

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
NÍVEL: DOUTORADO**

**A TRAJETÓRIA DE APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR: PERCEPÇÕES
DE ACADÊMICOS**

AIRTON POZO DE MATTOS

**Porto Alegre
2005**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

NÍVEL:DOUTORADO

**A TRAJETÓRIA DE APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR: PERCEPÇÕES
DE ACADÊMICOS**

**Tese apresentada ao Curso de Doutorado da Pontifícia
Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como
requisito à obtenção do título de DOUTOR em
EDUCAÇÃO.**

AIRTON POZO DE MATTOS

Orientadora:

Professora Doutora Maria Emília Engers

Co- Orientador:

Prof° Dr. Juan Mouriño Mosquera

**Porto Alegre
2005**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M444 Mattos, Airton Pozo de
A trajetória de aprendizagem no ensino superior: percepções
de acadêmicos / Airton Pozo de Mattos. — Porto Alegre, 2005.
311f.

Tese (Doutorado) — Faculdade de Educação. Programa de
Pós-Graduação em Educação. PUCRS, 2005.

1. Aprendizagem - Avaliação. 2. Processos Cognitivos.
3. Cognição. 4. Educação - Avaliação. 5. Ensino Superior.
I. Título.

CDD 371.27

Bibliotecário Responsável

Ednei de Freitas Silveira

CRB 10/1262

AIRTON POZO DE MATTOS

**A TRAJETÓRIA DE APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR: PERCEPÇÕES
DE ACADÊMICOS**

COMISSÃO EXAMINADORA

.....
Prof^a. Doutora Maria Emília Amaral Engers

.....
Prof^a. Doutora Marília Morosini

.....
Prof. Doutor Cleber Ribeiro Álvares da Silva

.....
Prof^a. Doutora Valéria de Oliveira Thiers

Dedico esse trabalho a Elizabeth, Bruno e Bernardo, que sempre aceitaram com paciência, cumplicidade e amor minhas ausências, devido ao contínuo exercício de leitura e escrita que consumiram muito, muito tempo.

Também a minha mãe, Swanson Pozo de Mattos, in memoriam, pelo incansável estímulo para que continuasse na vida acadêmica e por ter sido minha primeira educadora; sua motivação e amor foram imprescindíveis nessa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Ao chegar ao final desta pesquisa, olho para trás e vejo traços de memórias, emoções, sentimentos, conhecimentos, que ficaram vagando em minha mente e vou reconstituindo-os nos agradecimentos:

à Professora Maria Emília Engers, orientadora, que me recebeu num momento importante de minha caminhada, pela sua capacidade de ouvir, de explicar e fazer as correções do caminho, pela amizade, pela ajuda motivacional e emocional em momentos por que passei e que foi possível contar com o seu apoio. Pela sua capacidade intelectual e competência de guiar meu caminho nesta pesquisa;

à banca examinadora deste trabalho, pela disponibilidade e empenho em avaliá-lo;

ao Curso de Pós-Graduação da PUCRS, pelo apoio acadêmico dispensado; aos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação da PUCRS, pelo respeito, apoio e disponibilidade em contribuir com a construção desta pesquisa;

ao Prof. Doutor Juan Moriño Mosquera, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação da PUCRS e co-orientador desta tese, pelo carinho, pelo respeito e pelo modelo de professor, além do estímulo dado ao projeto que agora se encerra, provisoriamente;

a todos os acadêmicos(as) que participaram da pesquisa, pacientemente respondendo às questões e recebendo-me com alegria e valorizando muito meu trabalho;

a todos os alunos que passaram por mim, àqueles por quem passei, e fundamentalmente aqueles em que, como educador, consegui fazer alguma diferença;

aos colegas professores que contribuíram com sugestões durante a etapa de transcrição e análise dos dados;

aos meus pais Ruy e Swanson, por terem me ensinado a persistir e lutar em todos os momentos, mas principalmente nos mais adversos, e nunca desistir;

aos meus familiares, amigos e amigas que indiretamente contribuíram também para a chegada ao final;

à amiga Rosinha, Fábio e Gilberto (Rogil), Bia e esposo da (Bielivros), ao Newton (Artmed), Moacir (Edita) , José (Vozes), Rochele (Wilson e Wilson), pelo auxílio com os livros, títulos e leituras necessárias para concluir este texto.

à Ana Maria Pinheiro, por ser uma profissional competente de Língua Portuguesa, por ter se interessado pela pesquisa, por ser professora e compreender o ofício de ser professora e, além de tudo, ser uma amiga indescritível.

A todos, o meu muito, muitíssimo obrigado.

SUMÁRIO

Lista de Figuras e Quadros

Resumo

Abstract

Resumen

INTRODUÇÃO.....	15
2 A CONSTRUÇÃO DO CAMINHO TEÓRICO	24
2.1 O ser vivo , sua estrutura, o meio, interações socioistóricas, culturais e as emergências cognitivas	24
2.2 A Estrutura Cognitiva do ser vivo	38
2.3 O Meio	79
2.4 O Movimento – Ação – Atividade Cognoscitiva: Aprendizagem	83
2.5 A Abordagem Sociocultural e a Interação Social	95
2.7 Práticas Educativas, Ciências da Aprendizagem e as Contribuições da Ciência do Cérebro/Mente	111
3 A TRAJETÓRIA DA INVESTIGAÇÃO	166
3.1 A abordagem metodológica para a investigação	166
3.2 Quadro 1. Resumo dos participantes da pesquisa	180
3.3 O processo de organização e análise dos dados das entrevistas com os participantes	181
3.4 Quadro 2 : Síntese das Categorias Depois das Etapas de Análise	183
3.5 Quadro 3: Esquema Visual da Caminhada Investigativa.....	185
4 A ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES DOS PARTICIPANTES: AS EMERGÊNCIAS DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM.....	186
4.1 Processos Cognitivos	189
4.2 Etapas Em Que Ocorrem os Processos	245
4.3 Atividades e/ou Experiências Acadêmicas Relevantes	260
4.4 Condições Favoráveis para que ocorra a Aprendizagem.....	265
REFERÊNCIAS	291
ANEXOS.....	304

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1. Quadro resumo dos participantes da pesquisa p.180

Quadro 2. Quadro síntese das categorias p.183

Quadro 3. Quadro síntese do desenho da investigação p.184

Figura 1. A natureza Cognoscitiva do ser humano p.27

Figura 2. Ecocognigrama 1– Representação dos processos cognitivos – 1^a
etapa p. 213

Figura 3. Ecocognigrama 2 – Representação dos processos cognitivos – 2^a
etapa p. 270

Figura 4. Ecocognigrama 3 – Representação dos processos cognitivos da
emoção à metamentalização p. 285

RESUMO

O objetivo desta investigação foi o de compreender como os acadêmicos percebem os processos cognitivos que ocorrem quando são envolvidos em experiências de aprendizagem, e que outras dimensões estão presentes nesses processos.

Ouvir os envolvidos diretamente em experiências de aprendizagem para saber que dimensões eles acreditam estar presentes neste processo foi, sem dúvida, o elemento fundamental nesta investigação. Afirma-se ser de grande relevância saber como os acadêmicos pensam que a aprendizagem ocorre, já que são eles que realizam esse processo. Considerando o problema e os objetivos do estudo, optou-se por desenvolver uma investigação de cunho qualitativo-interpretativo. Sem dúvida, compreender o processo de aprendizagem na ótica e nas vivências dos acadêmicos, tendo em vista as suas construções, possibilita novas reflexões educacionais. Esses processos envolvem componentes biopsicossociais, o complexo de interações com o meio ambiente no contexto histórico. Os participantes do estudo foram 12 acadêmicos de Instituições de Ensino Superior do Rio Grande do Sul, pertencentes aos cursos: Direito, Medicina, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Psicologia, Física, Biologia, Química, Pedagogia, Farmácia, Enfermagem. Utilizou-se como instrumento de coleta de dados uma entrevista semi-estruturada que foi estudada através da análise de conteúdo.

Os resultados apontaram para as seguintes categorias: os processos cognitivos evidenciados, as etapas em que ocorrem esses processos, as experiências

acadêmicas relevantes e as condições necessárias para que os processos possam gerar aprendizagem.

Os processos cognitivos são eventos mentais que formam redes de interações intersubjetivas, internalizadas e externalizadas, à medida que se instaura um processo desencadeador via estímulo emocionalmente competente (EEC). As percepções vieram ao encontro do que propõe a literatura consultada, de que diferentes níveis de hierarquia sensorial e de diferentes sentidos podem modificar os mapas cognitivos ao longo da vida. Para tanto, é de extrema importância que o professor promova experiências de aprendizagem motivadoras, eliciando a rede processual que interage e ativa zonas de desenvolvimento proximal. Isso revela a necessidade de que o professor planeje melhor as atividades de aprendizagem, levando em consideração o desenvolvimento das capacidades cognitivas, afetivas, a relação com o meio e a construção individual.

ABSTRACT

The objective of this investigation refers to the comprehension of how the academics perceive the cognitive processes when they are involved in learning experiences and what are the other dimensions that are present in these processes.

Listening to people who are involved directly in learning experiences and know the dimensions they believe are present in these processes was without any doubt, the fundamental element in this investigation. It is considered of great relevance to know how the students think that learning occurs, since the students are the ones who accomplish the deal. Undoubtedly, the comprehension of the learning process in the view and the living experiences of the students, considering their construction generate new educational reflections. This process involves biopsychosocial components, a complex of interaction in the environment and the historic context.

The participants of the study were 12 students from the Superior Teaching Institution of Rio Grande do Sul, Brazil, from the following courses: Law, Medicine, Physiotherapy, Phonoaudiology, Psychology, Physics, Biology, Chemistry, Pedagogy, Pharmacy, Nursery. It was used as instrument of data collecting a semi-structured interview analyzed through content analysis.

The results pointed to the following categories: cognitive processes evidenced the phases of occurrences, the relevant academic experiences and the necessary conditions to generate comprehensive and meaningful learning.

The discoveries demonstrated that the cognitive processes are mental events that form networks of intersubjectivity interactions, internalized and externalized when the process are triggered through an emotional competent stimulus (EEC), their

perceptions are felt as a result of reverberations of signs between different levels of sensorial hierarchy and of different senses. This phenomenon demonstrates that the cognition can be modified through life. To reach this the brain requires continuous sensorial and motor experiences. These actions take place through different activities developed by men. Human being is always in process of interacting with the world and that activates proximal zones of development, which need careful observation and activities that promotes living learning experiences to the students. This reveals the necessity teachers have to plan improving learning activities, considering the affective and cognitive capacities development and the relation with the environment and individual construction.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue el de comprender como los académicos perciben los procesos cognitivos que ocurren cuando son envueltos en experiencias de aprendizajes y que otras dimensiones están presentes en esos procesos.

Oír los envueltos directamente en experiencias de aprendizaje para saber que dimensiones ellos creen que están presentes en estos procesos fue, sin duda, el elemento fundamental en esa investigación. Se afirma ser de gran relevancia saber como los académicos piensan que el aprendizaje ocurre, ya que son ellos que realizan esos procesos. Considerando el problema y los objetivos del estudio, se optó por desarrollar una investigación de cuño cualitativo interpretativo. Sin duda, comprender el proceso de aprendizaje en la óptica y en las vivencias de los académicos, teniendo en vista sus construcciones posibilita nuevas reflexiones educacionales. Esos procesos envuelven componentes: biopsisociales, el complejo de interacciones con el medio ambiente, en el contexto histórico. Los participantes del estudio fueron 12 académicos de Instituciones de Enseñanza Superior de Rio Grande do Sul perteneciente a los cursos: Derecho, Medicina, Fisioterapia, Fonoaudiología, Psicología, Física, Biología, Química, Pedagogía, Farmacia y Enfermería. Se utilizó como instrumento de colecta de datos una entrevista semi estructurada que fue estudiada a través del análisis de contenido. Los resultados apuntaron para las siguientes categorías: los procesos cognitivos evidenciados, las etapas en que ocurren esos procesos, las experiencias académicas relevantes y las condiciones necesarias para que los procesos puedan generar aprendizaje.

Los procesos cognitivos son eventos mentales que forman redes de interacciones intersubjetivas, internalizadas y externalizadas a medida que se instaura un proceso desencadenador vía estímulo emocionalmente competente (EEC) . Las percepciones vinieron al encuentro de lo que propone a literatura consultada de que diferentes niveles de jerarquía sensorial, y de diferentes sentidos pueden modificar los mapas cognitivos a lo largo de la vida. Para eso, es de extrema importancia que el profesor promueva experiencias de aprendizaje motivadoras, eliciendo la red procesual que interactúa y activa zonas de desarrollo proximal. Eso revela la necesidad de que el profesor pueda planear mejor las actividades de aprendizaje, llevando en consideración el desarrollo de las capacidades cognitivas, afectivas, la relación como medio y la construcción individual.

INTRODUÇÃO

O foco desta investigação são os processos cognitivos e de aprendizagem, evidenciados por acadêmicos de diversos cursos superiores matriculados no último semestre, em duas universidades do Estado do Rio Grande do Sul.

A pesquisa levou em consideração as experiências de aprendizagem a que foram submetidos os acadêmicos durante o decorrer de seus estudos até sua formatura.

A aprendizagem é um processo pelo qual o conhecimento é construído através da transformação de experiência. O conhecimento é um processo de transformação, sendo continuamente criador e reconstrutor. Precisa-se compreender como se dá esse processo de transformação da experiência em formas objetivas e subjetivas de real.

Uma alternativa para documentar os “estágios” e “fases” da vida adulta é compreender o desenvolvimento como um processo dialético em movimento (RIEGEL, 1976; BUSS, 1979; WOZNIAK, 1975; BASSECHES, 1984 apud TENNAT, 1988; THORPE; HANDON,1997). A noção básica é que há uma constante dialética entre a pessoa em mudança ou desenvolvimento e a mudança ou evolução da sociedade, isto é, a pessoa cria e é criada pela sociedade em que ela vive (MATURANA, 2001). Há uma dinâmica em que a pessoa é construída como um ser em transformação em um mundo em transformação.

Pesquisas realizadas com professores e com alunos do Ensino Superior, como a de Esteve (1999), têm apontado para o sentimento de alienação, raiva,

frustração e confusão, sentimento de fragmentação no que se refere ao processo de ensino e de aprendizagem (ESTEVE, 1999).

Os participantes da pesquisa mencionada apontam como responsáveis pela disjunção do ensino e aprendizagem as experiências educacionais, entre as quais estão citados o ensino formal, a defasagem entre o aprendido e o mundo, a identidade social, as situações de aprendizagem, a falta de compreensão e de integração dos processos de aprendizagem, e os problemas de motivação.

As alterações nas concepções de didática acompanham as modificações históricas. Em face disso, volta-se a questionar: Como ensinar?

As operações em um sistema de aprendizagem e ensino envolvem um número de tarefas e papéis diferentes que parecem ser divididos entre os diferentes componentes do sistema. Em sistemas baseados em uma estrutura tradicional (professor, grupo), é o professor que desempenha a maioria das tarefas e dos papéis, ele é o componente principal da situação.

Entretanto, as pesquisas recentes em lingüística aplicada, psicologia da aprendizagem, psicolingüística (THORPE et al. 1997) sublinham a importância do processo de aprendizagem, enfatizando que é o aprendente o componente essencial no evento pedagógico.

O objetivo das tarefas pedagógicas é criar as condições necessárias para o aprendente aprender. E o objetivo do processo de ensino e de aprendizagem é a aquisição do conhecimento, pois somente o aprendente pode realizar essa operação final.

De fato, entre o momento em que o professor oportuniza o contato com o real e o momento em que este é assimilado, um número de fenômenos cognitivos

ocorre sobre os aprendentes e sabe-se muito pouco ainda, hoje, a respeito desse tema. Pode-se avaliar os processos citados através da informação que retorna dos estudantes (GREMMO, M.J. ; ABÉ, D. in THORPE et al., 1997).

O ensino envolve ações entre seres humanos, usando ferramentas ou instrumentos, como mediação, em um contexto historicamente situado, os quais modificam e são modificados durante o processo.

Pesquisas realizadas na década de 90 e recentemente (LIBÂNEO, 1991; PIMENTA, 2001) relatam que já há essa nova compreensão do ensino na perspectiva denominada epistemologia da prática.

Pimenta e Anastasiou (2002, p.51-55) apresentam um levantamento temático sobre as pesquisas na linha citada:

- epistemologia didática; análise da história das idéias pedagógicas, metodologias de investigação, contribuições das teorias da complexidade e de interdisciplinaridade, aportes da Psicologia, da Filosofia, da Sociologia, da linguagem, das práticas didáticas.

- didática, docência e pesquisa: o saber, o conteúdo, a identidade, análise relação professor-aluno, professor-pesquisador, ensinar e aprender.

- teorias educacionais e contextos escolares.

- metodologia de ensino, técnicas de ensino.

- práticas pedagógicas e resultados para avaliação.

- formação contínua de professores.

- ensino e aprendizagem: aprender a aprender.

As autoras observam uma abordagem multirreferencial do fenômeno.

Sem dúvida, um dos maiores desafios da docência superior, devido à expansão e à falta de formação de professores é a questão da construção do conhecimento pelo estudante em sala de aula, laboratório e outras atividades.

O conhecimento teórico não é comunicado na sua totalidade ao aluno e parece haver, ainda, pouco conhecimento quanto ao processo intermediação/ mediação.

O ensino é um fenômeno social, interacional em que identidades são construídas. Os alunos estão em um contexto social concreto, interagindo uns com outros, trocando idéias, partilhando emoções, posicionamentos, construindo regras e comportamentos.

Todas essas atividades exigem uma elaboração cognitiva e social.

Interação social é um conceito, segundo Toschi (2001), utilizado para salientar o estudo entre estrutura social e educação. A observação de condutas concretas no processo de ensino-aprendizagem permite verificar não só os processos cognitivos (...), mas também em que medida e como, na interação que se estabelece com as pessoas com estatutos diferenciados (professor, colega) , adquirindo uma certa compreensão social da situação e do problema com os quais ele é confrontado.

Coll (1997) refere-se às relações psicossociais que ocorrem com os estudantes, entre os estudantes e professores, como resultado da forma de organizar os processos de ensino-aprendizagem.

A autoconsciência, resultante das interações sociocognitivas, é parte integrante do conhecimento do mundo e da negociação de sentidos com cada participante do processo.

Pimenta e Anastasiou (2002, p.76) relacionam os “conhecimentos necessários ao professor na sua profissão: saberes da área de conhecimento específico, saberes pedagógicos, saberes didáticos, saberes da experiência do professor, saberes afetivos, cognitivos”.

Para as autoras, a experiência tem demonstrado que as reformas em instituições educacionais precisam ter os professores como parceiros/autores na transformação. Isso significa valorizar o trabalho docente, dotar os professores de perspectiva de análise, de modo que os ajudem a compreender os contextos históricos, sociais, culturais, organizacionais, nos quais ocorrem as suas atividades docentes. Significa também rever e modificar a precariedade da carreira docente nas diferentes instituições de ensino superior.

É o conhecimento das pessoas que muda o mundo, isto é, torna-se importante o conhecimento como produção própria. O estudante não pode ser ensinado, ele deve apreender. O conhecimento de fato útil ocorre de forma ativa (JOHNSON, 1993).

Há muitas pressões para que ocorra a melhoria da qualidade da educação superior. Entretanto, como enfrentar essas pressões se a demanda tem crescido muito, as turmas estão grandes, as tecnologias não dão conta do processo de aprendizagem? Como melhorar a qualidade nessas condições?

Se realmente se deseja melhorar o ensino superior, é necessário saber o que se passa nas mentes das pessoas quando aprendem. Compreender é a competência vital. Significa conhecer as formas pelas quais os estudantes apreendem e distinguem fenômenos relacionados ao sujeito (RAMSDEN, 1992).

Se o conhecimento dos professores por si só determinasse a qualidade do ensino e garantisse a aprendizagem, a solução seria simples: melhorar a preparação dos professores usando novas tecnologias de informação. Seria isso o suficiente?

Nesse sentido, Ramsden (1992) afirma que não se pode saber se a aprendizagem dos alunos foi aquilo que se esperava, pois o pensamento dos alunos também sofre influências do contexto educacional ou do meio ambiente em que eles aprendem. Para ele, uma boa parte da melhoria da qualidade do ensino superior está em compreender os efeitos contextuais para adaptar estratégias de ensino.

Declara ainda o autor que o ensino superior está baseado na teoria de que os alunos irão aprender se o professor transmitir a eles informações e os fizerem realizar provas, tarefas sobre a matéria repassada. Nesse sentido, não é difícil compreender que melhorar o ensino é um processo de adquirir habilidades: exposição oral, liderança de grupos, usar data-shows e laboratórios, elaboração de boas provas.

A percepção do professor é muito importante, as informações e tecnologias adequadas também, mas a forma com que ele propõe ao aluno para apropriar-se dos conhecimentos é, sem dúvida, de grande relevância.

As diferenças na qualidade de aprendizagem são devidas às diferenças na forma como os estudantes lidam com a aprendizagem, e as diferenças podem, por sua vez, ser explicadas em termos de suas experiências de ensino. Portanto, pode-se melhorar a qualidade, estudando seus efeitos nos estudantes e as experiências através de seus olhos. Estudos apresentados nesta obra revelam

que há evidência de diferenças na qualidade de aprendizagem entre os acadêmicos (RASMDEN, 1992).

Os estudos de Thorpe (1993), Ramsden (1992) e Bennett (1993) evidenciam que, do ponto de vista da aprendizagem como mudança de compreensão, muitos alunos na Educação Superior não estão aprendendo efetivamente como deveriam. Há clara variação na qualidade e nos desenvolvimentos da última década.

Sugerem os autores que seria interessante pesquisar junto aos alunos sobre sua aprendizagem, buscando compreender a conexão possível entre como os alunos vivenciam (experiência) as situações de aprendizagem e como eles aprendem o conteúdo.

Bentley (1998) afirma que há um desejo de que a educação seja efetiva nesse século, e a instituição educacional precisa estabelecer uma nova parceria ativa com as pessoas que até agora estiveram fora do debate: os acadêmicos.

Bentley diz que há dois testes cruciais para um sistema educacional efetivo: quão bem os estudantes podem aplicar o que aprenderam em situações, além dos limites de sua experiência educacional formal; e quão bem estão preparados para continuar aprendendo e resolvendo problemas ao longo de suas vidas.

