-se perguntas e verificam-se as respostas dos estudantes, de modo que nesta interação verbal, os estudantes pudessem aprender o conteúdo.

Nesse momento, **P2 e P6** relataram,

[...] a falta de domínio teórico- conceitual do tema em questão, destacando que para ministrar adequadamente esse diálogo entre Ciências e Neurociências, deveria estudá-los com mais profundidade,

coisa que os livros básicos utilizados em sala de aula não apresentam e, a partir disso, garantir segurança, eficiência e dinamismo no momento de explicá-los diante de uma turma. (2008)

Isso nos leva a pensar na transposição didática, ou seja, no processo de transformação do saber acadêmico em objeto de ensino de uma disciplina específica.

Chevallard (1991) abre pistas interessantes para se pensar os mecanismos e os interesses dos diferentes atores que participam desse processo de transformação. Ele afirma que nesse processo, a transformação do saber acadêmico em saber escolar se faz em diferentes instâncias ou etapas que apesar de apresentarem vínculos estreitos não devem ser confundidas. Esse autor identifica dois momentos dessa transposição: a transposição externa que se passa no plano do currículo formal e/ou dos livros didáticos e a transposição interna que ocorre em sala de aula no momento em que o professor produz o seu texto de saber, isto é, no decorrer de sua ação prática em sala de aula. A transposição busca restabelecer esse ajustamento a partir de um fluxo do saber acadêmico para saber escolar. (CHEVALLARD, 1991).

Assim, fica claro que os professores precisam trabalhar dentro do seu domínio. Quando eles produzem e organizam o seu conteúdo e identificam os critérios que alargam o aprendizado no contexto escolar, os saberes escolares, antes inquestionáveis e universais, passam a ser objeto de indagações pelos estudantes. Nesta perspectiva, Chevallard assegura que *a análise didática não tem nenhuma dificuldade em mostrar que sob o movimento de superfície às mudanças de programas, a estrutura profunda da relação didática sofre apenas frágeis transformações* (1991, p 36), ou seja, mostra que para ensinar um conteúdo precisamos, inicialmente, averiguar se ele pode ser ensinado e se está dentro dos padrões que a série exige.

Diante de todos esses aportes, buscamos as sugestões da amostra investigada, para tornar nosso objeto de estudo e nossas questões norteadoras possíveis de acontecer e reais no contexto escolar. De tal modo, foi possível verificar que os professores, em sua maioria, acham o campo de estudo deste conteúdo, ou seja, a Neurociência e o Ensino de Ciências, rico e amplo. Para

eles é preciso tornar os saberes possíveis de serem aprendidos e apreendidos. Nesse sentido, os estudos voltados para os processos de organização destes saberes mostram que o uso da *caixa neuropedagógica* é extremamente importante no contexto escolar e simples de aplicar. Além disso, ela encanta os estudantes por ser extremamente moderna, diferente e profunda em suas atividades. A possibilidade de utilização dos conceitos que a caixa neuropedagógica faz a respeito do cérebro precisa ser discutida de forma mais dinâmica entre o corpo docente. Os professores deixam como sugestão a probabilidade de se elaborar oficinas de formação de docentes (reforçar a habilitação para enfrentar os desafios), facilitando, assim, o uso da *caixa neuropedagógica* e, juntos, construir outros recursos didáticos que possam envolver mais os estudantes, ressignificar a prática dos docentes e ajudar na explicação e no entendimento de conteúdos diferenciados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizamos esclarecendo que, ao escolhermos o título desta dissertação “*A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem em Ciências: um diálogo necessário*” demos ao “diálogo” uma conotação específica, ou seja, uma visão dos elementos essenciais para a realização de todas as captações, percepções e apreensões do conteúdo a ser trabalhado no contexto de sala de aula. Um dos indicativos de que esse “diálogo” se faz necessário está no olhar dos professores, no olhar dos estudantes, na intuição, na criatividade e no conteúdo do Ensino de Ciências do oitavo ano com a Neurociência. O aspecto mais importante desse diálogo é a mudança produzida pelo comportamento do professor que ocorreu em diferentes momentos e situações do dia a dia. Quando os professores foram solicitados a comentar a importância desse diálogo, as suas respostas evidenciaram que há fortes destaques a aspectos relacionados com a importância da participação ativa dos estudantes em termos de vivenciar, interagir, aplicar, praticar e fazer essa interação entre os conteúdos do oitavo ano com os avanços que a Neurociência produz em relação a esse conteúdo. Também são citados o prazer, o interesse, o estímulo e o gosto maior pelas atividades lúdicas numa aprendizagem mais significativa.