O objetivo do sistema de educação é preparar jovens de forma adequada para os desafios e responsabilidades que eles enfrentarão durante toda a sua vida, e, se a sociedade está mudando, então se deve mudar a forma como se introduzem as pessoas na sociedade.

A solução para responder a esse desafio está na compreensão dos processos de aprendizagem em que o aprendente é submetido a cada momento no decorrer das suas vivências.

Gardner (2000) afirma que a educação deveria primariamente estar preocupada com estudar a compreensão, ajudando no conhecimento do mundo, nas crenças e no entendimento.

Bentley propõe como tarefa educar para um mundo em que há menos ordem, menor previsibilidade, mais caos, onde soluções estão constantemente em movimento para superar desafios.

Com base nas reflexões feitas, parece que é de inescusável importância ouvir os alunos para compreender como eles representam e significam suas aprendizagens. O resultado dessa ação nos possibilitará repensar o processo de aprender e de ensinar. Nessa perspectiva, a investigação leva a contribuir para melhor compreensão do processo de aprendizagem e para a melhoria da qualidade do ensino. Deseja-se ouvir aqueles que estão envolvidos diretamente em experiências de aprendizagem e saber em que dimensões eles acreditam estar presentes nesse processo. Isto é, como os acadêmicos pensam que a aprendizagem ocorre, já que são eles que realizam esse processo.

Portanto, propõe-se como objetivo da presente pesquisa buscar explicações científicas para os fenômenos que ocorrem durante a aprendizagem de acadêmicos (adultos) em um evento pedagógico.

Segundo Maturana (1997, p.81), as explicações científicas

são mecanismos gerativos, isto é, são proposições de processos que dão origem aos fenômenos a serem explicados como resultado de seu operar e são aceitas como tais na comunidade dos cientistas na medida em que satisfazem, com outras condições, o critério de validação das afirmações científicas estabelecidas por essa mesma comunidade.

Para tanto, o autor relaciona as condições da seguinte forma:

- A descrição do fenômeno que se deseja explicar como experiência do observador. Especificação do fenômeno a ser explicado pela descrição das condições que um observador deve satisfazer em seu domínio das experiências do observador;
- A proposição de um processo gerativo que, como um mecanismo ad hoc, gera o fenômeno a ser explicado como resultado de seu operar no domínio das experiências do observador;
- A dedução, a partir das coerências operacionais implícitas na operação do mecanismo gerativo proposto (acima), de outras experiências não consideradas em sua proposição;
- A realização e experiência do deduzido (etapa acima) por um observador que satisfaça, em seu domínio de experiências, as condições aí requeridas.

Para Maturana (2001), a explicação científica ocorre ao alcançar essas condições conjuntamente, o mecanismo gerativo proposto. Nessa perspectiva, a presente investigação tem como problema fundamental de pesquisa oferecer um mecanismo capaz de gerar explicações para conhecer:

Como os acadêmicos percebem os processos cognitivos que ocorrem quando são envolvidos em experiências de aprendizagem e que outras dimensões estão presentes neste processo de aprendizagem?

2 A CONSTRUÇÃO DO CAMINHO TEÓRICO

Um fio une todas as coisas: todas as palavras estão nele enfiadas, como contas de um terço. E os homens, os acontecimentos e a vida vêm até nós apenas por causa desse fio unificador que a nossa subjetividade, por outras palavras, domina, através de canais secretos, a realidade exterior, e o universo tem uma estrutura pessoal.

John Updike – Self Consciousness

2.1 O ser vivo, sua estrutura, o meio, interações sócio-históricas, culturais e as emergências cognitivas

É antigo o desejo do homem de conhecer sua origem, o sentido do mundo e seu papel neste mundo. Para atender ao seu desejo, ele tem buscado de muitas formas essas respostas nos mitos, na filosofia e, finalmente, na ciência.

Para Pinker (2004, p. 19),

todo mundo tem uma teoria da natureza humana. Todo mundo precisa prever o comportamento dos outros, e isso significa que todos nós necessitamos de teorias sobre o que motiva as pessoas. Uma teoria tácita da natureza humana – a de que o comportamento é causado por pensamentos e sentimentos – está embutida no próprio modo como pensamos sobre as pessoas. Encorpamos essa teoria, observando o comportamento das pessoas e arquivando na mente as generalizações. Outras idéias absorvemos de nosso clima intelectual: de opiniões de especialistas e da sabedoria convencional de nossa época.

Esta investigação tem como objetivo compreender como ocorrem na natureza humana os processos cognitivos e de aprendizagem. Essa tentativa de compreensão parte do princípio de que há um “**continuum**” (MORA, 2004) espaço-tempo. Este passa pela sua herança genética, suas interações elétricas e bioquímicas, perpassando as funções, sua morfologia e o meio ambiente para gerar um ser único. Esse processo requer uma busca de unificação do corpo com as estruturas físicas e as estruturas experienciais vividas, isto é, envolve aspectos externos e internos. O processo ocorre por meio de interações e comunicações constantes através do corpo, da experiência e da cognição (VARELA et al. 2003).

Um ser vivo é um sistema molecular constituído por uma rede de interações moleculares que produzem as moléculas que o constituem com tal rede. Portanto, ele está continuamente produzindo-se, interagindo para manter a conservação da produção de si mesmo; caso contrário, não sobrevive. As interações com o meio não determinam o que lhe acontece, mas desencadeiam mudanças estruturais compatíveis com sua própria estrutura. São sistemas dinâmicos e estão em contínua mudança estrutural. Com isso, o meio pode modular o curso das mudanças sem determiná-las (MATURANA, 1998).

Rolf Behncke C. escreve no prefácio do livro “A árvore do conhecimento”, de Maturana e Varela (1995), que o mundo está passando por incompreensões entre os seres humanos que ameaçam a destruição da vida humana no planeta, mas principalmente a vida interior, fundamental para o viver social. Dessa forma, ele questiona dizendo que nem a economia nem as ciências políticas estudam o que é fundamental para a sociedade: a aprendizagem. Para ele, o universo de conhecimentos, de experiências, de percepções do ser humano, não é passível de explicação a partir de uma perspectiva independente desse mesmo universo. Logo, ele conclui: “só podemos conhecer o conhecimento humano a partir dele mesmo (p.18)”.

Para Maturana e Varela (1995, p. 20), o conhecimento não poderá entrar com passo firme no recinto das ciências sociais se mantiver a concepção de conhecer “objetivo”, independente daquele que faz a descrição de tal atividade. Isso quer dizer que para os autores é impossível o conhecimento objetivo dos fenômenos tendo o observador-pesquisador envolvido com o fenômeno. Foi

justamente essa noção do ‘conhecer’ “(p.17) que impediu o ser humano de compreender seus próprios problemas sociais, culturais e cognitivos”.

Na ausência dessa compreensão, surgiram muitas teorias que procuram explicar todos os problemas humanos através da manipulação dos processos operacionais que produzem seu comportamento humano. Por isso, muitas questões sobre a organização do ser vivo, seu sistema nervoso e sua ação na sociedade permanecem em aberto.

Muitas explicações sustentam, segundo os mesmos autores, que os comportamentos são geneticamente determinados, que são resultado das relações sociais de produção, que levam os organismos vivos a agirem por “instruções” ou “informações” provindas do meio ambiente e que eles aprendem a representar em seu sistema nervoso (memória). O sistema nervoso, em seus processos de percepção, opera captando, processando, acumulando e transmitindo informação.

Humberto Maturana (1995) declara que o observador é um sistema vivo. Tanto o biólogo, quanto o neurocientista ou o pensador social enfrenta o problema fundamental quando têm de descrever um sistema do qual eles fazem parte.

Logo, o observador, o ambiente e o organismo observado formam, segundo Maturana (1995, p.35), um só e idêntico processo operacional-experencial-perceptivo no ser do ser observador. Nesse momento, surge a questão: “Como pode então um sistema conhecer sua dinâmica cognoscitiva, se sua dinâmica cognoscitiva (que é o que deseja conhecer) é simultaneamente seu próprio instrumento de conhecer?”.

Maturana afirma que os fenômenos associados à percepção só podem ser entendidos quando se conceber o operar do sistema nervoso como uma rede circular fechada de correlações internas, e simultaneamente compreender que a organização do ser vivo explica a si mesma ao ser vista como um operar fechado de produção de componentes que produzem a própria rede de relações de componentes que os gerava (autopoiese). Com essa idéia, o autor faz considerações sobre “quais processos deveriam ocorrer no organismo durante a cognição, entendendo assim a cognição como um fenômeno biológico” (p.39). Notou logo que o que existia era uma relação unificada das ciências da vida e das ciências sociais.

O gráfico hexagonal (p.43), da obra “A Árvore do conhecimento” (1995), explicita como as dimensões conceituais inter-relacionam-se:

Em primeiro lugar, temos o eixo central, correlacionando a percepção e o conhecimento com o operar do sistema nervoso e a organização do ser vivo (organização autopoietica). Simultaneamente explica o fenômeno da descrição e do surgimento da autoconsciência própria do observador que descreve (ou seja, do processo que dá lugar ao fenômeno da linguagem natural humana, sem a qual não existe autoconsciência). Afirmam ainda os autores que, sejam quais forem nossas percepções conscientes, ainda que as diferenciamos entre sensoriais ou espirituais (dos sentidos, sensações, emoções, pensamentos, imagens, idéias), elas não operam “sobre” o corpo: elas são o corpo, são expressões da dinâmica estrutural do sistema nervoso em seu presente, operando no espaço das descrições reflexivas (Dinâmica social da linguagem, p.42).

Continuando na explicação sobre o gráfico “hexagonal”, os autores afirmam que:

Toda percepção que trazemos à consciência, fazemo-la surgir por meio da descrição reflexiva sobre tal fenômeno (em estudo). Percepção e pensamento são operacionalmente o mesmo no sistema nervoso; por isso não tem sentido falar de espírito versus matéria, ou da idéias versus corpo: todas essas dimensões experienciais são o mesmo no sistema nervoso;

noutras palavras, são operacionalmente indiferenciáveis(...) Com essas reformulações conceituais, surgem novas áreas de reflexão: a biologia do conhecimento humano, a evolução cultural, a autoconsciência e a inteligência humana (p.43).

Portanto, essas reflexões, para os autores são colocadas como:

O pólo de referência dessa última conclusão reflexiva é um conhecimento que por sua vez é uma nova percepção para olhar nosso mundo (e nossa realidade social) através dela, pelo que afeta (devido à natureza de toda percepção), simultaneamente nossa dinâmica operacional 'interna'(organismo e sistema nervoso) e 'externa' (Nossos atos no meio social p.44).

A figura abaixo representa as relações cognoscitivas do ser humano, na concepção de Maturana e Varela (1995, p. 43).

Figura 1. Natureza Cognoscitiva do Ser Humano:



O desenvolvimento individual depende da interação social, da própria formação, do próprio mundo de significados em que o sujeito existe, é função do viver com os outros. “A aceitação do outro é então fundamento para que o ser observador ou autoconsciente possa aceitar-se plenamente (p.50)”.

Nessa perspectiva, os autores asseveram que (p.65) “os estados de atividade neural que são desencadeados pelas diferentes perturbações em cada

peessoa são determinados por sua estrutura individual e não pelas características do agente perturbador”.

Maturana e Varela (1995, p.66) afirmam que não se vê

“o ‘espaço’ do mundo – vivemos nosso campo visual. Não vemos as”cores” do mundo – vivemos nosso espaço cromático. Sem dúvida, habitamos um mundo. Mas ao examinarmos mais de perto como chegamos a conhecer esse mundo, sempre descobriremos que não podemos separar história de ações- biológicas e sociais – de como ele nos parece ser.

O fenômeno do conhecer, para esses autores, não pode ser equiparado à existência de “fatos” ou objetos lá fora, que se podem captar e armazenar na cabeça, pois “a experiência de qualquer coisa 'lá fora' é validada de modo especial pela estrutura humana, que torna possível 'a coisa' que surge na descrição”. Eles escrevem que o encadeamento entre ação e experiência indica que “todo ato de conhecer produz um mundo, e todo fazer é conhecer, e todo conhecer é fazer” (p.68).

Na mesma linha de raciocínio, Maturana e Varela dizem que “não há descontinuidade entre o social e o humano e suas raízes biológicas. O fenômeno do conhecer é um todo integrado, e todos os seus aspectos estão fundados sobre a mesma base (p.69)”.

A organização de algo “são as relações que precisam existir ou ocorrer para que esse algo exista” (p.82). Toda vez que indicamos ou distinguimos algo, estamos realizando um ato cognitivo.

A idéia fundamental de Maturana e Varela é de que os seres vivos se caracterizam por produzirem-se continuamente, isto é, realizam uma organização autopoietica.

Na obra, compreende-se que a “ontogenia é a história da mudança estrutural de uma unidade sem que esta perca sua organização” (p.112). Logo,

pode-se afirmar que duas ou mais unidades autopoéticas podem ter suas ontogênias acopladas quando suas interações adquirem um caráter recorrente ou muito estável. Dessa maneira, pode-se dizer que toda ontogenia ocorre dentro de um meio que os observadores podem descrever como tendo uma estrutura particular. As interações entre a unidade e meio consistirão em perturbações recíprocas. Nessas interações, a estrutura do meio apenas desencadeia as mudanças estruturais das unidades autopoéticas, e vice-versa, para o meio. O resultado será um processo de mudanças estruturais mútuas, mantendo a unidade autopoética e o meio integrado. Então, tem-se um acoplamento estrutural.

Relacionam-se aqui as características fundamentais dos seres vivos, isto é, os seres como unidades, como sua identidade é definida pela organização autopoética; sua capacidade reprodutiva e suas variações.

Ontogenia é a história das mudanças estruturais de um determinado ser vivo. Todos os seres vivos passam a existir em uma estrutura inicial que condiciona suas interações e delimita suas mudanças estruturais que as interações podem desencadear. Assim, pode-se distinguir duas estruturas fundamentais operacionalmente dependentes: o ser vivo e o meio. As mudanças que resultam da interação entre o ser vivo e seu meio são desencadeadas pelo agente perturbador, mas determinadas pela estrutura do sistema perturbado. O mesmo vale para o meio: o ser vivo é uma fonte de perturbações, e não de instruções (MATURANA e VARELA, 1995, p.131). Para os autores (p.137), “o acoplamento estrutural entre o organismo e o meio ocorre entre sistemas operacionalmente independentes”.

A manutenção dos organismos em seu meio depende de uma compatibilidade – adaptação. A conservação da autopoiese e a conservação da adaptação são condições necessárias à existência dos seres vivos.

No que se refere ao sistema nervoso Maturana e Varela (1995, p.201, 202), afirmam que:

O sistema nervoso participa dos fenômenos cognitivos de duas maneiras complementares, relacionadas com o seu modo particular de operação: como uma rede neural com clausura operacional e como parte de um sistema metacelular.

A primeira se dá pela ampliação do domínio de estados possíveis do organismo, resultado da enorme diversidade de configurações sensório-motoras que o sistema nervoso permite, que é a chave de sua participação no funcionamento do organismo. A segunda ocorre quando se abrem para o organismo novas dimensões de acoplamento estrutural, tornando-lhe possível associar uma grande diversidade de estados internos à diversidade de interações de que participa.

Essa característica do sistema neuronal é universal, ou seja, presente em todos os organismos com sistema nervoso, e define a participação do sistema nervoso no momento em que estabelece o contato com todos os elementos do corpo via elementos celulares. A presença física dos neurônios permite o transporte de substâncias entre as regiões através de caminhos específicos (MATURANA e VARELA, 1995).

Os mesmos resumem a idéia da seguinte forma:

O sistema neuronal se inseriu no organismo por meio de conexões múltiplas entre muitos tipos celulares, funcionando como uma rede de interconexões neuronais entre as superfícies sensoriais motoras e constituindo o conjunto que chamamos de sistema nervoso.

Os autores ainda acrescentam que num organismo cujo sistema nervoso é tão rico e variado como o do homem, os domínios de interação permitem a geração de novos fenômenos ao possibilitar novas dimensões de acoplamento estrutural. Lembrem, ainda, que o sistema nervoso constitui-se de tal forma que,

“sejam quais forem as suas mudanças, estas geram outras mudanças dentro de si mesmo” (1995, p. 194). Daí que todo conhecer é fazer.

O sistema nervoso está sempre mudando estruturalmente, isto é, ele é dotado de plasticidade. A plasticidade significa que o sistema nervoso, através de seus órgãos sensoriais e efetores dos domínios de interação do organismo, participam da mudança estrutural com a conservação de sua participação. As mudanças se dão no nível de ramificações finais e das sinapses.

A plasticidade do sistema nervoso não significa que os neurônios se ligam como se fossem cabos com suas respectivas tomadas, mas através de pontos de interações entre as células e dinâmicas de elementos desencadeadores de mudanças estruturais. Estas são produzidas pelas mesmas células cujos produtos banham os neurônios, tudo como parte da dinâmica de interações do organismo com o seu meio (MATURANA e VARELA, 1995).

Esses autores afirmam que “toda interação, todo acoplamento afeta o operar do sistema nervoso devido às mudanças estruturais que desencadeia nele. Toda experiência modifica o ser, ainda que, às vezes, não sejam de todo visíveis” (p.197).

Para eles (1995, p. 198),

a riqueza plástica do sistema nervoso não está na produção de representações (engramas) das coisas do mundo, mas em uma contínua transformação, que permanece congruente com as transformações do meio, como resultado de cada interação que efetua. Do ponto de vista do observador, isso se mostra como uma aprendizagem adequada. Mas o que ocorre é que os neurônios, o organismo que integram e o meio em que este interage operam reciprocamente como seletores de suas correspondentes mudanças estruturais, acoplando-se estruturalmente entre si. O operar do organismo, incluindo o sistema nervoso, seleciona as mudanças estruturais que lhe permitem continuar operando sem se desintegrar.

É importante ressaltar o que postulam os autores ao dizerem que (1995, p. 198) “o observador vê o organismo se mover adequadamente num meio em transformação e chama isso de aprendizagem”.

A aprendizagem é uma expressão do acoplamento estrutural entre o operar do organismo e o meio. Os seres humanos estão sempre dentro de um universo de interações. Todo fazer leva a um novo fazer; “é o círculo cognitivo que caracteriza o nosso ser, num processo cuja realização está imersa no modo de ser autônomo do ser vivo” (p.259). Tem-se o mundo que se cria com a participação dos outros. Isso leva a compreender-se muitas vezes os relacionamentos com os outros, sendo que dessa relação podem surgir contradições ou oposições. Logo, não se pode reagir reafirmando a posição como a correta, mas que o outro ponto de vista é resultado de um acoplamento estrutural dentro de um outro domínio experiencial tão válido quanto o de cada um, ainda que o dele seja menos desejável. A ampliação dessa ação cognitiva só é possível a partir da experiência nova com o outro, pela possibilidade de olhar o outro como igual, aceitar o outro ao seu lado na convivência.

Para Maturana e Varela (1995, p. 263-4), toda essa reflexão nos conduz ao:

fundamento biológico do fenômeno social: sem amor, sem a aceitação do outro ao nosso lado, não há socialização, e sem socialização não há humanidade. Tudo o que limite à aceitação do outro – seja competição, a posse da verdade ou a certeza ideológica – destrói ou restringe a ocorrência do fenômeno social e, portanto, também o humano, porque destrói o processo biológico que o gera.

Os seres humanos são seres sociais, vivem o cotidiano interagindo com os outros. Vivem experiências individuais e intransferíveis. Ser social e individual parece ser contraditório. Mas esse dilema é contornável; segundo os mesmos

autores, os indivíduos em suas interações constituem o social, mas o social é o meio em que esses indivíduos se realizam como indivíduos.

Maturana (2001, p.44) estabelece que é necessário confiar na “biologia do social - biologia do amor – biologia da emoção, ou biologia das emoções, que constituem a convivência como convivência social”. Presencia-se o fracasso das sociedades pela sua tirania empresarial.

Ainda Maturana (2001, p.112) afirma que as interações do organismo desencadeiam em seus elementos sensoriais mudanças estruturais que resultam em “mudanças na dinâmica de estado do sistema nervoso” que eles integram como componentes neuronais. As mudanças na dinâmica de estados do sistema nervoso como rede neuronal fechada “resultam em mudanças estruturais em seus componentes internos e em seus componentes que são também sensores e efetores do organismo”. As mudanças estruturais dos componentes do sistema nervoso como rede neuronal fechada resultam em mudanças em sua dinâmica de estados e, portanto, nas correlações senso-efetoras que constituem as interações do organismo com o meio. Ao “mudarem as correlações” senso-efetoras do organismo, “muda tanto a configuração de encontros dos sensores do organismo com o meio quanto à configuração de mudanças estruturais” desencadeadas nesses sensores e sua participação como componentes neuronais do sistema nervoso. Volta-se ao primeiro ponto nessa dinâmica, mas com um sistema nervoso com uma estrutura diferente. Tudo isso ocorre como uma rede entrelaçada de processos recursivos, não em uma seqüência linear.

O domínio cognoscitivo é o domínio de todas as interações, no qual um sistema autopoietico pode participar sem perder sua identidade, quer dizer, o

domínio de todas as trocas que pode sofrer ao compensar perturbações (MATURANA e VARELA, 1997).

Para Maturana (2001), a vida humana se dá na dinâmica relacional. A história do ser humano se dá na geração contínua de domínios de coordenações de coordenações de comportamentos. A história é criação de novas realidades que se tornam reais no viver. A realidade é aquilo que se vive como o fundamento do nosso viver. É possível explicar experiências com as próprias experiências e com as coerências dessas experiências face às interações no meio.

Ainda na visão desses autores, as características da vida social humana e seu intenso acoplamento lingüístico geraram um fenômeno novo para nossa própria experiência: a mente e a consciência. Em suas reflexões disseram que “no cerne das dificuldades do homem moderno está seu desconhecimento do conhecer” (p.264).

Para Maturana (1998), só são sociais as relações que se fundam na aceitação do outro como um legítimo outro na convivência, e tal aceitação é o que constitui uma conduta de respeito. O amor é a emoção central na humanidade. Os seres humanos se originam no amor e são dependentes dele.

Os agentes externos desencadeiam mudanças estruturais determinadas nessa estrutura. Ainda afirma que tal processo é um devir de mudanças estruturais contingentes com a seqüência de interações do organismo.

Para ele (p.29),

O presente do organismo surge em cada instante como uma transformação do presente do organismo nesse instante. O futuro de um organismo nunca está determinado em sua origem. É com base nessa compreensão que devemos considerar a educação e o educar.

Maturana (1998, p. 29) conclui que:

o educar é o processo em que a criança ou o adulto convive com o outro e, ao conviver com o outro, se transforma espontaneamente, de maneira que seu modo de viver se faz progressivamente mais congruente com o do outro no espaço de convivência. O educar ocorre como uma transformação estrutural contingente com uma história no conviver, e o resultado disso é que as pessoas aprendem a viver de uma maneira que se configura de acordo com o conviver da comunidade em que vivem.

O aprender tem relação com as mudanças estruturais que ocorrem em nós de maneira contingente com a história de nossas interações (p.60). O organismo e o meio desencadeiam mutuamente mudanças estruturais. Isto é, se alguém muda, a sua circunstância muda.

Varela (1998) assevera que o “cérebro não é um computador: não podemos entender a cognição se a abstrairmos de sua corporificação (p.3)”. O autor (1998, p. 4) explica que a

abordagem dinâmica lida com sistemas formadores de variáveis reais. Obtemos propriedades emergentes, isto é, estados globais a partir do conjunto de suas variáveis, porque há entre elas uma interdependência intrínseca. Não precisamos de nível hierárquico ou de maestro para coordenar as coisas, é a própria dinâmica que vai se encarregar de fazer isso.

Essa abordagem trabalha com variáveis biológicas, com atividades neuronais, recusa a separação entre cognição e sua encarnação (e suas condições ecologicamente situadas).

A expressão cognição situada (embodied cognition – cognição encarnada ou enação) é neologismo introduzido por Varela (1988), quando escreve que o cérebro está no corpo, o corpo existe no mundo, e o organismo age, se mexe, caça, reproduz, sonha, imagina. E é dessa atividade permanente que emerge o sentido de seu mundo e as coisas.

Varela cita pesquisa de Thelen (1993), que demonstra ser a aquisição da capacidade de abstração, inseparável dos ciclos de percepção-ação que a criança realiza com certos objetos. Segundo Varela, para que o organismo esteja encarnado no seu meio ambiente, para poder arranjar-se nele, apesar de não ter nenhuma representação de um modo prévio, seu modo deve emergir com suas ações. Precisa ser um mundo “enagido”.

O sistema neuronal apareceu porque, para caçar, mover-se, é necessária uma circularidade percepção-ação. No plano evolutivo, o sistema neuronal aparece assim, ligando sensores a músculos, e essas ligações formam o cérebro. A evolução neuronal durou mais ou menos 1,5 bilhões de anos. Três quartos desse tempo serviram para realizar a única coisa para que os animais se arranjassem de uma maneira sensório-motora elementar.

A atividade simbólica parte de uma situação, de um contexto que produz uma espécie de deriva na direção de alguns tipos de recorrências sensório-motoras. Uma vez adquirida essa capacidade de agir-reagir sobre o mundo, podem ter acontecido interações entre indivíduos, formando-se um novo tipo de anel de recorrência, que é o encontro com o outro. E isso cria exatamente novos pontos de estabilidade, interações de orientação – cada vez que o outro se comporta assim, eu me comporto de tal maneira (VARELA et al. 2003).

A experiência é um lócus de unidade cognitiva, é algo universal, a partir de um certo nível de integração partilhada, certamente, por todos os mamíferos. A experiência é uma consciência sem reflexão. A reflexão, ou capacidade reflexiva dará à consciência o seu estatuto humano.

A capacidade reflexiva permite explorar a consciência como se tivesse dados fenomenológicos diretos. Abre uma janela fenomenológica, isto é, a possibilidade de explorar a experiência humana com grande rigor de coleta de dados fenomenais.

Varela fala em descrição eidética de conteúdo noético. A consciência desenvolve uma circularidade: percepção-ação. É por meio da linguagem que se induz à capacidade reflexiva.

A consciência pode ser estudada. O importante é colocar a questão no nível justo. Esse lugar é o lado emergente da experiência. E, a seguir, as capacidades reflexivas que acompanham a preparação desses dados fenomenais.

As capacidades cognitivas apresentam-se sob formas diversas e devem ser “costuradas” juntas de modo permanente, e isso é que é chamado de fenômeno de emergência.

O importante é tentar descrever como esse fenômeno ocorre, pois o ser humano despertou em um mundo. Ele não projetou o mundo. Os humanos vão refletindo sobre o mundo à medida que crescem e que vivem (VARELA et al., 2003).

2.2 A Estrutura Cognitiva do Ser Vivo

Para Kandel et al. (1997), a última fronteira da ciência está na compreensão da base biológica da consciência e dos processos mentais pelos quais é possível perceber, agir, aprender, pensar e lembrar as coisas em um mundo. De acordo com esses autores, as duas últimas décadas aproximaram as

ciências biológicas e o estudo do comportamento – a ciência da mente – e a ciência neural – a ciência do cérebro.

Kandel et al. (2000) relacionam a mente a um grupo de funções desempenhadas pelo cérebro. As ações cerebrais são subjacentes a todo comportamento, não apenas aos comportamentos motores relativamente simples, como andar, comer, mas a todas as complexas ações cognitivas que se podem associar ao comportamento especificamente humano, como pensar, falar, criar obras de arte.

A tarefa da neurociência, para esses autores, é a de fornecer explicações do comportamento em termos de atividade cerebral, de explicar como milhões de células neurais individuais, no cérebro, atuam para produzir o comportamento, influenciados pelo meio, inclusive pelo comportamento de outras pessoas.

A neurociência do comportamento e da cognição desenvolveu pesquisas nas áreas das funções mentais superiores: percepção, atenção, linguagem, memória, pensamento e aprendizagem, trazendo nesses últimos dez anos muitos progressos para auxiliar na compreensão do processo de ensino e aprendizagem.

Hoje, volta-se a falar de incompreensão dos seres humanos, sua vida interior, a confiança em si mesmo e na solidariedade humana, e isso leva as pessoas a pensar na destruição do planeta e na extinção da raça humana. A compreensão do mundo está ligada ao aperfeiçoamento de conceitos e de descobertas.

O avanço do conhecimento científico tem demonstrado que a compreensão da complexidade da realidade depende de pesquisas realizadas por diferentes áreas do conhecimento, mas também envolve o conhecimento de envolventes e

criativas teorias capazes de evidenciar diferentes articulações, envolvendo a biologia, a neurociência, a psicologia e a educação, entre outras.

Os três componentes fundamentais, a biologia (meio), a cognição (processamento mental) e as interações sociais (educação) precisam ser compreendidos a partir de suas relações complexas.

A construção de um sistema complexo é o resultado de laborioso processo de aproximações que buscam formular representações (modelos) explicativas do funcionamento desse complexo empírico. Essa é uma das questões fundamentais para os investigadores das mais diversas áreas que envolvem a educação e a cognição hoje.

Kolb e Whishaw (2002) distinguem o cérebro e o comportamento, afirmando que são muito diferentes, mas estão ligados. O cérebro é um órgão, um objeto físico, vivo, faz parte do corpo. De outro lado, tem-se o comportamento, que é uma ação momentaneamente observável, passageira. Um é responsável pelo outro, que, por sua vez, é responsável pelo outro, e assim sucessivamente. Uma relação de coordenações de coordenações de ação (MATURANA, 1995).

Cérebro é a palavra para o tecido encontrado dentro do crânio. O cérebro tem duas metades relativamente simétricas, chamadas hemisférios, uma no lado esquerdo e outra no lado direito.

A camada externa do cérebro consiste em um tecido pregueado. As pregas são chamadas de giros. Essa camada externa é também conhecida como córtex cerebral (ou córtex), que significa casca em latim, e que recobre a maior parte do restante do encéfalo. O córtex de cada hemisfério é dividido em quatro lobos: o

lobo temporal, o lobo frontal, o lobo parietal, o lobo occipital (KOLB e WHISHAW, 2002).

Para Kolb e Whishaw (2002, p.39), as três funções principais do cérebro são: produzir comportamentos, criar uma realidade sensorial e criar conhecimentos que integram informações de épocas e domínios sensoriais diferentes e empregá-los para guiar o comportamento.

Lent (2001) diz que há várias maneiras de ver o cérebro, podendo-se ver como um objeto desconhecido que produz comportamento e consciência, propriedades ditas “emergentes”. Pode-se, ainda, ver como um conjunto de células que se tocam através de complexos circuitos em comunicação. Comunicação elétrica e/ou química.

Há também diferentes concepções de comunicação, pois o termo “comunicação” pode ser o acordo entre o que um ouvinte compreende e o que é expresso, ou tinha intenção de o ser; pode ser o processo por meio do qual é obtido esse acordo; a natureza desse acordo; a transferências de sensações, imagens conceitos de um indivíduo para outro; a intervenção sensorial posta em prática pela palavra, escrita, o gesto, expressão facial e corporal (CECCATTY, 1991).

A comunicação é uma atividade fundamental para as estruturas humanas. Através das diferentes formas de comunicações, o nosso cérebro aprende a aprender. Sabe-se que há no nosso sistema nervoso e nos outros sistemas de comunicação do nosso organismo, modalidades de informação que não podem reduzir a um procedimento.

Para Ceccatty (1991) emitir, transmitir e receber mensagens é uma característica da vida. Os sinais e mensagens estão em nosso meio interior, à volta de nossas células, “pululam e zumbem” à nossa volta, no nosso meio ambiente.

A compreensão das mensagens que circulam em todo o sistema vivo, organismo ou sociedade, apóia-se numa estratégia de paciência.

O homem, para Ceccatty, descobre que as trocas de comunicação dependem de um acordo entre os participantes: convenção biológica, social, cultural.

Para todas as células associadas num organismo, a aprendizagem das comunicações estabelecidas por contatos diretos efetua-se antes de qualquer modalidade de interação.

Assim, partindo dos genes que produzem a informação inicial e indo até as proteínas que a codificam para se servirem dela no local, ou para a exportarem, a célula abrange o conjunto da sua emissão. A consequência da emissão de sinais tem de ser procurada, antes de mais nada, nas relações que ela permite estabelecer. Os processos celulares de emissão de sinais, segundo Ceccatty (1991), desenrolam-se segundo modalidades variadas: contínuas e ininterruptas, fásicas, descontínuas, prolongadas. Essas células são ativadas, na visão do autor, por determinadas alterações do seu meio, aumentando a sua produção e liberação.

Os sistemas biológicos têm duas características essenciais: são abertos e são auto-regulados. Isso significa que necessitam de processos de filtragem de sinais que os atingem e a integração das respostas que fornecem. Os sinais e

mensagens apresentam variedades muito numerosas de constituição e, portanto, têm modalidades diferentes. Um organismo possui mais receptores do que órgãos dos sentidos (CECCATTY, 1991).

Para ele, um receptor celular é uma fechadura, pois não basta que se introduza a chave adequada, é preciso que a chave dê todas as voltas para que a mensagem seja convertida em ação.

Uma outra área do conhecimento que também se preocupa com os aspectos do processo cognitivo é a neurociência. Usa-se uma forma simplificada quando é referido à neurociência, entretanto, dever-se-ia usar a expressão no plural: neurociências. Robert Lent (2001) esquematicamente refere-se à neurociência molecular – estuda as diversas moléculas de importância funcional no sistema nervoso, também conhecido como neuroquímica ou neurobiologia molecular. A neurociência celular estuda as células que formam o sistema nervoso, sua estrutura e sua função, também chamada de neurocitologia ou neurobiologia celular. A neurociência sistêmica analisa as populações de células nervosas situadas em diversas regiões do sistema nervoso, por exemplo, visual, auditivo, motor; conforme a ênfase, pode ser neuroanatomia ou neurofisiologia. A neurociência comportamental estuda as estruturas neurais que produzem os comportamentos e outros fenômenos psicológicos. A neurociência cognitiva trata das capacidades mentais mais complexas: linguagem, autoconsciência, memória, pensamento, raciocínio, também conhecido como neuropsicologia.

O sistema nervoso humano é dividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP).

Machado (2005) explicita que o sistema nervoso é “um todo”, pois “as várias partes estão intimamente relacionadas do ponto de vista morfológico e funcional”(11).

Segundo o mesmo autor, o sistema nervoso pode ser dividido em partes, tendo como fundamento critérios anatômicos, embriológicos e funcionais.

Do ponto de vista anatômico, o autor citado apresenta o Sistema Nervoso assim dividido em: Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema nervoso Periférico (SNP). O Sistema Nervoso Central (SNC) está composto de encéfalo que se divide em: cérebro, cerebelo, tronco encefálico (mesencéfalo, ponte e bulbo) e a medula espinhal.

O Sistema Nervoso Periférico (SNP) está constituído de nervos (espinhais e cranianos), gânglios e terminações nervosas.

Para Machado(2005), o sistema nervoso central “é aquele que se localiza dentro do esqueleto axial (cavidade craniana vertebral); e o sistema nervoso periférico é aquele que se localiza fora deste esqueleto”(p.11).

O referido autor faz menção a que:

esta distinção não é perfeitamente exata, pois, como é óbvio, os nervos e raízes nervosas , para fazer conexão com o sistema vertebral, penetram no crânio e no canal vertebral”(p.11). Alguns gânglios localizam-se dentro do esqueleto axial. Encéfalo é a parte do sistema nervoso central situada dentro do crânio neural; medula, a que se localiza dentro do canal vertebral. Encéfalo e medula constituem o neuro-eixo. No encéfalo, temos o cérebro, cerebelo e tronco encefálico.(...) A ponte separa o bulbo (ou medula oblonga), situado caudalmente, do mesencéfalo, situado cranialmente. Dorsalmente à ponte e ao bulbo localiza-se o cerebelo. Nervos são cordões esbranquecidos que unem o sistema nervoso central aos órgãos periféricos. E se relacionam com o encéfalo; os nervos são cranianos; se com a medula , são espinhais.(...)Os gânglios são sensitivos e viscerais(p.12)

Do ponto de vista embriológico o Sistema Nervoso pode ser dividido em: prosencéfalo (telencéfalo e diencéfalo – cérebro); mesencéfalo (mesencéfalo), rombencéfalo (metencéfalo (cerebelo e ponte) e mielencéfalo (bulbo)).

E o ponto de vista funcional, o autor citado, divide em: sistema nervoso somático (aferente, eferente); sistema nervoso visceral (aferente, eferente= Sistema Nervoso autônomo que por sua vez pode ser simpático e parassimpático).

O SNC consiste das porções do sistema nervoso que estão envolvidas por revestimento ósseo: o encéfalo e a medula espinhal. O encéfalo é a parte do SNC contida no interior da caixa craniana, e a medula espinhal é a parte que continua a partir do encéfalo no interior do canal da coluna vertebral, formado por três estruturas principais: o cérebro, o tronco encefálico (mesencéfalo, ponte e bulbo) e o cerebelo. Cada uma dessas estruturas realiza funções específicas. A medula tem uma forma tubular e há um canal que conduz um líquido. A cavidade interna acompanha as irregularidades da forma do encéfalo, formando diferentes câmaras cheias de líquido: os ventrículos (KANDEL et al., 2000; LENT, 2001; BEAR et al., 2002; KOLB e WHISHAW, 2002).

O sistema nervoso central está conectado com o resto do corpo por meio de fibras nervosas. Estas estão amplamente conectadas a receptores sensoriais na superfície do corpo, a órgãos internos e a músculos. Elas permitem perceber o que acontece no mundo no próprio corpo do ser. Todas essas fibras que se irradiam do cérebro e da medula espinhal são denominados Sistema Nervoso Periférico (KOLB e WHISHAW, 2002).

Os sistemas nervosos central e periféricos juntos formam o sistema nervoso. Redes sensoriais de fibras nervosas e vias motoras de fibras nervosas estão conectadas ao sistema nervoso central. Nervos sensoriais são os relacionados com os sentidos: audição, visão e tato. Com essas informações, o cérebro pode elaborar mapas e imagens do mundo, memórias, e planejar ações e construir sua própria identidade. Nervos motores ligam o cérebro à medula espinhal e aos músculos do corpo, produzindo os movimentos em todos os níveis necessários ao ser humano e sua sobrevivência. O sistema nervoso autônomo permite que o ser sinta fome, faça digestão; entre outras funções, ele regula, assim, as funções corporais, respostas emocionais e associadas a ações voluntárias (KOLB e WHISHAW, 2002).

Donald Hebb, nos anos 50, realizou pesquisas sugerindo que o cérebro necessita de experiências sensoriais e motoras contínuas para manter sua atividade inteligente. Eibl-Eibsefldt, citado por Kolb e Whishaw (2002), define comportamento como “constituído de padrões no tempo”. Esses padrões podem ser: vocalizações, mudanças na aparência, pensar. Portanto, Kolb e Whishaw (2002) concluem que o comportamento é qualquer tipo de movimento em um organismo vivo que possui uma causa e uma função.

Lent (2001) considera, para melhor compreensão, a analogia do Sistema Nervoso Periférico como um “conjunto de sensores, cabos e chips”, distribuídos por todos os tecidos do organismo: pele, músculos, ossos, articulações vísceras e outros tecidos. A função fundamental é captar as várias formas de energia (informação) produzidas no ambiente externo ou no ambiente interno do próprio

organismo e traduzi-las para que o sistema nervoso possa compreender os impulsos elétricos.

Esses sinais elétricos transformam-se em novas mensagens para alterações bioquímicas, que se traduzem em linguagem, que se transformam em comportamentos e, em conseqüência, em pensamentos e ações, e voltam ao meio ambiente para gerar novos processos.

Ramón y Cajal (1933), em seus estudos, afirma que o sistema nervoso é formado por células distintas que começam a vida em uma estrutura relativamente simples e vão se tornando cada vez mais complexas com o tempo. Na idade adulta, essas células consistem em um corpo principal de prolongamentos que se projetam a partir dele. A estrutura é semelhante à de um rabanete, com ramificações saindo do topo e raízes partindo da base.

Um neurônio tem em sua estrutura: corpo celular, dendritos e o axônio (KOLB e WHISHAW, 2002).

As unidades estruturais e funcionais do sistema nervoso são o neurônio e o gliócito (LENT, 2001). Também há os termos neurônios e neuroglia (KOLB e WHISHAW, 2002). Bear et al. (2002) registra os diferentes tipos celulares no sistema nervoso e menciona neurônios e células gliais.

A distinção entre neurônios e células gliais é importante. As células gliais excedem em número os neurônios em cerca de 10 vezes. Glia origina-se do grego e significa “cola”, pois elas têm a função de manter a coesão do tecido neural.

Krebs, Hüttmann e Steihäuser (2005) afirmam que a “a glia está intimamente envolvida em todos os aspectos do processamento da informação”(p.63). Segundo os mesmos pesquisadores, as células gliais

comunicam-se com os neurônios e também entre si, como agentes cooperadores nos atos cerebrais de reagir, aprender e lembrar.

Rotta, Ohlweiler e Riego (2006) afirmam, também, que: “essas células também orientam e ajudam no processo de migração neuronal, participação na comunicação inteneural, na defesa e no reconhecimento de situações patológicas para si e para os neurônios (p.24)”.

Os neurônios são as células mais importantes (100 bilhões) porque percebem as modificações no meio ambiente, enviam tais comunicações a outros neurônios e comandam as respostas corporais a essas sensações (BEAR et al, 2002).

Em Lent (2001, p.14), encontramos que o neurônio é unidade morfofuncional fundamental do sistema nervoso; e o gliócito, uma unidade de apoio, pois:

Verificou-se que a célula nervosa produz e veicula diminutos sinais elétricos que são verdadeiros bits de informação, capazes de codificar tudo que sentimos a partir do ambiente externo e do ambiente interno, e tudo o que pensamos a partir de nossa própria consciência. O gliócito seria encarregado apenas de alimentar e garantir a saúde do neurônio. Participam da regulação da concentração de íons e nutrientes nas proximidades do neurônio. Desempenham funções de proteção contra agentes agressores, de absorção de partes dos neurônios que eventualmente degeneram, e até de arcabouço para regeneração de fibras nervosas, em casos de lesão (p.18).

As células neuronais geralmente operam em grandes conjuntos ou circuitos e possuem uma estrutura semelhante a todas as outras células.

Robert Lent (2001,p.14-15) apresenta a seguinte descrição da estrutura do neurônio:

O corpo neuronal (celular) ou soma apresenta grande número de prolongamentos, ramificados múltiplas vezes como pequenos arbustos. São os dendritos, palavra de origem grega, que significa “pequenos ramos de árvores”. É através dos dendritos que cada neurônio recebe

informações provenientes dos demais neurônios a que se associa. O grande número de dendritos é útil à célula nervosa, pois permite multiplicar a área disponível para receber informações aferentes. Observando os prolongamentos que emergem do soma, percebe-se que um deles é mais longo e fino, ramificando-se pouco no trajeto e na sua porção terminal: é o axônio ou fibra nervosa. Cada neurônio tem um único axônio, e é por ele que saem as informações eferentes dirigidas às outras células de um circuito neural. A saída de informação da célula é concentrada no axônio, mas deve ser veiculada a muitos outros neurônios do circuito. Essas estruturas são verdadeiros cabos de comunicação entre neurônios situados em diferentes regiões neurais. Neles, o essencial é conduzir sinais com maior velocidade possível. Por isso muitas fibras nervosas associam-se a certas células gliais que estabelecem em torno da fibra uma espessa camada isolante chamada bainha de mielina, que possibilita a condução ultra-rápida dos sinais elétricos produzidos pelos neurônios.

Robert (1994) escreve que o neurônio nasce, vive, morre em um ambiente do qual recebe impressões que variam com o tempo e segundo os seres. Essa caminhada envolve muitas etapas e diferentes áreas do conhecimento, o que ele chamou a grande aventura do neurônio e do seu mundo.

O neurônio recebe, compara, registra, responde, ordena, tece com as suas congêneres redes das quais comanda os nós e os centros, antes de decidir um comportamento e, bastante mais tarde, de criar as imagens mentais e o pensamento (ROBERT, 1994).

Com o desenvolvimento das pesquisas, as preocupações dos especialistas eram relacionadas com o que chamavam na época processos mentais e sua localização no cérebro, ou em termos de suas interações e interconexões.