A partir disso, instalou-se a possibilidade de modificação da realidade de ensino em relação às novidades que o cérebro e a Neurociência podem trazer aos professores e aos estudantes. De acordo com Kubo e Botomé, *a conclusão de que houve aprendizagem, não será expressa pela emissão de um determinado comportamento no aluno, mas, será observada nas relações que o aluno estabelece com seu meio, no sentido de modificá-lo. (2001, p. 133).*

Portanto, pudemos observar nessa situação que houve aprendizagem e que os professores tiveram uma percepção melhor da situação de ensino, dos recursos que poderão ser aplicados e à qualidade de suas ações educativas. Além disso, destacaram-se importantes repertórios a serem desenvolvidos pelos professores comprometidos com o planejamento e o desenvolvimento de suas práticas no ambiente escolar. Houve o reconhecimento da necessidade de se dar continuidade ao espaço de escuta na relação sala de

aula/professor/conteúdo/estudante. Outro aspecto a ser ressaltado é a aplicabilidade da “caixa *neuropedagógica*” no contexto de sala de aula. Essa caixa é composta por um kit de instrumentos que dialogam com os conteúdos relacionados ao estudo do cérebro e podem levar diversas possibilidades de aprendizagem no campo da Neurociência. Acreditamos que durante o percurso da aplicabilidade do “kit” deparamos com momentos difíceis, pois muitos professores têm dificuldade em abandonar antigas práticas e trabalhar de forma diferente, através do lúdico. Alguns até diziam, inicialmente, que o jogo “*as mil faces do cérebro*” tomava tempo entre uma aula e outra. Com o passar do tempo e uma interação maior com os recursos que a caixa neuropedagógica dispunha os resultados sofreram evoluções positivas. Assim, percebemos que as expectativas de aprendizagem deve se integrar em sua totalidade a fim de se fazer uma análise do que foi apreendido e aprendido com mais prazer e qualidade.

Portanto, o kit possibilitou no âmbito escolar:

- Registro, observação e discussão do conteúdo no grupo;
- Percepção dos avanços da Ciência;
- Garantia da relação de interdisciplinaridade;
- Organização do conteúdo didático;
- Seqüência de atividades;
- Liberdade de escolha entre os temas abordados;
- Acompanhamento sistemático do avanço de cada estudante;
- Versão impressa e/ou eletrônica (CD-ROM) do jogo “As mil faces do cérebro”; para que todos tenham acesso a integra do kit;
- Acesso aos manuais que orientam, professores e estudantes, sobre a estrutura de cada instrumento e sua aplicação;
- A certeza de novas práticas de sala de aula que vão melhorar o nível de absorção do conteúdo de um tema que, aparentemente, é difícil, mas, na realidade, não o é.

Assim, de maneira global, podemos dizer que o sucesso da aplicabilidade desse “*kit neuropedagógico*” depende, acima de tudo, do compromisso dos professores de mostrar aos estudantes que estudar o

cérebro não é coisa do “*bicho papão*”. Além disso, observamos que ao aplicar o jogo “*As mil faces do cérebro*” entre os professores da amostra, percebemos que o mesmo funcionou como um “*disparador*” de processos cognitivos, pois além de motivá-los garantiu a construção da autonomia e o desejo de dialogar (linguagem acessível, de fácil compreensão), trocar saberes.

Ainda nessa dinâmica, percebemos outros desempenhos a serem emitidos pelos professores. São eles:

- 1º. Conhecer as características da realidade de sala de aula, por meio da observação e de descrições apropriadas que orientem suas decisões e atividades como educador;
- 2º. Conhecer a realidade dos estudantes, quais repertórios ele já possui.
- 4º. Definir os recursos de ensino disponíveis no âmbito escolar;
- 7º. Definir uma cadeia de ações educativas integradas, cada uma deverá criar condições para ocorrência da ação seguinte em uma seqüência de classes de ações.