A história da Neurociência revela que houve posições diferentes nesse campo, pois alguns pensavam em termos globalistas, e outros acreditavam em posições localizacionistas. Alguns pensavam que as funções neurais estavam distribuídas em todas – ou pelo menos em diferentes - regiões cerebrais, e um outro grupo considerava que estaria representada em uma única região. Ainda, num outro espaço dialógico, colocavam-se os espiritualistas e os materialistas. Os

primeiros afirmavam que as funções superiores complexas teriam uma relação independente do cérebro, emergentes no sentido que teriam uma lógica própria. Para os materialistas, todas as funções superiores psicológicas seriam originadas da atividade cerebral (BUNGE, 1985; L. POPPER E ECCLES, 1991; LENT, 2001; CHALMERS, 2002; TRIPICCHIO E TRIPICCHIO, 2004;).

Kolb e Whishaw (2002) consideram que embora se conheçam as partes básicas do sistema nervoso, é preciso conhecer alguns princípios gerais para entender como essas diferentes partes trabalham juntas, que segundo ele, são:

- A seqüência do processamento cerebral é: **ENTRADA ---- INTEGRAÇÃO --- SAÍDA** – os pontos de conexão, chamados de sinapses - permitem que as células de diferentes regiões cerebrais influenciem umas às outras. Essas interações são o que cria novas informações e às quais se dá o nome de “operação de integração” do cérebro. A inferência lógica é que o cérebro recebe estímulos, cria informações e expressa pensamentos sobre o mundo;
- As Divisões Sensorial e Motora existem em todo o sistema nervoso;
- Os Circuitos Cerebrais são cruzados: cada metade recebe estímulos sensoriais do lado oposto (denominado contralateral) do corpo e também controla os músculos do lado oposto. Quem faz as ligações entre os dois lados é um conjunto de numerosas fibras que se conectam, conhecido como corpo caloso;
- O Cérebro é Simétrico e Assimétrico: o encéfalo tem duas metades: o hemisfério esquerdo e o direito, que parecem imagens espelhadas um do outro. Embora essas duas metades sejam simétricas de várias maneiras, têm também algumas características assimétricas;

- O Sistema Nervoso trabalha por meio de Excitação e Inibição;
- O Sistema Nervoso Central tem múltiplos Níveis Funcionais: as funções sensoriais e motoras semelhantes são executadas em diversas partes do encéfalo e da medula espinhal;
- Os sistemas cerebrais estão organizados hierárquica e paralelamente: o cérebro e a medula espinhal são dois sistemas nervosos semi-autônomos organizados em níveis funcionais. Mesmo dentro de um único nível, mais de uma área pode tomar parte em determinada função;
- As Funções Cerebrais são localizadas e distribuídas.

Lent (2001) ressalta que os experimentos realizados são fortes evidências de que o sistema nervoso funciona como um mosaico de regiões, cada uma encarregada de uma função. Entretanto, lembra que essas regiões não operam isoladamente; ao contrário, possuem um grau altíssimo de interação através de conexões neurais, pois não há uma função neural pura, mas uma combinação muito complexa de ações fisiológicas e psicológicas em cada ato que os indivíduos realizam (p.23).

O mesmo autor (p.24) afirma que é “irretorquível a concepção de que as funções mentais são o resultado da atividade coordenada de populações neuronais agrupadas em regiões restritas do cérebro, e fica evidente que os caminhos que a atividade neural toma, através dos múltiplos contatos neurais existentes em uma região, podem variar muito em cada momento”.

O sistema nervoso não surge pronto, embora, quando nos referimos a ele, geralmente pensemos como adulto. Segundo a organização de todas as estruturas vivas, ele se modifica ao longo do tempo.

Na obra *Neurociência do Comportamento*, Kolb e Whishaw (2002) referem-se às origens dos neurônios e da neuroglia, explicando que as células que revestem por dentro o tubo neural (gerador do cérebro) são conhecidas como “células-tronco neurais”. A célula-tronco é uma célula com uma grande capacidade de auto-renovação. Ela se divide e produz duas células-tronco que podem se dividir novamente. Na fase adulta, a divisão ocasiona a morte, deixando um número constante de células-tronco que se dividem. Em um adulto, as células-tronco neurais revestem os ventrículos e assim formam o que é chamado de zona ventricular. As células-tronco também dão origem às conhecidas células-mãe (precursoras). Essas células-mãe também podem se dividir, gerando os neuroblastos e glioblastos, que se tornam neurônios e neuroglias quando amadurecidos. Portanto, as células-tronco neurais dão origem a todas as diversas células especializadas do cérebro e da medula espinhal. Essas etapas se sucedem até a constituição do indivíduo adulto.

Nessa obra, os autores citam Weiss, que teria descoberto que as células-tronco continuam capazes de produzir neurônios e neuroglia não apenas no início da fase adulta, mas também no cérebro em envelhecimento.

Para efeito didático, Lent (2001), Kolb e Whishaw (2002), Bear (2002), Kandel (2001) dividem essas etapas para estudo. Cita-se aqui a divisão baseada em Lent, com contribuições extraídas da obra de Kolb e Whishaw pelos aspectos didáticos somente.

As etapas são: 1) a determinação da identidade neural do neuroectoderma; 2) a proliferação celular controlada; 3) a migração de células precursoras, resultando na formação de diferentes regiões do sistema nervoso; 4) a

diferenciação celular, com a aquisição da forma e das propriedades das células maduras; 5) a formação dos circuitos neurais; e 6) a eliminação programada de células e circuitos extranumerários.

Na formação do embrião uma região do ectoderma se transforma em neuroectoderma, dando início a neurulação (transformação da placa neural em tubo neural).

Machado (2005) explica o surgimento dos primeiros neurônios a partir da superfície externa dos organismos, uma vez que dessa forma a função fundamental do sistema nervoso de relacionar o animal com o meio ambiente pode ser compreendida.

Há três folhetos embrionários. Dos “três folhetos embrionários é o ectoderma aquele que está em contato com o meio externo e é deste folheto que se origina o sistema nervoso (p.7)”. Há um espessamento do ectoderma, formando a placa neural. Placa neural cresce progressivamente, tornando-se espessa e adquire um sulco longitudinal: o sulco neural, que se aprofunda para formar a goteira neural. Os lábios da goteira neural se fundem para formar o tubo neural. No ponto em que o ectoderma encontra os lábios da goteira neural, desenvolvem-se células que formam de cada lado uma lâmina: a crista neural (MACHADO, 2005).

O tubo neural, segundo o mesmo autor, dá origem a elementos do sistema nervoso central, e a crista dá origem a elementos do sistema nervoso periférico, além de elementos que não fazem parte do sistema nervoso.

As células para transformarem-se precisam seguir determinados sinais que induzem essas modificações. Foi descoberta uma classe de componentes que

age para dar apoio ao crescimento e à diferenciação nos neurônios em desenvolvimento e podem agir para manter certos neurônios vivos na fase adulta. Esses componentes são chamados de fatores neurotróficos. Experimentos demonstraram que são proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs) e TGFs fatores tróficos transformadores.

A neurulação é a expressão gênica das células ectodérmicas na transformação dessas células, respeitando a síntese de proteínas específicas para o tecido nervoso. Para isso, é preciso estar no lugar certo, na hora certa, na expressão de Lent.

Juntamente com a indução, inicia-se um processo de multiplicação, uma intensa atividade proliferativa. O processo de formação de neurônios está praticamente encerrado no 5º mês de gestação.

Quando a célula precursora de um neurônio pára de se dividir, inicia-se o movimento migratório que levará o neurônio à sua posição final. Esse fato se dá para as células do tubo neural que formaram as estruturas do SNC (Sistema Nervoso Central), como para as células da crista neural que formarão as estruturas do SNP (Sistema Nervoso Periférico) (LENT,2001).

Essa migração se dá aparentemente, porque a zona ventricular contém um mapa primitivo do córtex que predispõe as células a migrarem para uma certa localização cortical. Essas células formam uma espécie de “estrada” e são conhecidas como células gliais radiais: uma célula glial radial possui uma fibra que se estende da zona ventricular até a superfície do córtex. Os sinais de parada dos neurônios estão presentes na matriz extracelular ou membrana de células existentes ao longo do caminho.

Como foi expresso pelos autores em estudo, o processo se dá concomitante, dividiu-se somente para melhor compreender. Então, durante a migração, quando os neurônios juvenis já estão localizados, começa o processo de diferenciação. Lent (2001, p.43) afirma que:

a diferenciação tem aspectos morfológicos, bioquímicos e funcionais. No campo morfológico, o corpo celular cresce em volume e vão se formando os dendritos. Ao mesmo tempo em um dos pólos do soma de cada neurônio ocorre a emissão de um axônio, que busca novos alvos sinápticos próximos ou distantes. No plano bioquímico, as células começam a sintetizar as moléculas que garantirão a função neuronal madura: as enzimas (importante no metabolismo de neurotransmissores e neuromoduladores) e proteínas que compõem canais iônicos embutidas na membrana participam da produção de sinais elétricos e muitas outras moléculas. No plano funcional, começam a aparecer e a amadurecer os diferentes sinais elétricos que serão utilizados pelos neurônios para gerar, receber e transmitir informações. Há interação constante entre as células nesses caminhos de diferenciação.

Durante a migração, o neurônio juvenil pode emitir um axônio, que cresce ao longo de um trajeto preciso e consistente até a proximidades das células-alvo, com as quais estabelece contatos especializados. O axônio emerge como um prolongamento do corpo celular e forma uma estrutura chamada cone de crescimento. Ao chegar à região-alvo, a região terminal do axônio em crescimento passa por um intenso processo de arborização, ramifica-se profusamente.

Depois que os neurônios migram até seus destinos finais e se diferenciam em tipos específicos, começa o processo de crescimento dendrítico para propiciar a área de superfície para sinapses com outras células. Essa fase é conhecida como maturação neural. Ocorrem duas fases no desenvolvimento de um dendrito: arborização (ramificação) dendrítica e o crescimento das espinhas dendríticas.

Começa então a sinaptogênese – a formação de sinapses. Em cada ramo aparecem pequenos botões que tocam os dendritos ou o corpo das células-alvo

(os botões sinápticos). O número de sinapses em córtex cerebral humano é impressionante, são cerca de cem bilhões:

Kolb e Whishaw (2002) escrevem que os eventos mais impressionantes no desenvolvimento cerebral são: a morte celular e a inativação sináptica. No início existe uma produção de neurônios em excesso, de circuitos neurais e de sinapses.

Lent (2001) cita pesquisas de Hambúrguer (anos 40), que conclui que o desenvolvimento normal previa uma fase de morte celular natural, e a pesquisadora Rita Levi-Montalcini (anos 50) postulou a existência de fatores neurotróficos – substâncias capazes de garantir a sobrevivência dos neurônios juvenis – chamando esses fatores de fator de crescimento neural. Os fatores tróficos são produzidos pelos alvos e secretados e capturados pelos neurônios que com eles fazem contato sináptico. Esse suicídio de neurônios é também chamado de apoptose e é realizado através da síntese de enzimas, cuja função é matar a célula.

Lent também nos lembra que a morte de células em excesso não é o único processo regressivo que se observa durante o desenvolvimento do sistema nervoso, havendo também a eliminação seletiva de axônios e sinapses produzidas em excesso.

O mesmo autor declara que não se pode especificar o momento em que o sistema nervoso torna-se adulto, pois o sistema está sempre em transformação, talvez em velocidade menor na vida adulta.

Considera-se o estágio final a mielinização. A mielina é um envoltório dos axônios, é uma substância isolante química constituída de lipídios e gorduras.

Assemelha-se a uma espada dentro de uma bainha. A bainha de mielina é periodicamente interrompida, deixando a descoberto pequenos trechos do axônio onde a membrana axonal está exposta. Essa região é chamada de nodo de Ranvier. A mielina serve para acelerar a propagação dos impulsos nervosos ao longo do axônio (BEAR, 2002).

Jean Pierre Changeux (1991) propôs uma teoria para a perda das sinapses. Para ele, a sinapse na fase adulta só persiste se se tornar membro de redes neuronais funcionais; de outro forma, serão eliminadas.

O cérebro produz mais neurônios e conexões no início e depois elimina o que não é necessário. O sistema nervoso também é atingido pelos fenômenos do tempo e envelhecem.

Todos os tipos de neurônios possuem a capacidade de gerar sinais elétricos que funcionam como unidades de informação. Todos os neurônios são excitáveis.

Todo o neurônio possui um corpo celular ou soma. Os prolongamentos que emergem do soma são conhecidos como axônio, geralmente único, e um ou mais dendritos. O axônio veicula os sinais de saída do neurônio, isto é, as informações que esse neurônio gera e conduz a outras células. Os dendritos, por sua vez, recebem as informações que chegam provenientes de outros neurônios. A região de contato entre um axônio e outro neurônio é a sinapse.

Para Lent (2001), a “excitabilidade dos neurônios permite que ele produza, conduza e transmita a outros neurônios os sinais elétricos em código que constituem a linguagem do sistema nervoso (p.77)”.

Esse fenômeno ocorre através de canais iônicos. Estes são proteínas incrustadas na bicamada lipídica, que permitem a passagem de íons de forma seletiva. Os canais abertos permitem a passagem de íons continuamente; já os que só atendem devido a estímulos são chamados canais controlados por comportas. Esses canais podem ser dependentes de alterações de voltagem ou de ligantes, dependentes de neurotransmissores, neuropeptídeos e hormônios. E há os canais abertos por energia mecânica e radiante.

Estudos experimentais dos canais indicaram que eles apresentam três estados funcionais distintos: repouso (fechado, mas pode ser aberto a qualquer momento; 2) ativo (aberto); e 3) refratário (está fechado e não pode ser ativado).

Imagine-se um neurônio inativo do ponto de vista da produção de sinais elétricos de informação, uma situação pouco provável. Essa situação, se medida, mostrará uma diferença entre o estado interno e o externo, conhecido como potencial de repouso. Como a carga está estável, recebe esse nome.

Já o potencial de ação representa um sinal elétrico muito rápido e de natureza digital. É uma alteração breve, mas extremamente grande na polaridade da membrana de um axônio, com uma duração de um milissegundo. Sua capacidade é de transmitir informação. O potencial de ação é uma unidade de código da linguagem do cérebro.

Robert Lent (2001) apresenta a seguinte reflexão sobre a transmissão sináptica (p.99):

A transmissão sináptica consiste em uma dupla conversão de códigos. A informação produzida pelo neurônio é veiculada eletricamente, na forma de potenciais de ação, até os terminais axônicos, e nesse ponto é transformada e veiculada quimicamente para o neurônio conectado. A seguir, nova transformação: a informação química é “percebida” pelo segundo neurônio e volta a ser veiculada eletricamente, com a gênese e a condução de outros potenciais de ação. Nessa dupla conversão, conteúdo

de informação que o primeiro neurônio veicula é quase sempre modificado, pois o número e a distribuição temporal dos potenciais de ação que o segundo neurônio produz tornam-se diferentes daqueles originados no primeiro neurônio.

Para Lent, essa característica transformadora é justamente o aspecto mais importante da sinapse. Ela dá ao sistema nervoso uma enorme diversidade e capacidade de processar a informação. As sinapses são responsáveis pela filtragem, análise, amplificação, adição e bloqueio de informações. A capacidade de processamento nas sinapses aumenta quando elas se associam. Cada neurônio recebe 10.000 sinapses em média.

Sinapses elétricas ocorrem em sítios especializados denominados junções gap ou junções comunicantes. Bear (2002) coloca que nas junções “gap”, as membranas pré e pós-sinápticas são separadas por apenas 3nm (3×10^{-9} m), sendo essa estreita fenda atravessada por proteínas especiais denominadas conexinas, que formam um conexon permitindo que íons passem diretamente do citoplasma de uma célula para o citoplasma de outra. As sinapses elétricas são bidirecionais e estão eletronicamente acopladas.

A transmissão sináptica no sistema nervoso humano maduro é química. As membranas pré e pós-sinápticas são separadas por uma fenda – a fenda sináptica – com largura de 20 a 50nm (BEAR, 2002). Nesse caso, a transmissão sináptica é unidirecional, chamando-se a região sináptica da primeira célula de elemento pré-sináptico, e a região sináptica da segunda célula, de elemento pós-sináptico. O pré, em geral, é um axônio; e o pós, um dendrito. O terminal pré-sináptico tem a presença de saliências conhecidas como vesículas sinápticas.

Em Lent (2001, p.103), observamos sua explicação para a transmissão sináptica química:

A informação que chega ao elemento pré-sináptico vem na forma de potenciais de ação conduzidos pelos axônios terminais. Como a larga fenda sináptica e a ausência de conexos impedem a passagem direta de corrente iônicas para a célula pós-sináptica, ocorre a conversão da informação elétrica conduzida pelos potenciais de ação em informação química. Os potenciais de ação causam a liberação, na fenda sináptica, de uma certa quantidade de substância armazenada no interior das vesículas. Essa substância recebe o nome genérico de neurotransmissor ou neuromediador. As moléculas do neurotransmissor, uma vez na fenda sináptica, difundem-se até a membrana pós-sináptica, onde ocorre a conversão da informação química para informação de natureza elétrica: a ação do neurotransmissor resulta em potencial pós-sináptico na membrana da segunda célula, e essa poderá produzir nela potenciais de ação que serão conduzidos pelo axônio correspondente até uma terceira célula, onde o processo se repetirá.

Essa dupla conversão de informação, do modo elétrico para o modo químico e outra vez para o modo elétrico, para o autor, possibilita interferência sobre o conteúdo na própria sinapse.

Lent ressalta que nas sinapses entre neurônios o que se deseja é aumentar, diminuir ou até mesmo bloquear a atividade do neurônio pós-sináptico. Isso ocorre porque às vezes os potenciais de ação que chegam ao terminal pré-sináptico nem sempre provocam a liberação de neurotransmissor em quantidade de provocar a mesma atividade no neurônio pós-sináptico. E esse é, para o autor, a grande qualidade adaptativa permitida pela sinapse química, em relação à elétrica, a capacidade de modular a informação transmitida entre as células nervosas.

Robert Lent escreve no livro Cem Bilhões de Neurônios (p.107) que:

a transmissão sináptica envolve a conversão do impulso nervoso, de natureza elétrica, em uma mensagem química carregada por substâncias neurotransmissoras, e depois novamente em impulsos elétricos já na célula pós-sináptica, e as etapas seriam:

1. Síntese transporte e armazenamento do neurotransmissor;
2. Deflagração e controle da liberação do neurotransmissor na fenda sináptica;

3. Difusão e reconhecimento do neurotransmissor pelo receptor pós-sináptico;
4. Deflagração do potencial pós-sináptico;
5. Desativação do neurotransmissor.

As etapas descritas se referem a uma sinapse, entretanto, já foi comentados antes, que cada célula recebe, em sua superfície dendrítica e somática, dezenas de milhares de sinapses. O resultado final da interação de potenciais chama-se integração sináptica.

Henry Dale, citado por Lent (2001), dizia que cada neurônio possui um e apenas um neurotransmissor, e que o efeito que ele é capaz de produzir depende da célula pós-sináptica. Assim, de acordo com o seu único neurotransmissor, utilizou-se um sufixo: colinérgicos - acetilcolina; adrenérgicos – noradrenalina; serotoninérgicos – serotonina; e assim por diante.

Descobriu-se mais tarde a existência de outras substâncias que atuam na transmissão sináptica, alojadas no mesmo neurônio, e deu-se o nome de neuromodulador. Os neurotransmissores são: aminoácidos, aminas e purinas. Os neuromoduladores são peptídeos e gases. Os neuromoduladores são as substâncias químicas liberadas na fenda sináptica, cujas ações pós-sinápticas modulam, isto é, influenciam a ação mais rápida e eficiente dos neurotransmissores.

A transmissão sináptica precisa ser desligada, e para isso há dois mecanismos fundamentais para a interrupção da transmissão sináptica, além da difusão lateral: recaptação do neurotransmissor e degradação enzimática do neurotransmissor.

A maioria dos neurônios, como foi citado, recebe milhares de sinais de entrada que ativam diferentes combinações de canais iônicos ativados por

neurotransmissores e receptores acoplados a proteínas G. A transformação de muitos sinais sinápticos de entrada em um único sinal de saída constitui a computação neuronal.

Eccles, nos anos 60, descobriu tipos de potencial graduável que chamou de PPSE (Potencial Pós-Sináptico Excitatório) - quando reduzida a carga da membrana na direção do nível limiar, aumenta a probabilidade de ocorrência de um potencial de ação (KOLB e WHISHAW, 2002) e PPSI (Potencial Pós-Sináptico Inibitório); quando aumentada a carga da membrana em oposição ao nível limiar, diminui-se a probabilidade de um potencial de ação.

Ocorre somação temporal quando dois PPSE/PPSI ocorrem em sucessão rápida, produzindo um grande e único PPSE/PPSI. A somação espacial ocorre quando os PPSE ocorrem ao mesmo tempo, mas em partes separadas da membrana.

A capacidade de adaptação do sistema nervoso, especialmente dos neurônios, as mudanças nas condições do ambiente que ocorrem no dia-a-dia da vida dos indivíduos chamam-se neuroplasticidade ou plasticidade.

A todo o momento uma forma de energia proveniente do ambiente de algum modo incide sobre o nosso sistema nervoso, deixando, de alguma forma, uma marca, modificando-o de alguma maneira.

Alguns pesquisadores escrevem sobre um período crítico em que a plasticidade é mais pronunciada. Isto é, o indivíduo é mais suscetível de transformações provocadas pelo meio externo.

É possível, segundo pesquisas, identificar mudanças morfológicas resultantes das alterações ambientais, plasticidade morfológica: novos circuitos

neurais que se formam pela alteração do trajeto de fibras nervosas, nova configuração da árvore dendrítica do neurônio, ou uma alteração do núcleo de células nervosas (LENT,2001).

Em outras situações, conseguem-se identificar correlatos funcionais, a que chamamos plasticidade funcional.

Não há reposição numérica espontânea de uma população neural, portanto, em caso de lesão, a resposta plástica depende dos neurônios sobreviventes. Em geral, a lesão atinge muitas células, mas não todas. As que tiveram o corpo lesado morrerão, mas as que atingirem somente os prolongamentos poderão regenerar-se. Dessa forma a regeneração neural é a capacidade própria dos neurônios de restabelecer-se após impacto do meio (KANDEL et al., 2000; LENT, 2001; KOLB e WHISHAW, 2002; BEAR et al., 2002).