Só, assim, professores e estudantes, protagonistas do processo educacional, apresentarão sucesso na absorção dos conteúdos. Por outro lado, há quem postule que educar é promover a obtenção de novos desempenhos e comportamentos. Diante disso, percebeu-se na construção da metodologia dessa dissertação que o educador está cotidianamente atuando nas transformações neurobiológicas cerebrais que levam à aprendizagem. No entanto, desconhece como o cérebro funciona. Esse conhecimento poderá tornar o ato de aprender mais significativo, autônomo e eficiente se a compreensão do processo ensino-aprendizagem proporcionar e adaptar mudanças na prática cotidiana dos professores e, conseqüentemente, a melhoria da qualificação do profissional da educação. Por outro lado, houve um reconhecimento pelos professores pesquisados que o ensino-aprendizagem poderá se tornar mais dinâmico e reflexivo a partir do momento que os educadores esquematizem ações que levem o estudante a pesquisar, interpretar e ler imagens para compreender os conceitos científicos do cérebro presentes em seu dia a dia.

Sabendo que o cérebro é o órgão da aprendizagem, o intuito desse estudo foi dar a contribuição das Neurociências para o campo do aprender no Ensino de Ciências. Por fim, torna-se importante salientar que os recursos

aplicados nas práticas de sala de aula e na produção do conhecimento com os estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental, através dos professores, reverteram-se em melhorias para o Ensino de Ciências, nas escolas que foram selecionadas para a pesquisa de campo.

Além disso, não podemos deixar de frisar que o estudo não termina aqui, mas, abre perspectivas para ir além, ou seja, buscar novos conhecimentos mesmo sabendo que para isso haverá um logo caminho a percorrer.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA**, Maria da Conceição, **CARVALHO**, Edgard de Assis e **CASTRO**, Gustavo de (orgs.). *Ensaios de complexidade*. Porto Alegre: 1997.
- ARANTES**, José Tadeu. *O pensamento científico de Goethe*. Revista Galileu: outubro, 1999.
- ASTOLFI**, Jean-Pierre. DEVELAY, Michel. *A Didática das ciências*. Tradução Magda S.S.Fonseca. Campinas, SP: Papyrus, 1990.
- AUSUBEL**, D. P.; **NOVAK**, J. D. & **HANESIAN**, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- _____. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BARBIZET & DUIZABO**. *Manual de neuropsicologia*. Artes Médicas, Porto Alegre, 1985.
- BARBOSA**, Irecê. *Diário de Classe: terapia cognitiva comportamental a serviço dos educadores*. Manaus: UEA Edições, 2007.
- _____. *Papagaios no Varal: comunicação intra e interpessoal no processo educativo*. Manaus: BK Editora, 2005.
- BEAR**, Mark F. **CONNORS**, Barry W. **PARADISO**, Michael A. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. Porto Alegre: Artemed, 2006.
- BORDENAVE**, J.D. *Estratégias de ensino – aprendizagem*. Vozes, Petrópolis, 1996.
- BURKE**, Thomas Joseph. *O professor revolucionário: da pré-escola à universidade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.
- CACHAPUZ**, Antônio. *O ensino das ciências para a excelência da Aprendizagem*. São Paulo: Cortez, 2003.
- _____ et al. (Orgs.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO**, A (Org.). *Novas metodologias da educação*. Porto: Porto Editora, 1995.
- _____; **PRAIA**, J.; **JORGE**, M. *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, 2000.