Para os autores citados, é conhecida a regeneração de nervos periféricos. Também comentam que, devido à quantidade e à distribuição de células nervosas do SNP, é comum serem atingidas por lesões. Por isso, em situações de lesão pode ocorrer o esmagamento ou o corte das fibras nervosas. No primeiro caso, a regeneração é o resultado bem sucedido; no segundo, será necessário intervenção para unir as partes cortadas do nervo para que o processo de interação possa ocorrer novamente.

Quando os acidentes ocorrem com os axônios centrais, é comum a morte dos neurônios atingidos. Segundo os pesquisadores, poucos sobrevivem, e não há garantia de reinervação e recuperação funcional.

No entanto, os pesquisadores estavam muito curiosos sobre essa questão, Ramón y Cajal (1930) já havia observado um pequeno crescimento axônico,

subseqüente à lesão de um feixe medular, mas notou que algo bloqueava sua continuidade.

Nos anos 80, essas idéias voltaram a ser discutidas, e experimentos mostraram novidades que Ramón y Cajal já suspeitava na sua época.

Aguayo, pesquisador uruguaio, nos anos 80, tirou de suas pesquisas algumas conclusões importantes:

- os axônios centrais são capazes de regenerar através de longas distâncias, desde que estejam em contato com o microambiente do SNP. Nessas condições, podem até formar sinapses com seus alvos naturais, com limites;

- o microambiente do SNC não favorece o crescimento regenerativo dos axônios centrais, que se interrompe logo que saem do SNP para entrar no SNC. Foram descobertas moléculas anti-regenerativas.

A plasticidade axônica ocorre como resultado de uma ação do ambiente (lesão) sobre um axônio e se caracteriza pelo crescimento do coto proximal do mesmo axônio. A esse fato dá-se o nome de regeneração axônica. Entretanto, as ações do ambiente podem provocar respostas plásticas de axônios não diretamente atingidos.

A capacidade dos axônios em responder a ações indiretas do ambiente depende da idade do animal e o estágio de desenvolvimento do sistema nervoso. Por isso, a plasticidade ocorre durante o período crítico, período de melhores condições de regeneração. A esse fenômeno dá-se o nome de plasticidade axônica ontogenética.

As pesquisas de Hubel e Wiesel (1981) com a visão demonstraram que os animais recém-nascidos estão submetidos à plasticidade axônica ontogenética,

uma vez que seus axônios se desenvolvem sob controle e influência do ambiente e que a base biológica para a ação plástica do ambiente é a remodelagem do axônio e acontece durante o desenvolvimento. Portanto, os axônios têm capacidade de crescer e também de regredir, embora esses movimentos sejam antagônicos, participam na construção das interações neurais. Os autores lembram que, ao final desse processo, a plasticidade decresce. Por isso, no adulto a plasticidade é menos acentuada (LENT, 2001).

A existência do “período crítico” ou “janela de oportunidade” provocou a busca e descrição dos períodos críticos para os componentes funcionais do sistema nervoso e para as diferentes espécies de animais e também para o homem.

Quanto ao homem, sempre existiram relatos e observações sobre a existência de uma fase na infância na qual o ambiente é determinante para o estabelecimento das características fisiológicas e psicológicas do indivíduo (ex. meninos selvagens, crianças que aprendem outras línguas x adultos, pessoas com lesões na área da fala, etc.). Esses experimentos não planejados não permitem controlar todas as variáveis envolvidas, segundo Lent.

A descoberta dos ditos períodos críticos levou os investigadores a concluir que nos adultos não haveria plasticidade axônica, isto é, a capacidade de mudança dos circuitos neurais.

Pesquisas de Michael Merzenich (1984), com macacos, levou-o a concluir que o cérebro de animais adultos teria capacidade de plasticidade axônica.

Ramachandram e Blakeslee (2004) discutem os achados de Pons (1991) e de seus colegas que desenvolveram pesquisas de macacos, que consistiam em

registrar sinais do cérebro de macacos que tinham sido submetidos a uma rizotomia dorsal – procedimentos em que todas as fibras nervosas que transportam informações de um braço para a medula espinhal são completamente cortadas. Onze anos após a cirurgia, eles anestesiaram os animais, abriram seus crânios e fizeram registros a partir do mapa somatossensório. Como o braço paralisado do macaco não estava enviando mensagens ao cérebro, não se esperava registrar sinais quando se tocava na mão inútil do macaco, e registrasse a partir da área da mão no cérebro. Mas quando tocavam no rosto do macaco, as células cerebrais correspondentes à mão “morta” começaram a se excitar vigorosamente.

Para Ramachandram e Blakeslee (2004, p. 55), “essas pesquisas mostram que você pode mudar o mapa; que você pode alterar o conjunto de circuitos cerebrais de um animal adulto, e que conexões podem ser modificadas em distâncias que abrangem um centímetro ou mais”.

Esse pesquisador, ao estudar a fisiologia sensorial de indivíduos adultos com membros amputados, pois os pacientes reclamavam da síndrome do membro fantasma, os pacientes continuavam a apresentar sensações provenientes do membro amputado, como se ele ainda estivesse no lugar.

Suas descobertas mostraram que os mapas dessas pessoas tinham mudado em grandes distâncias. As implicações desses fatos são impressionantes, segundo Ramachandran e Blakeslee (2004), pois

sugerem que os mapas do cérebro podem mudar, às vezes, com espantosa rapidez. Essa descoberta “contradiz flagrantemente um dos dogmas mais generalizadamente aceitos em neurologia - a natureza estável das conexões do cérebro humano adulto”(p.58). Continua o autor, esta suposta ausência de plasticidade no cérebro adulto é freqüentemente

invocada para explicar por que há tão pouca recuperação de funções após uma lesão cerebral e por que as doenças neurológicas são tão difíceis de tratar. Mas, ao contrário do que é ensinado nos livros, novos caminhos altamente precisos e funcionalmente eficientes podem aparecer no cérebro adulto quatro semanas depois de uma lesão (p.59).

Insiste o autor que as sensações têm suas próprias áreas-alvo ou mapas no cérebro, mas os caminhos usados por elas podem estar entrelaçados uns com os outros em formas complicadas. Essas descobertas sugerem que novas conexões altamente precisas e organizadas podem ser formadas no cérebro adulto em poucos dias.

A análise do autor implica duas possibilidades: a primeira seria que a reorganização pode envolver o brotamento – crescimento real de novas ramificações a partir das fibras nervosas que normalmente inervam a área da face em direção às células da área da mão, no córtex. O problema com essa hipótese seria a alta organização que deveriam ter esses brotamentos e seus deslocamentos a distâncias longas e como saberiam para onde se dirigir.

A segunda possibilidade é que de fato haveria uma redundância de conexões no cérebro adulto normal, mas que a maioria delas são não-funcionais ou não têm uma função óbvia. Para o autor, seriam tropas de reserva que poderiam ser convocadas para entrar em ação, quando necessário. Essa energia oculta ou escondida é ordinariamente inibida pelas fibras sensoriais do órgão real existente, mas, quando ausente, autoriza a reserva a se expressar.

O autor arrisca a probabilidade de que as duas possibilidades estejam em atividades. E sugere que a imagem estática que se ensina nos livros e diagramas é altamente enganadora e precisa ser repensado o significado do mapa do cérebro. Pois, segundo ele, longe de indicar uma localização específica, cada

neurônio no mapa se encontra num estado de equilíbrio dinâmico com outros neurônios adjacentes; sua significação depende acentuadamente do que outros neurônios da vizinhança estão (ou não) fazendo.

Robert Lent (2001, p.147) escreve assim sobre as reflexões de Donald Hebb (nos anos 40):

Pensava ele que a transmissão de informações entre dois neurônios deveria ser facilitada e tornar-se estável quando ocorresse a coincidência entre os disparos do primeiro e do segundo neurônio. Assim, a transmissão de mensagens entre os neurônios poderia ser regulada: não seria um fenômeno rígido e imutável, mas sim algo modulável de acordo com as circunstâncias. Sua teoria permaneceu durante mais de 30 anos sem grande repercussão, até que os neurocientistas começaram a descobrir fenômenos comportamentais e celulares que poderiam ser explicados por ela.

Kandel (2000, p.532-40), baseado em suas pesquisas, escreve que:

habituação é a forma mais simples de aprendizado implícito. É a forma não-associativa na qual o animal aprende sobre as propriedades de um novo estímulo que é inócuo, à medida que esse estímulo é repetido. Um animal, inicialmente, responde a um novo estímulo com uma série de reflexos de orientação. Se o estímulo não for reforçador, nem lesivo, o animal aprende a suprimir sua resposta a esse estímulo, como resultado dos encontros repetidos com ele. Pavlov e Sherrington (citado por Kandel et al., 2000) já estudavam esse fenômeno com animais. Sherrington sugeriu que a habituação seria devida a decréscimo funcional da eficácia sináptica das vias para os neurônios motores que haviam sido ativados repetidamente. 2) Após um animal ter entrado em contato com um estímulo lesivo, ele, tipicamente, aprende a responder de forma mais vigorosa a diversos outros estímulos, até mesmo a inócuos. Esse tipo de alteração chama-se **sensibilização**. 3)O **condicionamento clássico** é uma forma mais complexa de mudança, pois em vez de aprender sobre as propriedades de um estímulo, o sujeito aprende a associar um tipo de estímulo com outro.

Lent (2001) lembra que o tipo de plasticidade sináptica na habituação é baseado na redução passageira da eficácia de transmissão. Esse fenômeno representa um mecanismo celular simples para a memória de curta duração. Passou-se a postular que todos os circuitos sinápticos dispõem desse mecanismo para armazenar informação, sendo, portanto, universal no sistema nervoso.

A sensibilização envolve o mesmo princípio da habituação, mais um elemento facilitador (interneurônio) cujo axônio estabelece sinapses axoaxônicas com os terminais pré-sinápticos do neurônio sensitivo. Esse tipo de plasticidade sináptica envolve a eficácia da transmissão.

O condicionamento clássico já apresenta maior complexidade, pois corresponde à aprendizagem sobre dois estímulos (aprendizagem associativa) apresentados em certa ordem e com um certo intervalo. O primeiro estímulo é fraco; o segundo é eficaz. Se essa estimulação for aplicada várias vezes, o animal associa o estímulo eficaz ao estímulo inócua e passa a responder a este também quando ele é aplicado sozinho. Esse tipo de plasticidade também provoca um aumento de eficácia na transmissão sináptica.

Bliss e Løfmo, em 1973, descreveram um fenômeno que chamaram de Potenciação de Longa Duração (LTP). Eles aplicaram uma estimulação elétrica repetitiva (chamada tetânica) nas fibras colaterais de Schaffer e registraram com microeletrodos atividade resultante. Comparado o PPSE obtido com o que ocorria antes da estimulação, verificaram um expressivo aumento do PPSE. Esse aumento mantinha-se durante várias horas (até mesmo dias) depois que era interrompida a estimulação. O estímulo deve ser forte o bastante para ativar muitos colaterais simultaneamente. Considera-se que a LTP apresenta aspectos associativos semelhantes ao condicionamento clássico. Trata-se de plasticidade sináptica específica, entre um neurônio pré e um neurônio pós-sináptico, exatamente como Hebb havia previsto (BLISS, 1993).

Um tipo de plasticidade sináptica semelhante a LTP, mas com sinal contrário, ocorre no cérebro; em outras regiões, é a LTD – depressão de longa duração (LENT, 2001; BEAR et al., 2002).

A plasticidade dendrítica ocorre por ação do ambiente. Este é capaz de interferir no número, no comprimento e na disposição espacial das ramificações dendríticas, bem como no número e na densidade de espinhas.

A natureza da experiência sensorial é muito importante, pois a versão do mundo é sempre uma criação do cérebro - um filme que passa no nosso cérebro, uma vez que o que se vê não é uma reprodução fiel do que está lá fora, mas, sim, uma realidade em construção pelo cérebro.

Tudo o que uma pessoa é capaz de perceber do mundo que a cerca vem através dos órgãos dos sentidos, que atuam como “janelas que abrem nosso cérebro a tudo aquilo que nos cerca” (MORA, 2004, p.53).

O cérebro não tem acesso direto ao mundo externo, por isso os eventos do mundo aí fora devem ser traduzidos pelos órgãos dos sentidos para que possam chegar até o cérebro. Os órgãos: olhos, ouvidos, pele, boca, nariz e seus receptores são responsáveis pela captação de sinais de “fora” para torná-los eventos internos, processos que acontecem “dentro”, no cérebro (MORA, p.54). Nas palavras do autor, as diferentes energias: ondas eletromagnéticas, ondas bárias, deformação mecânica, moléculas químicas que o ar contém revelam “as coisas do mundo”, coisas que devem ser traduzidas para uma linguagem simbólica que só o cérebro entende e constrói de forma maravilhosa e que se aceita como real.

Só há som, porque se pode ouvir. Só se sente o gosto, porque se provam coisas que existem no nosso universo vivencial. Mas as coisas do mundo da vida existem independentes umas das outras. Estão aí, possuem características físicas, químicas (LENT, 2001, KOLB e WHISHAW, 2002, BEAR et al., 2002).

A maioria dos pesquisadores concorda que existem dois mundos pelo menos na natureza: o mundo real e o mundo percebido. As pesquisas até agora realizadas pelos neurocientistas apontam para que o mundo percebido seja diferente do mundo real. Esse fato deve-se às capacidades dos neurônios serem diferentes nos diferentes indivíduos, porque o genoma é diferente e porque são submetidos a diferentes influências e experiências ambientais. Ao mesmo tempo, durante o dia, para Lent (2001), “experimentamos e vivenciamos estados fisiológicos e psicológicos diferentes: consciência, emoções, saúde, doença, auto-estima”, que podem alterar as percepções das pessoas sobre os fenômenos. Portanto, o sistema nervoso “conhece o segredo da linguagem e suas traduções” e por isso tem participação nessa construção real (interna) da realidade (externa).

Na construção de um objeto do mundo aí fora, o cérebro utiliza muitos processos desencadeados pelas sensações: a visão nos fornece forma, cor, orientação, movimento, profundidade, relações de semelhança, espaço ocupado. Esses componentes analisados separadamente são remetidos ao cérebro de forma específica e por vias diferentes e paralelas. Mora (2004) chama alegoricamente de “átomos” de percepção, que são levados a diferentes áreas cerebrais por um processo complexo de integração e convergência.

Sensação é a capacidade que os animais apresentam de transformar sinais e codificar certos aspectos da energia física e química que os circunda,

representando-os como impulsos nervosos capazes de ser “compreendidos” pelos neurônios; a sensação põe em contato com os sentidos, isto é, a tradução que o sistema nervoso faz das diferentes formas de energia que existe em um ambiente e que capta através de modalidades sensoriais: a energia luminosa (visão), energia mecânica vibratória (som, tato). Os sistemas sensoriais representam o conjunto de regiões do sistema nervoso conectados entre si, cuja função fundamental é possibilitar as sensações. A percepção é um estágio mais complexo do que a sensação, pois envolve outras regiões do sistema nervoso na elaboração da imagem mental e conceitual. Ela prevê uma elaboração abstrata e conceitual da sensação.

A informação sensorial é muito importante para ajudar o cérebro a compreender as ações. A informação sensória leva à percepção, também permite o controle da motricidade e contribui para regular as funções orgânicas, manutenção da vigília.

Os sentidos se referem à tradução para a linguagem neural das diversas formas de energia contidas no ambiente. Os sentidos também podem ser chamados de modalidades sensoriais e são cinco: visão, audição, somestesia (tato), gustação ou paladar, e olfação ou olfato.

A experiência sensorial permite identificar o estímulo que incide sobre o corpo, de onde ele vem, medir a quantidade e por quanto tempo é sentido.

Lent (2001), Kolb (2002) e Bear et al. (2002) consideram os sentidos a tradução das formas de energia que se tem contato para uma linguagem específica do sistema nervoso, e a partir daí esse processo permite perceber o mundo.

Lent (2001) escreve que todo sistema sensorial é composto de neurônios interligados, e estes formam circuitos neurais que processam a informação que chega ao ambiente. Assim é o ambiente – externo e interno em relação ao organismo - a origem dos estímulos sensoriais. Os estímulos em geral estão direcionados a determinadas regiões onde se encontram células especialmente adaptadas para buscar essa energia. Essas células são chamadas de receptores sensoriais.

A função fundamental dos sistemas sensoriais, segundo Lent, é fazer a tradução da informação contida nos estímulos ambientais para linguagem do sistema nervoso. Assim, possibilita ao indivíduo a utilização dessa informação codificada nas operações perceptuais ou de controle funcional necessárias em cada momento. A primeira etapa dessa função é realizada pelos receptores e se chama transdução (do latim *transducere* – conduzir de um lugar para outro), isto é, nas palavras desse estudioso, “Transformação da energia do ambiente em potenciais biolétricos gerados pelas membranas dos receptores” (p.174). O primeiro resultado da transdução é o chamado potencial gerador. Em seguida, o potencial receptor pode proporcionar a geração de potenciais de ação na mesma célula, ou de outros potenciais no neurônio de segunda ordem, mediante transmissão sináptica. Na seqüência, os potenciais são conduzidos aos terminais sinápticos subseqüentes e ocorre uma nova transmissão sináptica da informação aos neurônios de ordem superior. No desencadear dessa cadeia de transmissão, entram em ação diferentes mecanismos de integração sináptica que possibilitam a análise dos diversos atributos dos estímulos; e, depois, a sua utilização em outros

processos fisiológicos ou na reconstrução mental dos objetos, característica da percepção.

Mora (2004), resumindo esses processos, diz que:

as pesquisas realizadas até agora, dados clínicos e experimentais garantem que o processo de criação da realidade interna a partir da realidade externa é simultaneamente paralelo e seriado, sendo distribuído em áreas diferentes e distantes no cérebro. Esse processo é paralelo, porque diferentes informações utilizam vias distintas, e seriado, porque cada tipo de informação, em suas diferentes vias, sofre um processo de convergência e integração, terminando cada via em áreas específicas, nas quais se finaliza o processamento. Sabe-se também que cada uma dessas áreas é ativada e descarta informações irrelevantes em suas análises.

Neurocientistas, a partir dos estímulos diferentes do mundo, classificam os receptores em: mecanorreceptores (sensíveis a estímulos mecânicos, contínuos ou vibratórios); quimiorreceptores (sensíveis a estímulos químicos, ou seja, à ação específica de certas substâncias químicas que temos contato direto); fotorreceptores (sensíveis a estímulos luminosos); termorreceptores (sensíveis a variações térmicas em torno da temperatura corporal) e nocirreceptores (sensíveis a estímulos de diferentes formas de energia que podem pôr em risco a integridade do organismo devido à sua intensidade).

Pode-se compreender essa mudança de linguagem de fora para dentro: o processo de transformação de energia do ambiente em “linguagem do cérebro” – potencial bioelétrico que consiste em: transdução e codificação.

A transdução acompanha o padrão dos receptores, por exemplo: mecanorreceptores utilizam transdução mecanoneural ou mecanoelétrica, fotorreceptores, fotoelétricos ou fotoneural, quimioneural e assim sucessivamente. A transdução é uma conversão analógica. Depois, passará a ser digital com base em impulsos nervosos.

A codificação em linguagem do cérebro consiste na representação dos parâmetros sensoriais em digitais através de sinapses.

Lent (2001) lembra que os sistemas sensoriais são constituídos de grandes conjuntos de receptores dos diferentes órgãos, por isso não é provável que um estímulo atinja somente um único receptor. É provável que incida em vários receptores ao mesmo tempo, dependendo do campo receptor, estabelecendo assim vias paralelas que irão realizar o processamento (transdução-codificação). Os receptores vão responder também, dependendo do seu potencial e de sua capacidade de adaptação.

Sistemas sensoriais, seu campo receptor e as áreas de incidência e processamento (Zona Desencadeadora Potencial)

VISÃO

A visão começa com receptores que convertem energia sensorial em atividade neural. Os receptores visuais se localizam na retina, no fundo do olho. As células ganglionares recebem da retina informações de fotorreceptores por meio das células bipolares e enviam seus axônios para fora do olho a fim de formar o nervo ótico. Este forma duas rotas distintas para o cérebro: as vias geniculostriada e a tectopulvinar. A primeira faz sinapse primeiro com núcleo geniculado lateral do tálamo e, depois, com o córtex visual primário. A segunda faz sinapse com o colículo superior do teto do mesencéfalo e depois com o pulvinar do tálamo e, finalmente, com o córtex visual. Há várias regiões no córtex occipital – V1 e V2, V3, V4, V5. As informações visuais fluem do tálamo para V1 e V2, e depois se dividem para formar duas vias bem diferentes: dorsal (relacionada com a orientação visual dos movimentos) e ventral (relacionada com a percepção dos

objetos). Os neurônios de cada etapa nas vias visuais produzem formas bem diferentes de atividade neural. A soma da atividade de todas as regiões produz nossa experiência visual (KOLB e WHISHAW, 2002).

AUDIÇÃO

O estímulo para o sistema auditivo é a alteração da pressão atmosférica. O ar transforma as variações de pressão naquilo que percebemos como som. A percepção do som depende da frequência, amplitude (tom, altura e timbre) e complexidade. O aparelho receptor auditivo é a cóclea, localizada no ouvido interno. Os receptores auditivos são as células pilosas que se encontram na membrana basilar. As alterações na pressão atmosférica são transmitidas em uma reação em cadeia, do tímpano para os oscículos do ouvido médio e para a janela oval da cóclea, através do líquido coclear subjacente. Os diferentes sons estimulam áreas, e os neurônios cocleares analisam e codificam os diferentes sons. As células pilosas da cóclea formam sinapse com os neurônios bipolares, que formam o nervo coclear e, este, por sua vez, faz parte do VII par de nervos cranianos. O nervo coclear conduz informações auditivas para as três estruturas no rombencéfalo: núcleo coclear, complexo olivar e corpo trapezóide. A via auditiva prossegue para o colículo inferior (mesencéfalo) e depois para núcleo geniculado medial no tálamo e, finalmente, para o córtex auditivo (KOLB e WHISHAW, 2002).