- CAMPOS**, Maria Cristina da Cunha; **NIGRO**, Rogério Gonçalves. Didática das Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.
- CANDAU**, V. M. (org.). *Didática, currículo e saberes*. Rio de Janeiro, DP&A, 2000.
- CAPOVILLA**, Fernando Cesar. **DO VALLE**, Luiza Elena L.Ribeiro. *Temas multidisciplinares de neuropsicologia e aprendizagem*. Sociedade Brasileira de Neuropsicologia. São Paulo; Tecmedd, 2004.
- CAPRA**, Fritjof. *A Teia da vida - uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo, Cultrix/Amana-key, 1996.
- CARTER**, R. *O Livro de ouro da mente*. São Paulo Ediouro, 2002.
- CHEVALLARD**, Y. *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Ed. La Fenseé Sauvage. Paris, 1991.
- COSTA**, G.G. *Práticas educativas no ensino de ciências nas séries iniciais: uma análise a partir das orientações didáticas dos parâmetros curriculares nacionais*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista-Campus Bauru, Bauru, 2005.
- COULON**, A. *Etnometodologia*. Petrópolis: Vozes, 1987.
- DAMÁSIO**, A. *O mistério da consciência*. São Paulo Companhia das Letras, 1999.
- DEL NERO**, H.S. *O sítio da mente: pensamento, emoção e vontade no cérebro humano*. São Paulo: Collegium cognitio, 1997.
- DEMO**, PEDRO. *Pesquisa: princípio científico e educativo*, 10^a. Ed. São Paulo: Cortez, 2003,
- DOWBOR**, Ladislau. *Tecnologias do conhecimento: os desafios da educação*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- EDWARDS**, Betty. *Desenhando com o lado direito do cérebro*. Ediouro, 1984.
- FONSECA**, A.P.A. *Práticas educativas e processos comportamentais no âmbito da alfabetização científica: Análises metodológicas e experimentais*. Relatório técnico submetido à Diretoria Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP (Proc. 03/05669-4), 2004.
- FRAGOSO**, Graça Maria. *Formando Leitor*. *Revista do Professor*. Porto Alegre, n.71, p. 5-8, jul./set.2002.
- GALIAZZI**, M.C., **ROCHA**, J.M.B., **SCHMITZ**, L.C., **SOUZA**, M.L., **GIESTA**, S. e **GONÇALVES**, F.P. *Objetivos das atividades experimentais no ensino médio:*

a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, 2001.

GALVÃO, Izabel. *Uma reflexão sobre o pensamento pedagógico de Henri Wallon.* In: Cadernos Idéias, construtivismo em revista. São Paulo, F.D.E., 1993. (disponível em <http://www.centrorefeducacional.pro.br/wallon.htm>).

GONÇALVES, Teresa. *Educere: revista da Escola Superior de Educação de Castelo Branco, moinhos de vento, moinhos de pensamento.* Ano IX, nº 14, junho de 2003.

GRAEFF & BRANDÃO. *Neurobiologia das doenças mentais.* São Paulo: Lemos, 1996.

GOETHE, Johann Wolfgang Von. *Doutrina das cores: apresentação, seleção e tradução Marco Giannotti.* São Paulo: Nova Alexandria, 1993.

GUSDORF, Georges. *Professores para quê? para uma pedagogia da pedagogia.* São Paulo: Martins Fontes, 1995.

KAPLAN, SADOCK & GREBB. *Neuroanatomia e neuropsiquiatria.* In: *Compêndio de Psiquiatria.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1977.

KOLB & WHISHAW. *Neurociência do comportamento.* São Paulo: Manole, 2002.

KUBO, O.; **BOTOMÉ**, S. *Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais.* InterAção, v.5, p. 133-171, 2001.

KRASILCHIK, M. *Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências.* São Paulo em Perspectiva, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LAKATOS, Eva Maria; **MARCONI**, Marina de Andrade. *Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.* São Paulo: Atlas, 1992.

LENT, Roberto. *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de Neurociência.* Atheneu: São Paulo, 2002 e 2005.

LEONTIEV, Aléxis. *O desenvolvimento do psiquismo.* São Paulo: Centauro, 2004.

LIBÂNEO, José Carlos. *Didática.* São Paulo: Cortez, 1993.

_____. *Pedagogia e pedagogos – Para Quê? .* São Paulo: Cortez, 1998.

LOPES, A. *Organização do conhecimento escolar: analisando a disciplinaridade e a integração.* In: **CANDAU, V. M.** (org.). *Linguagens, espaços e tempos no ensinar e aprender.* Rio de Janeiro, 2000.

LUNDY-EKMAN, Laurie. *Neurociência: fundamentos para reabilitação.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MATTAR, João Augusto Neto. *Metodologia científica na era da informática.* São Paulo: Saraiva 2002.

MATTAR, F.N. *Pesquisa de marketing.* São Paulo, Atlas, 2001.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.* São Paulo, 1994.

MORIN, Edgar. *O método 3: o conhecimento do conhecimento.* 3.^a ed. - Porto Alegre: Sulina 2005.

MOREIRA, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa.* Brasília: Editora da UnB.