TATO

A sensação somática permite ao nosso corpo perceber sensações, sentir dor ou frio. Este sistema possui receptores distribuídos por todo o corpo. Ele responde a muitos tipos diferentes de estímulos: tato, temperatura, dor e postura corporal. Assim, um único estímulo ativa vários receptores. A tarefa do SNC é interpretar as atividades da vasta rede de receptores e usá-las para gerar percepções coerentes. A sensação do tato começa na pele (pele com pelos e pele sem pelos). Os níveis mais complexos de processamento ocorrem no córtex cerebral. A maior parte do córtex envolvida com o sistema sensorial somático está no lobo parietal. O córtex somatossensorial primário ocupa uma faixa exposta do córtex denominada giro pós-central, situada na borda posterior do sulco central. Há também um córtex somatossensorial secundário, parte inferior do lobo parietal e ainda existe uma outra área no córtex parietal posterior. Assim pode-se ver que o sistema sensorial somático processa vários fluxos de informações relacionadas, porém distintas, viajando em paralelo através de uma série de estruturas neurais. Alguma mescla desses feixes de diferentes modalidades ocorre ao longo do caminho, mas o principal processamento se dará no córtex cerebral (BEAR et al., 2002).

GUSTAÇÃO

A gustação envolve a língua, o palato, a faringe e a epiglote. Os aromas da comida também passam pela faringe rumo à cavidade nasal, onde podem ser detectados pelos receptores olfativos. A ponta da língua é a mais sensível para o sabor doce; o fundo, para o amargo; e as bordas, para o salgado e o azedo. Isso não significa que é apenas nesses lugares, pois a língua é sensível a todos os

sabores básicos. Espalhadas pela língua estão pequenas projeções chamadas papilas. Cada papila tem de uma a várias centenas de botões gustativos. Cada botão tem de 50 a 150 células receptoras gustativas. A maioria dos receptores nessa região são quimiorreceptores e têm a função de detectar substâncias químicas do meio ambiente. A parte quimicamente sensível de uma célula receptora gustativa é uma pequena região de sua membrana chamada terminal apical, próxima à superfície da língua. Os terminais apicais possuem finas extensões que se projetam no poro gustativo. O processo pelo qual um estímulo ambiental causa uma resposta elétrica em receptor sensorial é chamado de transdução. O principal fluxo da informação gustativa é dos botões gustativos para os axônios gustativos primários, e daí para o tronco encefálico, depois subindo ao tálamo e, finalmente, alcançando o córtex cerebral.

OLFATO

O olfato se combina com a gustação para ajudar-nos a identificar alimentos e aumentar nossa satisfação com muitas delas. Também podem nos chamar atenção para perigos que substâncias podem causar ao nosso sistema.

Não cheiramos com o nariz. Fazemos isso com uma pequena e fina camada de células no alto da cavidade nasal, chamada epitélio olfativo, que tem três tipos celulares principais: células receptoras olfativas (locais de transdução), células de suporte (auxiliam na produção do muco) e células basais (fonte de novos receptores). Os receptores olfativos crescem continuamente, morrem e se regeneram em um ciclo que dura de quatro a oito semanas. Os receptores

olfativos projetam seus axônios para o interior dos dois bulbos olfatórios que convergem e contatam com dendritos dos neurônios olfativos de segunda ordem. Os axônios de saída dos bulbos olfatórios estendem-se pelos tratos olfativos. Cada trato olfativo projeta-se diretamente para as regiões primitivas do córtex cerebral. Depois vai para o tálamo e, finalmente, para o neocórtex.

Observa-se que todos os sistemas sensoriais passam primeiro pelo tálamo antes de se projetarem ao córtex cerebral. O olfato tem influência direta e distribuída e tem papel na emoção, na motivação e na memória (BEAR et al.2002).2.3 O Meio

Para Leontiev (1978), o aparecimento do organismo vivo dotado de sensibilidade está ligado à complexificação da sua atividade vital. Essa complexificação está na formação de processos da atividade exterior que mediatizam as relações entre os organismos e as propriedades do meio. Esses processos são formados pelas modificações impostas pelos agentes exteriores que desempenham a função de sinais. Dessa forma, o autor diz que surge a vocação dos organismos para refletir as ações da realidade.

Por isso, Leontiev considera que o homem está submetido às leis do desenvolvimento socioistórico (p.68,1988) e ainda:

As investigações têm demonstrado que toda atividade é, de um ponto de vista fisiológico, um sistema funcional dinâmico, regido por sinais complexos e variados, provenientes quer do meio exterior, quer do próprio organismo. Estes sinais penetram nos diversos centros nervosos (que estão ligados entre si), entre outros centros proprioceptivos, e são sintetizados (104).

Na mesma obra (p.146), o autor lembra que até os “estudos fisiológicos levam em consideração a influência dos fatores sociais”. Ainda, continua o autor, escrevendo que o homem vive um meio “supra-orgânico” (social), sente

constantemente os efeitos e é coagido a adaptar-se, admitindo que as leis e os mecanismos de aquisição da experiência individual dependem de aprendizagem.

Para Vygotsky, as funções psíquicas do homem são de caráter mediatizado, os processos interiores intelectuais provêm de uma atividade exterior. Assim, os processos cognitivos nascem da transformação dos processos anteriormente diretos “naturais” em processos mediatizados (estímulo), resultando a reunião no cérebro de elementos simples em uma unidade nova. Na visão de Leontiev, o “principal mecanismo do desenvolvimento cognitivo é o mecanismo de apropriação das diferentes espécies e formas sociais de atividade historicamente constituída” (1988, p.166).

A interiorização das ações, isto é, a transformação gradual de ações exteriores e ações interiores realizam-se necessariamente na ontogênese humana.

Para Maturana (1999), é na interação do organismo no mundo da vida que se buscam os elementos de mudanças. O meio e os sistemas que ele contém estão em mudanças estruturais contínuas, cada um de acordo com sua própria dinâmica e cada um modulado pelas mudanças estruturais que eles desencadeiam um no outro através de seus encontros recursivos. Todos os sistemas que interagem com um sistema vivo constituem seu meio. De acordo com a dinâmica recursiva das interações recursivas, mudam juntos, congruentemente.

Isso se deve à maior interação genes-meio ambiente externo. As modificações anatômicas do cérebro ocorrem ao longo de toda a vida de um ser

humano (MORA, 2004). Para ele, as modificações são produzidas pela expressão dos genes, mas não transmissíveis de um indivíduo para o outro.

Kandel (1998) afirma que nos seres humanos a capacidade de alterar a expressão genética por meio de aprendizagem é sobremaneira eficaz e deu lugar a um novo tipo de evolução: a evolução cultural.

Rogoff (1993) afirma que a relação entre o comportamento humano e o contexto é um interesse antigo dos estudiosos e que o meio constitui-se como uma “série de estruturas engajadas, uma dentro da outra como bonecas russas” (p.52). Isso quer dizer que consideramos toda a atividade humana como algo enraizado em um contexto, pois, para ela (p.53), “não existem situações livres do meio, de contexto”. Para a autora, a conduta humana implica a ação tanto do indivíduo como do mundo social, enquanto todos participam conjuntamente em acontecimentos significativos e projetos vitais.

Mora (2004) diz que “se o cérebro se modifica como resultado do meio em que se vive, então deve ser certo que nos construímos a nós mesmos” (p.164). Ele afirma que as escolhas de cada um modificam e reconstituem o cérebro, colocando-o constantemente diante de novos marcos sociais eleitos para cada pessoa.

Lembra o mesmo autor que os mecanismos pelos quais o cérebro chega a conhecer e realizar as intenções e ações são de importância crucial para uma boa resposta.

Leontiev (1988, p. 257) lembra que:

O processo de apropriação do mundo dos objetos e dos fenômenos criados pelo homem no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade é o processo durante o qual tem lugar a formação, no indivíduo, de faculdades especificamente humanas. Esse processo efetua-se no decurso do desenvolvimento de relações reais do sujeito com o mundo.

Relações que não dependem nem do mundo nem do sujeito, mas são determinadas pelas condições históricas concretas, sociais, nas quais ele vive e pela maneira como a sua vida se forma nestas condições.

De acordo com Leotiev (1988), Marx considerava que todas as relações humanas com o mundo (a visão, audição, o gosto, o tato, o pensamento, a vontade, a atividade, o amor), todos os órgãos da sua individualidade, são imediatamente órgãos sociais, sendo, no seu comportamento objetivo ou na sua relação com o objeto, a apropriação deste, a apropriação da realidade humana.

As aquisições do desenvolvimento histórico das aptidões humanas não são simplesmente dadas aos homens nos fenômenos objetivos da cultura material e espiritual que os encarnam, mas são apenas aí postas. Para se apropriar desses resultados, para fazer deles as suas aptidões, os órgãos da sua individualidade, o ser humano deve entrar em relação com os fenômenos do mundo circundante através de outros homens, isto é, num processo de comunicação com eles. Assim, o sujeito aprende a atividade adequada. Pela sua função, este processo é, portanto, um processo de educação (LEONTIEV, 1988, p.272).

Mora (2004) escreve que o homem é muito imprevisível em suas respostas, e é possível que o “idêntico” e sem mudança jamais exista no cérebro do homem nem em seu meio ambiente, pois:

Efetivamente, na essência de quase tudo no mundo está a mudança e nada se repete de modo idêntico. Realmente, a única coisa que permanece inalterável é a própria mudança. Até na física, a teoria do caos desenvolve a idéia de que diferenças minúsculas nas condições iniciais de um sistema podem produzir resultados muito diferentes. Nunca se repetem as mesmas condições, sempre há um ingrediente diferente, por pequeno que seja, e é precisamente neste último que se poderia basear, em boa medida, a concepção neurofisiológica da liberdade humana.

Procura-se sempre fazer o melhor uso do nosso meio ambiente. Este contém uma variedade de estímulos que servem para extrair-se informações facilmente transduzidas. Dessa forma, podem-se colocar marcas deliberadas no meio ambiente para que se possa reduzir o peso cognitivo de ter que lembrar e atualizar informações a todo o momento. Por isso, mantêm-se índices, símbolos, ícones nos cérebros, deixando a maior quantidade possível de dados reais que se pode no mundo externo (DENNET, 1997).

Leontiev (1988, p. 273) assim encerra seu pensamento sobre a importância do meio: “Quanto mais progride a humanidade, mais rica é a prática sociohistórica acumulada por ela, mais cresce o papel específico da educação e mais complexa é a sua tarefa”.

Kraft (2004) afirma que os cientistas estão amplamente seguros ao considerar possível criar condições básicas necessárias para se aproveitar ao máximo o potencial criativo de cada um, bastando, para isso, mudanças na postura e nas condições circundantes que se oferecem.

2.4 O Movimento – Ação – Atividade Cognoscitiva: Aprendizagem

Os componentes do sistema nervoso: o córtex, tronco encefálico e a medula espinhal contribuem para o controle do comportamento necessário para o ser manter-se vivo em seu meio. Essa estrutura, embora hierarquicamente organizada, não opera peça por peça. Ela funciona com um todo – as regiões superiores operam através das ações das inferiores e ao mesmo tempo as influenciando. Todos os comportamentos complexos exigem a participação de vários outros movimentos e áreas neuronais.

Kolb e Whishaw (2002) escrevem que a organização do movimento é hierárquica e quase todo o cérebro contribui para ele de alguma forma. O

prosencefalo planeja, organiza e inicia os movimentos, enquanto o tronco encefálico coordena as funções reguladoras, como comer, beber, etc., além de controlar os mecanismos neurais que mantêm a postura e produzem locomoção. A medula é uma via entre o cérebro e o resto do corpo. Ela é responsável também pelos movimentos reflexos. A estimulação do córtex motor produz um mapeamento (somatossensorial) entre as partes correspondentes do corpo aptas a realizar o movimento. Os neurônios motores iniciam, produzem, controlam e indicam a direção do movimento.

O sistema somatossensorial está distribuído por todo o corpo e consiste em mais de 20 tipos de receptores especializados, cada um deles sensível a uma determinada energia mecânica. As fibras que transportam as informações ascendem até a medula espinhal, fazem sinapses nos núcleos da coluna dorsal, na base do cérebro, ponto em que os axônios cruzam para o outro lado do tronco encefálico e ascendem até o tálamo ventrolateral. Essas se projetam para o córtex somatossensorial. Esses sistemas estão inter-relacionados em todos os níveis do sistema nervoso.

Dessa forma, o comportamento humano é motivado ou tem um propósito. Segundo os pesquisadores, os comportamentos motivados podem ser regulatórios ou não-regulatórios. Os regulatórios procuram manter o equilíbrio das funções corporais. Os não-regulatórios constituem em tudo o que se faz como seres em um mundo e em grande parte são dependentes de estímulos externos que servem de incentivo (KOLB e WHISHAW, 2002).

O hipotálamo, o sistema límbico e os lobos frontais abrigam o circuito que controla os comportamentos motivados. O hipotálamo fornece o controle mais

simples. O sistema límbico gera a emoção. Os lobos frontais geram o comportamento no momento e lugar certos, levando em conta fatores, como eventos externos e informações internas (KOLB e WHISHAW,2002).

O cérebro é uma estrutura dinâmica que gera e controla os movimentos, os comportamentos, os sentimentos e as emoções. Está-se, diariamente, em presença de diferentes estímulos e circunstâncias na vida. Esses fatores proporcionam diferentes experiências, formas de vivenciar esses momentos. Essas experiências levam o comportamento a mudar, experiências que devem alterar o cérebro ou sua arquitetura.

Chamam-se essas alterações relativamente permanentes no comportamento de um organismo resultante da experiência, vivência de aprendizagem.

A compreensão de como o cérebro auxilia o aprendizado ou como o aprendizado muda o cérebro é o objeto de estudo de pesquisadores das mais diversas áreas nos últimos vinte anos.

Esses especialistas estão investigando questões referentes aos tipos de aprendizados e suas semelhanças em todas as pessoas. Uma questão importante também é a existência de circuitos cerebrais separados para cada um deles, já que as sinapses mudam com os eventos. Portanto, o que os pesquisadores desejam saber também é como se dá o processo de aprendizagem no cérebro.

O aprendizado é um processo que resulta em alterações mais ou menos permanentes no nosso agir, resultante da experiência. Estudar a aprendizagem (CATANIA, 1999) é “estudar como o comportamento pode ser modificado”. Então devemos considerar o que é comportamento. Comportamento é qualquer coisa

que um organismo pode realizar em um determinado momento, em um determinado contexto e estímulos. Assim, o estudo do comportamento está vinculado às relações entre os eventos ambientais, os estímulos e as ações do organismo, suas respostas.

O comportamento adquirido por meio de aprendizagem, durante a vida de um organismo particular, desaparecerá, a menos que seja de alguma maneira passado para outros. Catania (1999), em sua descrição sobre o comportamento e a aprendizagem, ressalta alguns aspectos importantes envolvidos no comportamento: a filogenia, a ontogenia e a cultura. O comportamento então é uma função conjunta dessas contingências.

Uma maneira simples de mudar o comportamento de um organismo consiste em apresentar a ele um estímulo. Logo, o organismo em um evento ambiental emitirá uma resposta, mudança resultante: o reflexo. Os fisiologistas estudaram o chamado arco reflexo: a rota desde o impacto sensorial do estímulo através do sistema nervoso central e a volta ao sistema muscular ou glandular, em cujo interior a resposta ocorre. O estímulo elicia a resposta ou a resposta é eliciada pelo estímulo; o estímulo é então eliciador. O reflexo é apenas a relação entre ambos (CATANIA, 1999).

Quando o estímulo não é intenso o suficiente para eliciar uma resposta, chama-se abaixo do limiar. O tempo que transcorre entre o estímulo e a possível resposta é o período de latência. Essa resposta tem uma determinada duração ou força do reflexo. A latência da resposta diminui à medida que a intensidade do estímulo aumenta. Catania (1999, p.57) lembra que o “conceito de reflexo tem seu lugar na análise do comportamento, mas seu alcance é limitado, e ele não se

sustenta por si mesmo”. O reflexo, para o autor citado, é apenas uma relação entre as muitas relações possíveis entre os estímulos e as respostas. Assim, conclui o autor que o comportamento é mais complicado, pois os ambientes incluem uma variedade de estímulos, e os organismos produzem uma variedade de respostas.

A repetição de um ruído intenso produzirá menores reações até que nenhum comportamento seja observado; esse decréscimo na resposta chama-se habituação ou adaptação. Mas os estímulos podem também ter efeitos opostos, chamados de potenciação ou facilitação. A potenciação também é confundida com a sensibilização, em que um estímulo amplifica o efeito eliciador de outro estímulo (CATANIA, 1999).

Em situações em que os estímulos ocorrem repetidamente, eles podem gerar padrões comportamentais. Entretanto, é difícil garantir que as seqüências de comportamentos geradas por apresentações sucessivas de estímulo não serão afetadas por outras variáveis ou estímulos discriminativos.

Baseados nesses princípios, as primeiras teorias da aprendizagem sustentavam que a “prática faz a perfeição”, isto é, a repetição era suficiente para manter o comportamento. As pesquisas de Sechenov apresentadas em Catania (1999) demonstraram que não apenas a repetição é importante para a manutenção da resposta, mas a resposta também se torna independente dos efeitos de estímulos eliciadores. Os estímulos não eliciam mais as respostas, mas o indivíduo permanece capaz de emitir a resposta. A eliciação repetida de uma resposta aumenta a probabilidade de que a resposta seja emitida.

O reforço não é o responsável pela aprendizagem diretamente, entretanto, gera comportamento condicionado. Fenômenos ligados à aprendizagem latente e sensório-motora demonstram que o reforço não é uma explicação de aprendizagem.

Lorenz (1937) apresentou a teoria da estampagem (imprinting), ou seja, os estímulos são gravados no organismo. Na estampagem, os efeitos de apresentação do estímulo são as operações que estabelecem o agir, pois elas mudam a importância do estímulo no momento em que são apresentadas em momentos adequados. A mudança na importância dos estímulos ocorre com as operações motivadoras. A motivação, nas palavras de Catania (1999, p.77), não é:

uma força ou um impulso especial a ser localizado em algum lugar dentro do organismo: antes, é um termo aplicado a muitas variáveis orgânicas e ambientais que tornam vários estímulos importantes para o organismo.

Algumas ações observadas, como prestar atenção, lembrar, imaginar, memorizar, pensar, resolver problemas, emocionar-se, ter consciência, eram considerados comportamentos primários e não poderiam ser avaliados fisicamente, por isso os pesquisadores não consideravam comportamento ou movimento.

Segundo Catania (1999) e Moreira (1999), esses elementos só poderiam ser estudados por meio de introspecção. Watson, então, defendeu o estudo do comportamento em oposição às atividades mentais superiores, incluindo a consciência. Portanto, ele excluiu os “eventos mentais” como área de interesse da pesquisa behaviorista.

Mas essas áreas desprezadas pelo comportamentalismo seguiram seus caminhos através dos estudos da memória, da aprendizagem e do pensamento.

A aprendizagem humana, os estudos da aprendizagem com animais e a memória tornaram-se estudos relevantes. Catania (1999, p.275) afirma que:

os fenômenos da aprendizagem observados com animais também ocorrem no comportamento humano; a natureza da aprendizagem humana complexa é esclarecida por análises com base nos processos elementares; e, talvez, o mais importante, o comportamento humano é caracterizado, principalmente, pelo intercâmbio entre as respostas verbais e não-verbais, cujas origens estamos ainda por entender.

Assim, os comportamentalistas (MOREIRA, 1999) defendiam uma pesquisa baseada na objetividade, explicavam o comportamento em termos moleculares, físicos, mensuráveis e faziam poucas relações com as atividades mentais, imaginação, consciência, pensamento, abstração.

Dennet (1997) declara que a idéia fundamental de deixar o meio ambiente desempenhar um papel de modulador da mente (do cérebro) é dos associacionistas (predecessores dos conexionistas e behavioristas).

Ele lembra que a maioria dos animais é capaz de aprender ou modificar seu comportamento por um processo longo de treinamento ou modelagem pelo meio ambiente, utilizando o modelo ABC de aprendizagem (Associacionismo, Behaviorismo, Conexionismo). Existem, porém, algumas atividades superiores que envolvem o meio interno que não seguem a orientação ABC de aprendizagem.

Os seres humanos possuem um potencial para a aprendizagem rápida – com visão interior – aprendido que não depende de treinamento longo e laborioso, mas que é compreendido como representações simbólicas.

A reação surge com o cognitivismo, que procura estudar os chamados processos mentais superiores (percepção, resolução de problemas, processamento de informação, compreensão, linguagem, memória, etc.).

Donald Hebb (1956, p. 34) lança uma proposta que considera os processos superiores “atividades mediadoras entre o estímulo e respostas”. Para ele, as pessoas não reagem aos estímulos de imediato; há um espaço de tempo entre a percepção do estímulo e a sua resposta. Nesse espaço de tempo, ele sugere que algo ocorre dentro do cérebro. Esse algo (tempo-espaço) de resposta ao estímulo, ele chamou de processo de pensamento. A expressão processo tem a ver com idéia de independência de impulsos sensoriais de entrada, mas que interagem com as opções de respostas disponíveis ao sujeito. Seu modelo é considerado um modelo neurobiológico. Para ele, neurônios são as células constitutivas do sistema nervoso. A transmissão de impulsos em um neurônio ocorre através da transmissão repetida de impulsos entre duas células (sinapses), e isso leva a uma facilitação permanente da transmissão de impulsos. A estimulação repetida e intensa leva ao crescimento de protuberâncias sinápticas que diminuíram o espaço sináptico. Logo, os neurônios podem ser ativados por estimulações, podem ativar uns aos outros e podem transmitir impulsos que acionam glândulas e músculos. Para Hebb, após essa ativação, um neurônio não pode ser reativado imediatamente, pois há um período de tempo da ordem de milissegundos; logo em seguida, observa-se um período mais longo, no qual é possível ativar por estimulação intensa. Finalmente, o neurônio volta ao seu estado fundamental. Esse processo de ativação-reativação, chamado circuito reverberante, forma um aglomerado de células que ativam outras, originando uma terceira estrutura

chamada seqüência de fase. Esses conceitos: circuito reverberante, aglomerado de células e seqüência de fases, reatividade e plasticidade são fundamentais para explicar a aprendizagem.

Assim, Hebb constitui sua teoria da aprendizagem baseado na hipótese neuronal: a mediação entre o estímulo e a resposta, ou seja, o pensamento, constitui-se na atividade de grupos de neurônios que se organizam através dos circuitos reverberantes, formando um aglomerado de células ou uma série delas, dando origem a uma seqüência de fase.