NÓVOA, A. (org). *Formação de professores e profissão docente. Os professores e sua formação.* Lisboa: Publicações. Dom Quixote, 1997.

OLIVIER, Lou de. *Distúrbios de aprendizagem e de comportamento.* Rio de Janeiro: Wak Ed., 2006.

ONTORIA Penã, A; LUQUE, A; GÓMES, J.P. *Aprender com mapas mentais.* Madras, São Paulo. 2004.

PINKER, S. *Como a mente funciona.* São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

POZO, J. I. *Teorias cognitivas da aprendizagem;* 3.^a ed. Porto Alegre. Artes Médicas, 1998.

PREDEBON, José. *Criatividade hoje: como se pratica, aprende e ensina.* São Paulo: Atlas, 2000.

PRESA, Luis Alberto Passos. *Apostila de déficit neurológico de aprendizagem.* Faculdade Martha Falcão, 2006.

PRESTES, Maria Luci de Mesquita. *A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos da escola à academia.* São Paulo: Respel, 2002.

RANZÉ, Bernard (Org.). *Psicoterapia comportamental cognitiva de transtornos psiquiátricos.* Campinas: Plena, 2001.

RELVAS, Marta Pires. *Fundamentos biológicos da educação: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem*. Rio de Janeiro: Wak, 2005.

RESTACK, Richard. *Seu cérebro nunca envelhece: descubra como você pode desenvolver todo o seu potencial*. Tradução Dinah de Abreu Azevedo. São Paulo: Editora Gente, 2006.

REZENDE, Mara Regina Kossoski Felix. *A Neurociência e o ensino-aprendizagem em ciências: um diálogo necessário*. Tese de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas. Manaus: turma 2008.

_____. *Contribuições da metodologia de Rudolf Steiner para o ensino de ciências*. Artigo no curso de mestrado em Ensino de Ciências na Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2007.

_____. *Os jogos numa perspectiva cognitiva*. Artigo no curso de mestrado em Ensino de Ciências na Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2007.

_____. *Neurociência cognitiva: o avanço do Conhecimento científico*. Artigo no curso de mestrado em Ensino de Ciências na Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2007.

SABATTINI, Renato M.E. *Neurônios e sinapses: A história de sua descoberta*. Revista Cérebro & Mente, n.º 17, Maio-Agosto, 2003.

SANTOS, Antônio. *Metodologia científica: a construção do conhecimento*. 3.ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

SANTOS, C. S. dos. *Ensino de ciências: abordagem histórico-crítica*. Campinas: Armazém do Ipê Autores Associados, 2005.

SANVITO W. L. *Síndromes neurológicas*. Atheneu, São Paulo, 1997.

SILVA, Maria Cecília Pereira da. *A paixão de formar – da análise à educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

STEINER, Rudolf. *A prática pedagógica*. São Paulo: Ed. Antroposófica, 2000.

_____. *A arte da educação – I. O estudo geral do homem: uma base para a pedagogia*. 9ª ed.. São Paulo: Antroposófica, 1992.

VASCONCELOS, Maria José Esteves. *Pensamento sistêmico - o novo paradigma da ciência*. Campinas: Papyrus, 2003.

VALLE, Luiza Elena L. Ribeiro do. **CAPOVILLA**, Fernando César. *Temas multidisciplinares de neuropsicologia e aprendizagem*. Ribeirão Preto, SP: Tecmedd, 2004.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANOTTO, M.L. *Subsídios da análise do comportamento para a formação de professores*. In: Hubner, M.M.C; Marinotti, M (orgs). *Análise do comportamento para educação: contribuições recentes*. Santo André: Esetec Editora, 2004, p. 33-46.

ZIMMER, Carl. *A fantástica história do cérebro: o funcionamento do cérebro humano*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

VYGOTSKI, L.S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

_____. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WALLON, Henri. *Uma concepção dialética do desenvolvimento infantil*. Isabel Galvão. Ed. Vozes, 1995.

LEITURA COMPLEMENTAR

Revista Ano Zero, Set./91. *Os Mistérios do hemisfério direito*, págs. 26 a 31.

Revista Globo Ciência, ano 4 – nº 39 – *Nossos dois Cérebros*, págs. 34 a 42.

Revista Galileu. *O pensamento científico de Goethe*, 1999.

Revista Ciência & Vida. Filosofia especial: Filosofia da Mente. Ano 1 número 03

Revista CD-ROM - Ano 8 Nº92 - Mar 2003

Ciências & Cognição. Vol 13 (1): 94-100, 2008.

LINKS VISITADOS EM 2007-2008:

<http://try.at/conhecimento>: página com o material do curso de "Memória: representação do conhecimento, uma abordagem cognitiva" oferecido pela professora Adriana Benevides do Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ.

<http://www.epub.org.br/cm/home.htm>

Página da revista "Mente e Cérebro" com artigos relacionados à neurociência.

<http://www.gomestranslation.com/> Traduções em geral e pesquisa em

Neurociência, linguagem, cognição e disciplinas correlatas.

http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml?obj_id=220

<http://www.cienciasecognicao.org> - Publicado *on line* em 31 de março de 2008

<http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicações/trabalho/RenatoMaterial/neurociência.htm>

http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/sist_nervoso/cerebro/cerebro_2.html

<http://www.europenet.com.br>

ANEXO



ANEXO A



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
ESCOLA NORMAL SUPERIOR
Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na
Amazônia

TERMO DE CONSENTIMENTO

Consentimento formal de participação do trabalho de Mestrado intitulado:
“A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem em Ciências: um diálogo necessário”.

Professor (a): _____
 Escola: _____
 Categoria da Escola: () Particular () Estadual () Municipal
 Disciplina: _____
 Endereço: _____
 Cidade: _____ Estado: _____
 Área de Manaus: _____

Objetivo do estudo:

A pesquisa tem por objetivo avaliar e compreender a dimensão da neurociência ao processo ensino-aprendizagem em Ciências, visando:

- Aprofundar os estudos relacionados à neurociência e as funções do cérebro no processo ensino-aprendizagem.
- Construir um kit neurológico com jogos didáticos, histórias em quadrinhos, baralho e charadas que facilitem o aprendizado do cérebro e faça um diálogo com a neurociência como facilitadores do processo ensino-aprendizagem.
- Aplicar os elementos que compõe o kit no oitavo ano (antiga sétima série) do ensino fundamental.
- Analisar os resultados da aplicabilidade desse kit neurológico.

- Divulgar os resultados da pesquisa e o uso dos jogos para os professores e as escolas que participaram da mostra desta dissertação.

Procedimentos

Explicação dos procedimentos:

O professor receberá dois questionários para responder: o primeiro de perguntas fechadas e o segundo com perguntas abertas. O mesmo terá liberdade de responder aquilo que lhe for solicitado, podendo, inclusive, dar um novo parecer. As perguntas estão relacionadas com o ensino de Ciências e o campo da Neurociência.

Possíveis benefícios:

A pesquisa visa melhorar o entendimento do cérebro nas relações com o dia-a-dia da sala de aula e com as angústias dos professores.

Informações Necessárias:

1. O professor receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos, riscos e benefícios da pesquisa.
2. Durante a realização dos procedimentos a pesquisadora estará sempre acompanhando o professor naquilo que for preciso.
3. A pesquisadora assegura a privacidade do professor quanto à sua identidade e os dados envolvidos no estudo.
4. O professor poderá retirar o termo de consentimento no momento que quiser sem qualquer penalidade.
5. As informações e as melhorias serão encaminhadas ao professor colaborador e à escola que o mesmo trabalha.

Eu, _____, RG nº _____
concordo em participar do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, linha de pesquisa: formação de professores, proposto pela mestrandia Mara Regina Kossoski Felix Rezende. Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber

esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo à minha privacidade. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação em periódicos científicos.

Mestranda: Mara Regina Kossoski Felix Rezende

E-mail: marakrezende@yahoo.com.br

Orientadora responsável: Irecê Barbosa Monteiro

E-mail: imonteiro@uea.edu.com.br

Manaus, _____ de _____ de 200__

Assinatura do (a) professor (a)



ANEXO B



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

ESCOLA NORMAL SUPERIOR

Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia

QUESTIONÁRIO-01

01. No âmbito do Ensino Fundamental, que função desempenha?

- Docente
 Aluno (a) de Ensino Superior
 Outra (especificar):

02. Qual a sua formação?

- Ciências Biológicas
 Pedagogia
 Outra (especificar):