Lenfrancois (1982) apresenta as hipóteses de Hebb da seguinte maneira:

1. Um aglomerado de células (processo mediador) é o resultado de repetidas exposições de um estímulo. A repetição, pois os mesmos neurônios são ativados a cada momento de estimulação, tem uma atividade facilitadora de ativação e transmissão de impulsos no espaço sináptico.
2. Quando os aglomerados de células são repetidas vezes, ativados ao mesmo tempo, tenderão a ficar associados neurologicamente, gerando uma seqüência de fase. A associação entre os aglomerados constituirá uma memória de relação entre os dois, provocando suas ocorrências sempre que forem ativados.
3. Uma atividade neurológica (motora, sensória) ficará associada aos aglomerados que forem ativados ao mesmo tempo, juntamente com ela.
4. Assim, entradas sensoriais (estímulos) ativam um grande número de aglomerados.

Então, para Hebb, o pensamento tem a função de mediador entre o estímulo e a resposta. A mediação é a atividade aglomeradora dos neurônios envolvidos. O autor considera que é a área do córtex que determina a experiência subjetiva. A aprendizagem pode ser considerada a facilitação contínua da condução entre as unidades neurológicas examinadas acima. Uma seqüência de fase, assim, é demonstração de que a transmissão de impulsos foi facilitada pela ativação, pois uma parte da seqüência é suficiente para ativá-la toda.

Os processos superiores (cognitivos) envolvidos no aprender têm relação íntima com as combinações de seqüências de fase em uma organização coordenada.

Logo, na concepção de Hebb, a aprendizagem em um primeiro momento é a emergência de aglomerados de células e a formação de seqüências de fases. No segundo momento, das aprendizagens mais complexas, há a combinação das seqüências de fases (MOREIRA, 1999).

É também aprendizagem desaprender uma resposta aprendida previamente, mas inadequada no momento.

Mora (2004) escreve que a aprendizagem é o processo em virtude do qual se associam coisas ou eventos no mundo, graças à qual adquirem-se novos conhecimentos. Para conservar os conhecimentos ao longo do tempo, precisa-se estar ativando processos que nos levam à memória. Assim, para ele, esses processos de aprendizagem e a memória modificam o cérebro e a conduta do ser vivo que os experimenta.

Stix (2004) revela que as pesquisas têm demonstrado que o cérebro reage a experiências, restabelecendo funções ou melhorando-as.

Gage (2004) explica que as maneiras de melhorar a função cerebral envolvem exercícios, boa alimentação, sono adequado, pois aumentam a quantidade de conexões neurais em regiões específicas do cérebro. O autor menciona também o ambiente em que se vive e se trabalha. Segundo pesquisas, o ambiente pode afetar nossas conexões.

Merzenich (1999, p. 57) assevera que “O cérebro foi feito para mudar”. Holloway (2004, p. 79) diz que o cérebro comporta-se como “as árvores: move-se para um lado, depois para o outro, dependendo da direção em que a experiência o leva”. Alguns pesquisadores consideram isso básico, pois isso é aprendizagem. Se se modifica alguma informação recebida, o cérebro modifica-se em função desse fato novo. E esse fenômeno não ocorre somente com crianças, mas com os adultos também.

Pelo que se tem até aqui apresentado, parece evidente pelos resultados de investigações que, ao longo da vida do sujeito, o cérebro pode remodelar-se, que é possível ensinar “regiões do cérebro a fim de que execute diferentes tarefas. Isto é, os resultados apontam que a aprendizagem fortalece conexões entre neurônios e a inter-relação aumenta a capacidade de comunicação pelos agentes químicos. Os neurônios que juntos respondem aos estímulos encadeiam-se juntos (HOLLOWAAY, 2004)”.

Greenough (1999), em suas pesquisas, demonstrou como os ambientes e as experiências afetam o cérebro. Ele utilizou muitos exercícios, atividades criativas em ambientes complexos, e observou que o cérebro respondeu desenvolvendo novas sinapses a partir desses estímulos.

Esses processos são fundamentais, uma vez que nos permitem conhecer, transmitir conhecimento e criar a cultura. Esses processos têm participações genéticas, sociais e culturais.

A memória é a atividade de armazenar algo e resgatá-lo quando precisamos fazer uso.

2.5 A Abordagem Sociocultural e a Interação Social

Vygotsky (1989) procura compreender a gênese e o desenvolvimento dos processos psicológicos. Sua abordagem genética desdobra-se nos níveis do desenvolvimento da espécie humana, na história dos grupos sociais, no desenvolvimento do indivíduo e no desenvolvimento de aspectos específicos do repertório psicológico dos sujeitos, os quais interagem na construção dos processos psicológicos. Ele atribui importância singular à dimensão sociohistórica do funcionamento psicológico e à interação social na construção do ser humano.

A aprendizagem, para o autor mencionado, está relacionada ao desenvolvimento desde o início da vida humana. O percurso de desenvolvimento do ser humano é, em parte, definido pelos processos de maturação do organismo individual; mas é a aprendizagem que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento. O homem nasce equipado com certas características próprias da espécie, mas as chamadas funções psicológicas superiores, aquelas que envolvem consciência, interação, planejamento, ações voluntárias e deliberadas, dependem de processos de aprendizagem (MOLL, 1996).

Vygotsky (1997) afirma que todos os instrumentos culturais, tanto signos como instrumentos, são fundamentalmente meios sociais. Originam-se na história da humanidade como produto da convivência em grupos e terão que ser dominados novamente por cada criança em integração social.

O mais importante instrumento cultural é a fala, e, portanto, o destino de todo o desenvolvimento cultural da criança depende de ela conseguir ou não dominar a palavra como principal instrumento psicológico.

Veer e Valsiner (1996) afirmam que, de acordo com o texto de Vygotsky, (de 1931), a combinação da idéia do domínio de instrumentos com a idéia da origem social de funções psicológicas superiores baseia-se na lei de Janet, e que as funções psicológicas aparecem duas vezes na vida de um sujeito: primeiro, como uma função interpessoal, depois como uma função intrapessoal. Esse pensamento levou Vygotsky (1931) a concluir que

O desenvolvimento de funções psicológicas superiores só é possível ao longo das vias de seu desenvolvimento cultural, que prossiga pela linha do domínio de meios culturais externos (fala, escrita, aritmética) ou pela linha do aperfeiçoamento interno das próprias funções psicológicas (elaboração de atenção voluntária, memória lógica, pensamento abstrato, formação de conceitos, liberdade de vontade, etc.) (p.85).

A teoria histórico-cultural ou interacionista simbólica de Vygotsky procurava uma explicação da origem do desenvolvimento dos processos mentais de adultos ocidentais educados.

Em 1933, ministrando aulas no Instituto Pedagógico Herzen, em Leningrado, Vygotsky levantou pela primeira vez a questão da relação entre instrução escolar e desenvolvimento cognitivo. Afirmou, também na ocasião, que havia três categorias de raciocínio para a questão:

A primeira afirmava em essência que a aprendizagem escolar deve seguir o desenvolvimento: as funções psicológicas da criança devem ter atingido determinado nível de amadurecimento antes que o processo de aprendizagem possa começar. Considera-se que as funções psicológicas se desenvolvem de

uma maneira natural, às vezes porque os pesquisadores ligam seu desenvolvimento diretamente à maturação das funções cerebrais.

O segundo ponto de vista afirmava que o desenvolvimento não se baseia no amadurecimento e que a aprendizagem é a principal força que atua no sentido de promovê-lo. O desenvolvimento cognitivo é considerado como a sombra da aprendizagem.

A terceira categoria afirma que ambas as posições estão parcialmente certas. O desenvolvimento da criança baseia-se em parte nos processo de amadurecimento e em parte na aprendizagem.

Vygotsky não estava plenamente de acordo com nenhum dos pontos de vista apresentado, afirmando que a aprendizagem e desenvolvimento são processos distintos e não deviam ser confundidos.

Vygotsky (1932), através da pesquisa sobre a escrita, conclui que a aprendizagem capacita uma série de processos de desenvolvimento que sofrem seu desenvolvimento próprio.

Assim, na visão de Veer e Valsiner (1996, p.358), ele anunciou sua hipótese: o ensino só é efetivo quando aponta para o caminho do desenvolvimento. A criança que frequenta a escola tem que aprender a transformar uma capacidade “em si” em uma capacidade “para si”. Logo, o professor cria basicamente as condições para que determinados processos cognitivos se desenvolvam, sem implantá-los diretamente na criança.

Os mesmos autores (1996, p.361) afirmam que em 1933 e 1934 Vygotsky começou a dar mais importância para a terceira categoria expressa acima, de Kofka (1925), em que ele afirmava ser possível distinguir duas formas de

desenvolvimento: desenvolvimento como amadurecimento e desenvolvimento como aprendizagem. Vygotsky (1933) considerou três aspectos: 1) que o desenvolvimento poderia basear-se em processos de amadurecimento como aprendizagem através do ensino; 2) que essas duas formas de desenvolvimento eram mutuamente interdependentes; e 3) que a educação teria um papel mais abrangente no desenvolvimento.

Esse último ponto tinha como base uma visão Gestaltista de Kofka, que afirmava que uma criança, ao aprender uma tarefa específica, estava aprendendo, ao mesmo tempo, um princípio estrutural que tinha um campo mais amplo de aplicação. Subentendia-se que o ensino de uma tarefa específica a uma criança aumentaria o potencial dessa criança para outras atividades. Para Vygotsky, nas palavras de Veer e Valsiner (1996, p.361), a criança dava “um passo no processo de ensino-aprendizagem e dois passos no desenvolvimento cognitivo”. Esse raciocínio sugeria que a aprendizagem pode preceder o desenvolvimento cognitivo, promovê-lo e criar novas estruturas.

Na percepção de Veer e Valsiner (1996), a concepção de Vygotsky foi desenvolvida a partir de suas análises das diferentes posições na época, pela aplicação de conhecimentos e considerações práticas e de investigações empíricas realizadas por seus colaboradores e alunos.

Vygotsky, em seus vários experimentos, fez revelações importantes. Em uma delas,

[...] demonstrou que o grau de maturidade das funções sobre as quais deve se desenvolver o ensino constrói-se sobre as funções psicológicas que ainda não amadureceram[...]. Exemplifica com as pesquisa sobre a escrita e a fala. A dificuldade essencial da escrita é o fato de ela exigir da criança reflexão e controle de seu próprio funcionamento psicológico. E estas qualidades psicológicas não estão presentes quando a criança entra

na escola, mas constituem um dos resultados do ensino da alfabetização na escola (p.362).

Na segunda revelou que:

[...] a criança sempre pode executar uma função antes de compreendê-la e controlá-la conscientemente. Ilustra isso, declarando que o professor pode explicar fielmente uma tarefa ou conceito durante seis ou sete aulas até que, de repente, a criança capta a idéia. Para ele, isso demonstra que a instrução escolar não prosseguia em paralelo com o desenvolvimento cognitivo e, portanto, tinha uma dinâmica própria (p.362).

Já em seu terceiro grupo de experimentos, estabeleceu que:

[...] (a) a base psicológica do ensino de vários assuntos (matemática e gramática) eram muito semelhantes e equivalia ao domínio da reflexão e controle pela criança de suas próprias funções, b) a instrução terá repercussões para o desenvolvimento que são muito mais amplas do que a área restrita ao assunto ensinado, c) todo o desenvolvimento cognitivo na escola elementar está interligado e constrói-se sobre as duas principais aquisições desse período: o domínio de reflexão e controle (p. 362).

A quarta série de experimentos estava relacionada com a utilidade do conceito de zona de desenvolvimento proximal.

As pesquisas (LURIA, LEONTIEV e VYGOSTSKY, 1991) demonstram que o processo de desenvolvimento não coincide com o da aprendizagem, o processo de desenvolvimento segue o da aprendizagem, representado pela área de desenvolvimento potencial (ZDP). Para eles, o desenvolvimento da criança não acompanha nunca a aprendizagem escolar, como uma sombra acompanha o objeto que a projeta. Os testes que comprovam os progressos escolares não podem, portanto, refletir o curso real do desenvolvimento da criança. Existe uma dependência recíproca, extremamente complexa e dinâmica, entre o processo de desenvolvimento e o da aprendizagem, dependência que não pode ser explicada por uma forma especulativa.

A teoria do âmbito do desenvolvimento potencial origina uma fórmula que contradiz exatamente a orientação tradicional: o único bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento.

Para compreender esse raciocínio, Veer e Valsiner (1996) utilizam um estenograma de uma palestra realizada no Instituto Bubnov, em 23 de dezembro de 1933. Na palestra citada, Vygotsky mencionou que, no passado, os pesquisadores pensavam que não se podia começar a ensinar crianças se elas não tivessem atingido um determinado nível de desenvolvimento. O problema era descobrir esses limites, limiares. Então, solicitava-se à criança que resolvesse sozinha teste. Vygotsky pensou que deveria haver também um limite superior; isto é, períodos ideais para a aprendizagem de uma capacidade intelectual, mas não concordava com a forma como os testes eram realizados.

Vygotsky (1933) propôs, então, experimentos diferenciados dos clássicos, pois:

Na investigação do desenvolvimento cognitivo da criança, é comum pensar que a única indicação do intelecto é aquilo que ela pode fazer por si própria. Apresentamos à criança uma série de testes, uma série de tarefas de dificuldade variável e, pelo modo e pelo grau de dificuldade em que a criança consegue solucionar a tarefa, julgamos o maior ou menor desenvolvimento de seu intelecto. É comum pensar que a indicação do grau de desenvolvimento do intelecto da criança é a resolução independente e não assistida da tarefa por essa criança. Se lhe fizéssemos perguntas capciosas ou se lhe demonstrássemos como solucionar a tarefa e a criança resolvesse a tarefa depois da demonstração, ou se o professor começasse a solucionar a tarefa e a criança terminasse, ou ainda se a resolvesse por pouco que fosse da resolução independente da tarefa, então essa solução já não seria mais indicativa do desenvolvimento de seu intelecto (p.41).

Vygotsky não concordava e propunha que se dessem à criança dicas e sugestões para ver até onde aquilo poderia levá-la. Dessa forma, descobriu que crianças com a mesma idade mental eram capazes de solucionar problemas até

diferentes níveis de idades mentais. Assim, usando as dicas e sugestões, algumas crianças resolveram tarefas que estavam quatro anos acima de seu desempenho independente, enquanto outras pouco aproveitaram a ajuda oferecida.

Assim, a diferença entre o desempenho independente e o assistido levou a um novo conceito:

A zona de desenvolvimento proximal da criança é a distância entre o seu desenvolvimento real, determinado com a ajuda de tarefas solucionadas de forma independente, e o nível de seu desenvolvimento potencial, determinado com a ajuda de tarefas solucionadas pela criança com a orientação de adultos e em cooperação com seus colegas mais capazes (Vygotsky, 1933,p.42).

Vygotsky (2003), na obra *Psicologia Pedagógica*, enfatiza a importância do meio social na aprendizagem e no desenvolvimento do sujeito. Para ele, “não devemos conceber o ambiente como um todo estático, elementar e estável, mas como um processo dinâmico que se desenvolve dialeticamente” (p.197).

Escreve ainda que “a atitude do ser humano com relação ao ambiente sempre deve ter o caráter de atividade e não de mera dependência” (p.197). A adaptação ao meio ambiente denota inter-relações ativas.

Vygotsky (2003) afirma, ainda, que “o comportamento humano se forma a partir das peculiaridades e condições biológicas e sociais de seu desenvolvimento. O fator biológico determina a base, o fundamento das reações herdadas, de cujos limites o organismo não pode sair e sobre as quais se constrói o sistema de reações aprendidas” (p.74). Também, o autor diz que esse novo sistema de reações é totalmente determinado pela estrutura do ambiente no qual o organismo cresce e desenvolve-se, determinando, assim, o caráter social da educação. Um outro aspecto por ele enfatizado é que o único educador capaz de formar novas

reações no organismo é a própria experiência. Na base do processo educativo deve estar a atividade pessoal do aluno, e toda a arte do educador deve se restringir a orientar e regular essa atividade pessoal do aluno.

Kozulin, in Daniels (2002), relata que o conceito de atividade desempenha um papel importante na teoria de Vygotsky. Kozulin diz que “para Vygotsky, a atividade socialmente significativa pode servir como princípio explanatório em relação à consciência humana e ser considerado como um gerador de consciência humana”(p.111)”.

A questão da atividade emerge dos estudos da consciência, pois considerava Vygotsky que o mecanismo do comportamento social e o mecanismo da consciência são o mesmo. A construção da consciência ocorre de fora para dentro por meio da relação com os outros, pois “só tenho consciência de mim mesmo na medida em que sou um outro para mim mesmo, isto é, somente na medida em que posso perceber novamente minhas próprias reações como estímulos novos” (KOZULIN, in DANIELS (2002),p.113).

Toda atividade, de acordo com Kozulin, requer intermediários como as ferramentas psicológicas e os meios de comunicação interpessoal. Para ele, Vygotsky diferenciou as funções mentais “inferiores” naturais, como percepção elementar, memória, atenção e vontade, e as funções “superiores”, isto é, o pensamento, a tomada de decisões, a linguagem, resolução de problemas ou as atividades culturais que são especificamente humanas e que aparecem gradualmente no curso de uma transformação radical das funções inferiores . O princípio construtor das funções reside fora do indivíduo – nas ferramentas psicológicas e nas relações interpessoais.

Ainda no mesmo artigo, Kozulin afirma que Vygotsky seguia Janet quando afirmava que os processos interpessoais são transformados em intrapessoais, pois as funções no desenvolvimento cultural da criança aparecem duas vezes: em um primeiro momento, no nível social, e, mais tarde, em um nível individual: tornando interpsicológico, quando ocorre em interações pessoais, e intrapsicológico, quando ocorre dentro da própria criança.

Kozulin esboça a teoria da atividade psicológica, de A. N. Leontiev (1947), em que ele sugere um desdobramento da atividade: atividade correspondente a um motivo, ação correspondente a um objetivo e operação dependente de condições. Ao entrar na atividade humana, um objeto perde sua aparente naturalidade e surge como um objeto da experiência coletiva, social.

Vygotsky (1933) considera as funções mentais superiores como um objeto de estudo, os sistemas semióticos como mediadores, e a atividade como um princípio explanatório.

Reconhece-se a complexidade do ato de construção do conhecimento, da aprendizagem e busca-se com essa pesquisa compreender aspectos relacionados à aprendizagem de adultos no ensino superior, e com os resultados trazer à luz novos elementos que possam vir a constituir-se como um novo modelo de explicação para essa aprendizagem.

Outros autores vêm questionando o processo de aprendizagem. Entre os mencionados, destaca-se Demo (2000), reconhecendo que a questão da aprendizagem enfrenta um contexto novo e extremamente fértil, no momento em que se tornou interdisciplinar, ancorando-se na biologia, na inteligência artificial, na epistemologia, na neurologia e na cognição.

Demo (2000) afirma ser o processo de aprender um processo de reconstrução, desconstrução do objeto, ou objetivação, e que a consciência não é alcançada em forma externa somente, ela não nos é dada, ela é constantemente desconstruída e reconstruída a partir de nossas emoções, sentimentos e ações.

Autores que se têm apresentado ao longo do texto, como Maturana e Varela (1995), vêm estudando a temática e afirmam que

A reflexão é o processo de conhecer como conhecemos, um ato de voltarmos sobre nós mesmos, a única oportunidade que temos de descobrir nossa cegueiras e de reconhecer que as certezas dos conhecimentos dos outros são representativamente tão nebulosas e tênues quanto os nossos (p.67).

Esses autores dizem que “o fenômeno de conhecer não pode ser equiparado à existência de objetos lá fora [...]. Todo fazer é conhecer, e todo conhecer é fazer” (p.68).

Outro autor que tem se voltado para este quadro é Morin (1986), que diz ser necessário reconhecer a complexidade do ato de conhecer, e, ao mesmo tempo, reconhecer que muitos fatores participam desse ato cognitivo.

2.6 PROCESSOS COGNITIVOS

A revolução cognitiva, para Miller (2003), na psicologia foi uma contra-revolução. A primeira revolução já havia ocorrido antes com um grupo de psicologia experimental, influenciado por Pavlov e outros fisiologistas quando redefiniram a psicologia como a ciência do comportamento. Argumentavam na

época que os eventos mentais eram não-observáveis. Com isso, eles tentavam dar à psicologia um valor objetivo e, portanto, considerado científico.

Enquanto isso, outros eventos importantes, na visão de Miller (2003), estavam ocorrendo: A teoria cibernética de Norbert Wiener estava ganhando popularidade; Marvin Minsky (1961) e John McCarthy (1956) estavam inventando a Inteligência Artificial; e Alan Newll e Herb Simon (1956) estavam usando computadores para simular processos cognitivos. Na lingüística, os textos de Chomsky (1957) começavam a redefinir as ciências da linguagem.

No início, esta atividade interdisciplinar, por envolver várias áreas do conhecimento, foi chamada de estudos cognitivos, também processamento de informação e, por outros estudiosos, de ciência cognitiva.

Algumas universidades começaram a desenvolver programas para apoiar um novo campo de estudo que passou a ser chamado de neurociência. O objetivo era construir uma ponte entre a mente e o cérebro.

Miller argumentava que seis disciplinas estavam envolvidas no início: psicologia, lingüística, neurociência, ciência da computação, antropologia e filosofia.

Essa ciência nova também teve, além da influência americana, raízes européias. As sementes desse pensamento podem ser encontradas em Descartes, argumentando que o pensar é racionalizar, e usar a razão é seguir uma seqüência de regras lógicas. George Boole (século XIX), com seus jogos, também marcou com o cálculo simbólico; Jean Piaget (século XX), com as operações mentais e a construção do pensamento matemático; Changueaux (1998), com o Darwinismo neuronal (HOUDÉ e MAZOYER, 2003).

Para esses autores, a segunda vertente europeia estava em busca das bases cerebrais do pensamento.

Vauclair e Perret (2003) enfatizavam que, enquanto o behaviorismo florescia no EUA, dois importantes estudiosos, Piaget (Suíça) e Vygotsky (Rússia), estavam abrindo os caminhos para uma visão integrada da mente humana. Vygotsky adotou uma abordagem sociohistórica para o desenvolvimento cognitivo, em que enfatizava a forma pela qual o desenvolvimento evolui através da interação social, práticas culturais e a internalização de ferramentas cognitivas.

Os autores expressam que já se tinha uma convicção de que o estudo da mente não deveria ser feito por somente uma disciplina, mas requeria a contribuição de ferramentas, conceitual e metodológica, tomadas de diferentes áreas do conhecimento.