03. Quanto tempo de formado?

- Ainda estou cursando a Universidade
 Entre 0 a 5 anos
 Entre 5 a 10 anos

04. Você conhece os avanços da Neurociência?

- Sim
 Algumas coisas
 Não

05. Acha que existe uma relação entre os assuntos abordados no oitavo ano (antiga sétima série) com a neurociência?

- Sim, com certeza.
 Sim, raramente
 Não, nunca

06. Com que frequência você elabora atividades para seus alunos?

- Diariamente
 Semanalmente
 Mensalmente

07. Sua escola possui biblioteca e nela material lúdico para trabalhar o cérebro?

- Sim
 Não
 Uma sala que atua como biblioteca

08. Para que fins utiliza mais frequentemente uma Biblioteca?

- Nunca vou a uma biblioteca
 Consultar obras de referência (dicionários, enciclopédias, etc.)
 Investigar e pesquisar

09. Quando vai a uma Biblioteca, procura habitualmente:

- Livros e/ou Revistas
 Vídeos, DVD, CD, CD-ROM
 Informação disponível na Internet

10. Costuma utilizar atividades lúdicas para reforçar conteúdos relacionados ao cérebro?

- Sim, algumas vezes.
 Sim, raramente
 Não, nunca

11. Normalmente, procura:

- Quebra cabeças
 Jogos e revistas
 Outros (especificar):

12. Em sua opinião, considera fundamental que o material didático utilizado em suas aulas de Ciências tenha capacidade, no futuro, para dar uma resposta satisfatória às suas necessidades de informação na área de atuação?

- Sim
 Não
 O material deixa a desejar

13. Que sugestões tem para nos deixar ?

DADOS PESSOAIS:

Nome: _____

Escola _____

Endereço: _____

Bairro: _____

Município: _____ Estado: **Manaus**

Email _____ @ _____ Habilitação:

- Graduação
- Pós-graduação
- Cursando Ensino Superior



ANEXO C



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE
CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA NO ESTADO DO AMAZONAS.

Aluna de Mestrado: Mara Regina Kossoski Felix Rezende

Linha de pesquisa: Formação de Professores

Área concentração: Neurociências

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ierecê Barbosa

QUESTIONÁRIO 02

As perguntas abaixo se referem às atividades com questões abertas, pois dão condição ao professor de discorrer espontaneamente sobre o que está se questionando; as respostas são de livre deliberação, sem limitações e com linguagem própria.

1. Quais dificuldades você descreve ao lidar com o conteúdo que se refere ao estudo do cérebro?
2. Você conhece o campo da neurociência? Qual a relação entre a neurociência e o conteúdo trabalhado em sala de aula?
3. De acordo com nossas capacidades de analisar situações, elaborar estratégias e resolver problemas, como utilizamos nossa inteligência?
4. As práticas pedagógicas do professor de ciências do ensino fundamental estabelecem uma interface com a Neurociência e o Ensino de Ciências?
5. Cite alguns comentários de seus alunos ao ter contato com o cérebro e seus aportes?
6. Quais sugestões você daria para melhorar o acesso ao conteúdo que estuda o cérebro nas aulas de Ciências nas escolas de Manaus?

VOCABULÁRIO TÉCNICO

Afasia: Distúrbios da linguagem falada, causados por lesões cerebrais.

Astrócito (astroglia): Célula glial que apóia os neurônios.

Ataxia: descoordenação dos movimentos.

Axodendrítica (sinapse): Sinapse formada por contato entre um axônio pré-sináptico e um dendrito pós-sináptico.

Axônio: Processo filamentosos geralmente mais longo, que sai do corpo celular do neurônio e transmite os potenciais de ação dele para outros neurônios localizados a maior distância. Os nervos são constituídos de feixes de axônios

Célula de Schwann: Tipo de célula glial que produz a mielina que envolve os axônios dos neurônios no sistema nervoso periférico, isolando eletricamente os nervos e assim permitindo a propagação rápida de potenciais de ação.

Corpo caloso: Conjunto maciço de fibras nervosas que fazem parte dos feixes que interligam os dois hemisférios cerebrais.

Córtices: Camada externa do cérebro. Quando cortado apresenta duas substâncias: uma branca e outra cinzenta.

Conexão: circuito neural formado por um neurônio.

Cribiforme: Que tem a forma de crivo.

Dendrito: Ramificações filamentosas do corpo celular dos neurônios, através dos quais eles recebem conexões de outros neurônios, através de sinapses axo-dendríticas.

Diencéfalo: Porção posterior do prosencéfalo, e que compreende o tálamo, o hipotálamo e, para alguns autores, o subtálamo, este como setor independente.

Doutrina neuronal: Especialização da doutrina celular para o caso do sistema nervoso; ou seja, ele é formado de vários tipos de células, sendo as principais os neurônios. Surgiu a partir da segunda metade do século XVIII, sendo seus principais proponentes Schwann, Golgi e Ramon y Cajal.

Eferência: Diz-se das conexões neurais a um ponto que vão para fora. Também chamadas de conexões centrífugas.

Encéfalo: Parte do sistema nervoso central contido na cavidade craniana e que abrange os hemisférios cerebrais, tronco cerebral e cerebelo.

Frenologia: Nome dado a campo criado pelo médico alemão Franz Gall, que propôs que a localização das funções cerebrais, como características da personalidade, razão e emoção podiam ser mapeadas individualmente por meio de alterações na superfície do crânio.

Gânglios Basais: Áreas do cérebro que são importantes para o movimento. Estas áreas incluem o putamen, núcleo caudado, globo pallidus, núcleos subtalâmicos e substância negra.

Glias: células que dão sustentação aos neurônios e auxilia o seu funcionamento.

Gnosia: ação de conhecer.

Hipotálamo: porção do cérebro que exerce controle sobre atividades das mais importantes do organismo, tais como sono, metabolismo da água, temperatura corporal, etc.

Lobo: Uma das cinco divisões da superfície do cérebro: parietal, temporal, frontal, occipital e insula.

Maturação: processo de transformação e desenvolvimento de um órgão ou organismo para o exercício pleno de suas funções, e que se prende essencialmente à idade

MCs : malformações corticais.

Mesencéfalo: Parte do encéfalo que compreende os tubérculos quadrigêmeos, os pedúnculos cerebrais e o aqueduto cerebral, e que deriva da vesícula cerebral média.

Mielina: Substância lipídica presente na chamada bainha de mielina (formada pelas células de Schwann), que rodeia algumas fibras nervosas, fazendo com que tenham uma condução de impulsos nervosos mais rápidos (condução saltatória).

Neuroanatomia: estuda a estrutura do sistema nervoso, em nível microscópico e macroscópico.

Neurofisiologia: registra a reação das células nervosas ou de áreas maiores do cérebro.

Neurologia: ramo da medicina que se ocupa das doenças do sistema nervoso em todos os seus aspectos

Neuropsicologia: analisa a relação entre as funções neurais e psicológicas.

Neurotransmissor: molécula secretada na extremidade do axônio que transmite mensagens para outras células situadas nas proximidades.

Paradigma: modelos que orientam o desenvolvimento posterior das pesquisas exclusivamente na busca da solução para os problemas por elas suscitados.

Primícias: primeiros efeitos.

Psicogênese: estudo da origem e do desenvolvimento das funções psíquicas.

Prosencéfalo: A mais anterior das vesículas encefálicas primitivas e que irá dividir-se em telencéfalo e diencéfalo.

Sinapse: significa ligação, contato entre dois neurônios, ou entre um neurônio e uma célula muscular, por onde passa a informação neural.

Sistema Límbico: área central de um conjunto de estruturas que vão do telencéfalo ao mesencéfalo e atuam no controle das emoções, memória, aprendizagem e interação neuroendócrina.

Sistêmica: termo que denota o organismo como um todo.

Sulco: Pequena fenda formada pelo dobramento do córtex cerebral.

Sulco central: Grande fenda no cérebro que separa os lobos frontais e parietais.

Tálamo: porção do cérebro localiza entre o epítalamo e o hipotálamo.

Telencéfalo: Porção anterior do prosencéfalo, a qual dá origem aos hemisférios cerebrais.

Trepanação: Procedimento cirúrgico que consiste em abrir uma janela no osso do crânio. Utiliza instrumentos especiais denominados trépanos. Procedimento também realizado para fins provavelmente religiosos e rituais, além de médicos, por muitos povos primitivos e civilizações antigas.