Uma outra abordagem surge na ciência cognitiva na Europa, formatando uma perspectiva complementar que enfatizava o desenvolvimento e a cultura. De acordo com essa visão, que tinha como representantes Piaget e Vygotsky, a organização da mente humana é o produto de processos de desenvolvimento biológicos e culturais (VAUCLAIR e PERRET, 2003).

Portanto, segundo os mesmos autores, o estudo da mente humana não poderá ser atingido sem o estudo dos mecanismos que geram as habilidades cognitivas e restringem sua organização (VAUCLAIR e PERRET, 2003).

Os neurocientistas começaram a construir modelos de como as células interagem para produzir a percepção.

O problema que estavam enfrentando os neurocientistas era como um monte de tecido biológico emaranhado: pensa, lembra, responde, resolve problemas, joga, escreve, tem preconceito e muito mais coisas.

Será que existe um processador que trabalha unidade a unidade e cada parte contribuindo para o todo? Ou o processamento ocorre de forma individual, cada parte com sua função? Ou seja, a questão é: o cérebro opera como um todo harmônico (concertado) ou como partes trabalhando individualmente para gerar a mente?

Essas posições mudaram dialeticamente ao longo dos anos com os resultados das pesquisas em cada época.

Tudo começou no século XIX com a frenologia. Gall e Spurzheim (1810-1819) declararam que o cérebro estava organizado em aproximadamente 35 funções específicas, e essas funções cobriam desde a cognição básica, como linguagem, percepção, a mais ínfima atividade, como esperança, e todas teriam uma localização específica no cérebro. Se uma pessoa utilizasse uma área mais do que as outras, aumentaria a área dessa habilidade.

Flourens (1824) não pensava da mesma forma que Gall e Spurzheim. Uma grande parte dos estudiosos não acreditava na hipótese localizacionista. Flourens, pesquisando com pássaros, desenvolveu a noção de que o cérebro como um todo participava do comportamento. Ele dizia que todas as sensações, percepções e desejos ocupavam o mesmo local no cérebro. A capacidade de sentir, perceber e a vontade eram uma mesma capacidade.

As pesquisas na Europa e na Inglaterra favoreciam novamente a posição localizacionista.

Jackson (século XVIII) começou a publicar os resultados de suas observações a favor de uma organização topográfica no córtex cerebral. Nessa visão, um mapa do corpo estaria representado em uma área particular do cortical.

Ele também conclui que muitas regiões do cérebro contribuíam para um dado comportamento.

Pierre Paul Broca (1861), examinando pacientes com problemas com a fala e compreensão, descobriu que a lesão estava localizada no lobo frontal esquerdo.

Wernicke (1876) também reportou pacientes com dificuldades de expressão e localizou a lesão em uma área no hemisfério esquerdo, nos lobos temporal e parietal.

Hoje, através do exame de imagens, pode-se escanear todo o cérebro e produzir um quadro detalhado.

Fritsch e Hitzig (século XVIII) estimulavam eletricamente partes distintas do cérebro de um cachorro e observaram que a estimulação produzia movimentos característicos no cão.

Korbiniam Brodmann (1909), que analisava a organização celular do córtex, encontrou 52 regiões diferentes. Muitos outros neuroanatomistas continuaram as investigações na chamada citoarquitetura do cérebro e descobriram mais áreas.

Camilo Golgi (1906) desenvolveu uma substância que impregnava os neurônios individualmente com prata, deixando uma mancha, e isso permitia a visualização da célula.

Santiago Ramón y Cajal (1909), aplicando essa técnica, descobriu que os neurônios eram entidades discretas. Golgi pensava que o cérebro era uma massa contínua de tecido celular que dividia um citoplasma comum. Cajal foi além e

descobriu também a transmissão elétrica de informação entre os neurônios em uma única direção dos dendritos para o axônio.

Hermann Helmholtz (1920) contribuiu para o estudo do sistema nervoso com a medida da condução nervosa.

No século XX, os cientistas voltaram a se desapontar, pois, para compreender como o cérebro funciona, teriam que compreender como os neurônios funcionam, interagem, comportam-se, e há bilhões de neurônios.

Então, os estudos com algumas espécies com sistema nervoso menor em termos celulares foram iluminando esses caminhos ofuscados.

Sir Charles Sherrington (1935), estudando o comportamento dos neurônios como uma unidade, cunhou o termo sinapse para descrever a junção entre dois neurônios. Os cientistas trabalhavam com grandes extensões do tecido cerebral e defendiam a tese do processamento holístico.

Claude Bernard (1855) escrevia que era possível dissecar todas as partes do corpo e isolá-las a fim de estudá-las, mas isso não é possível de se fazer na vida, onde todos esses elementos funcionam em conjunto para a realização de um mesmo objetivo. Um órgão não vive anatomicamente, o que vive, o que existe é o todo.

Head (1903) via o cérebro como um sistema dinâmico, interconectado e mutável. Para ele, quando há alguma lesão, o comportamento resultante era devido ao sistema como um todo. Acreditava também que um cérebro lesionado era como um novo sistema, não um antigo faltando uma parte.

Karl Lashley (1923), um psicólogo experimentalista, baseado em seus estudos, considerava que lesões que ocorriam no cérebro não criavam problemas

para a aprendizagem ou realização de atividades. Mas há pontos contestáveis na afirmação dele.

Bard e outros pesquisadores (1930) começaram a encontrar mapas motores e sensoriais no cérebro.

Gazzaniga et al. (1998), referindo-se aos estudos de Kosslyn e Andersen, que analisaram o conflito entre os localizacionistas e os holistas, afirmam que o problema está na tentativa de mapear comportamento e percepção em locais específicos no córtex. Qualquer comportamento ou percepção é produzido por muitas áreas, localizados em várias partes do cérebro. A solução para o problema é reconhecer que as funções complexas, tais como percepção, memória, pensamento e movimento são realizados pela pessoa em uma região do cérebro. Então, toda atividade complexa não pode ser realizada por uma parte do cérebro somente. Nesse sentido, os globalistas estão corretos.

Esse fato abriu uma nova crise, pois não seria possível localizar as funções corticais superiores, como pensamento, memória, etc.

É muito difícil estudar os processos cognitivos, pois eles ocorrem freqüentemente de forma muito rápida, e eles estão ocorrendo dentro da mente, de forma que não podem ser vistos linearmente.

Logo, toda explicação em neuropsicologia cognitiva baseia-se na suposição de que existem inúmeros módulos ou processadores cognitivos dentro do cérebro. Esses módulos são relativamente independentes uns dos outros quanto ao funcionamento e geram as funções mentais superiores.

Para Rogoff (1993), os processos cognitivos podem variar em relação ao domínio do pensamento e à especificidade do contexto da tarefa a ser realizada.

Para tanto, a mesma autora continua, uma análise da cognição e do contexto envolve a análise das características da tarefa e do ato cognitivo se examinem à luz da meta da atividade e de seu contexto interpessoal e sociocultural.

Leontiev (1981), lembrando Vygotsky, afirma que os processos mentais dos humanos adquirem uma estrutura unida necessariamente aos meios moldados sociohistoricamente e aos métodos transmitidos pelo outros, mediante processos de trabalho cooperativo e de interação social. Assim, afirma o autor: "os processos cognitivos são adquiridos mediante a interação com os outros".

Para Leontiev (1988), as faculdades do homem não estão virtualmente contidas no cérebro. O que o cérebro contém não são aptidões específicas do humano, mas a aptidão para a formação de aptidões.

Os processos cognitivos são: atenção, motivação, percepção, representação, memória, linguagem, resolução de problemas e tomada de decisão e consciência.

2.7 Práticas Educativas, Ciências da Aprendizagem e as Contribuições da Ciência do Cérebro/Mente

No início dos anos 90, o presidente dos EUA inaugurou o que ficou conhecido como a Década do Cérebro. Muitas entidades americanas dedicaram fundos às instituições de ensino e pesquisa para financiar as investigações.

O Projeto Ciências da Aprendizagem e a Pesquisa sobre o cérebro: implicações para práticas e políticas educacionais, foi introduzido a OECD (Organização para o Comércio e o Desenvolvimento Econômico) em 1999, delineando o trabalho proposto para o futuro. O objetivo do novo projeto era estimular a colaboração entre as ciências da aprendizagem e as pesquisas sobre

o cérebro, por um lado, e os educadores e especialistas em educação, por outro (OECD, 2004).

De acordo com os relatórios dos encontros e dos seminários, passam-se a apresentar as idéias mais relevantes para as práticas educativas.

A questão fundamental nos primeiros encontros foi discutir o papel das ciências cognitivas em termos educacionais. O ponto de consenso foi descrever o mecanismo de funcionamento do cérebro e, a partir daí, tecer implicações no ramo da educação e dos currículos escolares (PRELIMINARY SYNTHESIS, 2000).

Neville (2000, p.4), refletindo sobre essas questões, buscou responder ao desafio , lembrando que:

O cérebro é o mecanismo que permite que a aprendizagem ocorra, mas ao mesmo tempo, impõe limites e restrições. Essa é a razão pela qual os currículos educacionais são mais efetivos do que outros e porque alguns são efetivos somente até certo período. Se compreendermos como esse mecanismo funciona, seremos capazes de não somente melhorar os déficits de aprendizagem, como também desenvolver programas que otimizarão a aprendizagem e o desenvolvimento das crianças [incluiria adolescentes e adultos, inclusão nossa].

As pesquisas dessa autora sobre o processamento da gramática e da semântica demonstram que esses dois processos se baseiam em sistemas neuronais diferentes dentro do cérebro. O processamento semântico, geralmente, ativa regiões laterais e posteriores do cérebro em ambos os hemisférios, enquanto o processamento gramatical exige mais as regiões frontais do cérebro e somente do hemisfério esquerdo.

De acordo com a autora, funções de alto nível como as linguagens não são processadas somente em uma região do cérebro, mas por diferentes sistemas neuronais que diferem em sua autonomia, fisiologia e localização dentro do cérebro.

A aprendizagem semântica pode ocorrer provavelmente através de toda a vida, enquanto a aprendizagem gramatical é mais limitada no tempo.

A autora levanta algumas conclusões de seu laboratório de pesquisa:

- O cérebro é feito de diferentes sistemas neuronais, cada um localizado em diferentes regiões. Eles colaboram ao mesmo tempo para produzir as habilidades cognitivas superiores, tais como linguagem, raciocínio matemático, lógico, atenção, memória, motivação;

- A maturação (maturidade) e o desenvolvimento de algumas dessas habilidades durante a infância e pré-adolescência podem ou não ocorrer concorrentemente, dependendo se há estímulo através de experiências educacionais durante o período;

- Há períodos em que regiões do cérebro responsáveis são modificadas pelas experiências; esses períodos são chamados de “períodos sensíveis”.

Greenough (2000) lembra a idéia de que processos de aprendizagem dependam de um período sensível, tais como a aprendizagem da gramática, correspondem a períodos de expectativa de experiência, no sentido de que, para a aprendizagem ocorrer, são necessárias experiências relevantes. Costuma-se chamar esse fato de aproveitar a “janela favorável” ou período sensível.

O processo de aprendizagem que não depende desse período sensível, tal como a aprendizagem semântica, é chamado de dependente da experiência. Esse tipo ocorre durante toda a vida.

Greenough (2000) afirma que “uma característica fundamental dos cérebros dos mamíferos é que eles são organizados através de um processo de interação inteligente entre o organismo e o meio ambiente”.

Ainda o autor refere que a lei de Hebb (1945), lei de aprendizagem associativa, descreve como a aprendizagem no cérebro ocorre através de mudanças nas conexões entre os neurônios. Hebb, em suas pesquisas, encontrou resultados que asseguravam que o número de neurônios não muda, mas somente o número de conexões entre eles, “ a experiência altera o diagrama de ligações entre neurônios e o cérebro”.

Greenough e seus colaboradores (2000) demonstraram que a aprendizagem provoca o que ele chamou de:

uma série de respostas orquestradas, envolvendo componentes do tecido neuronal e não-neuronal dentro do cérebro. E isso aumenta o número de sinapses por neurônio e é acompanhado também pela mudança de vasos sanguíneos (responsáveis pela transferência de nutrientes de sangue para os neurônios) e no número de células chamadas astrócitos (que têm papel no apoio metabólico dos neurônios e no crescimento de novas sinapses (p.8).

No que se refere aos humanos, uma importante consequência de aprender em um ambiente rico ou complexo é que, quando se aprende, as regiões diretamente implicadas na aprendizagem mudam fisicamente. Isso não é devido somente à formação de novas sinapses entre neurônios, mas também ao crescimento correspondente de tecido necessário para logisticamente sustentar as novas sinapses. Esse é um aspecto do fenômeno da plasticidade do cérebro. Isto é, a capacidade do cérebro de modificar-se fisicamente através da experiência. A idéia principal é que a estrutura do cérebro não é predeterminada e pode estar relacionada às aprendizagens ao longo da vida. Em outras palavras, educação e aprendizagem têm o potencial para interagir permanentemente e mudar a arquitetura do cérebro.

Gopnik (2000) afirma que “um dos elementos mais importantes que as crianças têm que aprender é um tipo de psicologia do dia-a-dia sobre o como as

pessoas a sua volta pensam e sentem, o que eles sabem e como eles entendem o mundo (p.8)”.

Do ponto de vista cognitivo, para essa autora, as crianças já têm “modelos gerativos preditivos altamente abstratos de como são as pessoas - uma teoria” (p.7). Esse conhecimento não é estático. Durante o curso da infância, pré-adolescência, o conhecimento está sendo revisado, alterado e modificado em muitas combinações. Essas revisões parecem acontecer em resposta às experiências que a criança obtém do mundo à sua volta. Esse processo pode ser descrito como revisão de sua teoria inicial. É um processo de formação, construção de teorias e de mudanças de paradigmas.

Para essa autora, “as crianças nascem com essas representações abstratas do mundo, as quais já são como teorias, que as capacitam para fazer predições e interpretações e que com o tempo essas leituras são alteradas, revisadas a luz de uma nova informação” (p.9).

A pesquisa da autora começa a demonstrar que conhecimento inato e habilidades existem na criança. De fato, uma quantidade incrível de aprendizagem ocorre durante os primeiros anos de educação formal. Gopnik (2000) explica que

o desafio nos próximos anos de pesquisa no desenvolvimento cognitivo é para compreender como são os mecanismos da aprendizagem em crianças. A pesquisa deve nos permitir compreender precisamente como a experiência contribui para o desenvolvimento(p.10).

Ela afirma que a educação infantil poderia e deveria prestar mais atenção nas áreas de desenvolvimento das crianças de sua capacidade natural (expertise). Pois, no passado, muitos educadores pensavam explicitamente, baseados em Piaget, por exemplo, que as crianças não poderiam compreender psicologia ou biologia em idade precoce, pois não estariam prontas para aprender.

Sugere a autora que devemos observar alguns princípios de transição entre a educação infantil e as séries iniciais:

- Primeiro, a escola deve ser construída sobre o conhecimento que as crianças obtiveram em ambientes anteriores. A escola na área das ciências poderia ensinar a partir das concepções que as crianças têm dos fatos;

- Segundo, as escolas poderiam trabalhar mais a exploração de processos espontâneos que parece ser muito importante na aprendizagem. Deveríamos oportunizar às crianças e aos jovens a chance de serem cientistas e não de falarem sobre as ciências.

McCandliss (2000) explica que as crianças chegam à escola já possuindo muitas habilidades: reconhecimento visual de objetos, conversão de som em representações lingüísticas, conhecimento de sintaxe, compreensão da frase, estrutura de histórias, etc. Entretanto, impressiona no mundo o número de crianças que não têm sucesso na aprendizagem de ler e acabam marginalizadas na sociedade. Essa inabilidade para ler é muito difícil de superar, e muita energia e tempo são gastos tentando ajudá-las.

Muitas vezes, os educadores, pela mídia, recebem informações sobre esses processos, afirmando que não ocorre algo na mente dessas crianças quando tentam aprender, algo que os impossibilita de ler, que é um problema natural, levando os educadores a um sentimento de impotência.

Beck e McCandliss (2000), por pesquisas, asseveram que essas crianças podem aprender a ler. A pesquisa demonstra que o déficit que essas crianças têm é que elas não poderiam generalizar a partir de sua experiência. Elas não podem transferir o que tenham aprendido sobre a leitura de palavras para novas palavras

(decodificação alfabética). Isso requer que, ao olhar para as letras de uma palavra escrita, deveriam converter letras para sons a fim de corretamente pronunciá-las.

A aprendizagem da matemática também tem sido uma preocupação dos educadores no mundo inteiro. Dr. Dehaene (2000) introduziu um simples modelo do cérebro – Modelo de Codificação Tripla. A idéia básica é que, quando manipulamos com número, realizamos uma das seguintes três ações: *manipulação visual, decodificação lingüística e representação da quantidade*. E cada um desses processos envolve uma região diferente do cérebro ou subsistemas: subsistema visual – ambos os lados do cérebro; subsistema verbal: região distribuída no lado esquerdo do hemisfério; subsistema da quantidade, situado em ambos os lados da diagonal do ouvido.

Assim, dependendo do processo aritmético, a informação vai de uma região à outra.

Uma outra colocação é que os aprendizes têm que aprender a conectar representação de quantidade com símbolos verbais e visuais. Essa conexão é demorada para ser estabelecida e é difícil porque envolve transformações simbólicas que vêm com a experiência educacional e cultural.

Outra questão muito repetida pelos pesquisadores durante os anos de funcionamento do projeto é a questão emocional na aprendizagem e o como a neurociência e os educadores poderiam enfrentar essa questão.

Para David Servan-Schreiber (2000), o cérebro emocional é um grupo de estruturas neurológicas profundamente escondidas dentro do cérebro com responsabilidade de processar e gerar emoções, localizado no sistema límbico.

Um ponto fundamental no que se refere à educação e à emoção é que o estudante pode, por sua capacidade emocional, avaliar uma dada situação.

Nosso cérebro emocional, para Servan-Schreiber, nos faz mais do que meros “computadores processando informação”, porque ele nos permite lidar com essa informação e levar em conta o valor desta, permitindo-nos ter “sentimentos e um senso de prazer ou beleza” (p.19).

Na sua relação com o córtex, o cérebro emocional também contribui para o “julgamento social” e para o sucesso de nossas ações. O sucesso pode ser definido com um conjunto de critérios independentes, mas significativos, tais como a habilidade de definir e engajar-se em uma carreira pró-ativa e compensadora, satisfação de vida, estabelecimento de relações significativas de amizade e intimidade, ausência de trauma de vida provocado pelo próprio ser. Esse processo é o que o autor “chamou de maturidade de tornar-se feliz” (p.20).

O cérebro emocional tem conexões não somente com as partes cognitivas, mas também com a imagem mental ou visualização.

Kosslyn (1995), citado por Servan-Schreiber, afirma que “as imagens mentais têm o mesmo efeito no corpo do que as imagens reais” (p.20).

Kosslyn (1990) afirma que certas áreas do cérebro são ativadas durante a percepção visual e a imaginação. Portanto, as pessoas podem alterar seu estado emocional formando imagens específicas que afetam as funções do corpo, incluindo sistemas endócrinos imunes.

Dr. Kosslyn (1990) menciona algumas aplicações da imaginação para a área da educação:

- como apoio para memória - objetos são lembrados melhor do que palavras; assim, visualizar os objetos quando nomeados faz com que as palavras sejam mais bem memorizadas;

- como regulador de hormônio – é sabido que o nível de hormônio ou estimulação pode afetar as habilidades cognitivas;

- imaginação como psicoterapia – técnicas podem ser usadas para superar ansiedades dos alunos.

Concluindo, o Dr. Kosslyn enfatiza a eficácia da imaginação – formação de imagens mentais – na modulação ou mudança de um estado emocional, dependendo da habilidade de formar e usar imagens.

Le Doux (1998) afirma que “o estresse e o medo na sala de aula podem causar danos para a capacidade de aprender, reduzindo a habilidade de prestar atenção nas tarefas em função do aumento das demandas do corpo no processar o medo” (p.212).

A amígdala tem papel importante no processamento da emoção do medo. E também é capaz de aprender coisas sobre o medo externo. Em outras palavras, há uma parte do cérebro (a amígdala) que pode apreender sobre associações emocionais independentemente do córtex, que está sob responsabilidade do processamento cognitivo.

Emoção e cognição ocorrem dentro do cérebro, ao mesmo tempo, mas separadamente. Elas colaboram para determinar o comportamento mais desenvolvido do indivíduo, mas pode haver aspectos autônomos no processamento emocional e de aprendizagem que demandam do corpo atenção específica.

O processamento emocional é abrangente, rápido, automático, não filtrado pela atenção e correspondendo ao que pode ser descrito como impulsivo.

De fato, isso demonstra que há temperamento ou personalidade cuja natureza e evolução escapam às instruções cognitivas normais. Na verdade, como educadores reportaram, quando colocadas em face de um novo contexto educacional, as crianças respondem de maneira diferente: algumas têm medo, outras demonstram frustração, enquanto outras ainda mostram-se positivas. Pesquisas com a amígdala e os aspectos impulsivos do processamento emocional estimulam a compreender que a complexidade de alcançar competência emocional relaciona o estabelecimento da comunicação entre as partes emocional e a cognitiva de nosso cérebro, e que alguns aspectos do temperamento não se colocam facilmente no controle de nossa cognição (SERVAN-SHREIBER,2000).

Posner (1998), citado no relatório por Servan-Schreiber, diz que “não devemos esquecer que as crianças também têm capacidade de sufocar seu comportamento impulsivo” e esperar pela gratificação mais tarde, ou seja, a possibilidade de ter o controle de si.

Há boas razões para pensar que se têm métodos para ganhar compreensão do desenvolvimento de aspectos importantes do controle de si com as crianças.

Assim, segundo esses pesquisadores, uma abordagem da neurociência à aprendizagem ainda não foi desenvolvida. O maior benefício da ciência do cérebro é prover um quadro objetivo e seguro para que os educadores possam ter confiança.

Pereira (2001) assevera que as atividades bioquímicas do cérebro têm estreitas ligações com os processos cognitivos, baseado nas pesquisas de Kandel et al. (1997).

De acordo com Pereira (2001), Greengard estudou por mais de 20 anos a comunicação entre as células nervosas por meio de sinais bioquímicos, mostrando que o neurotransmissor chamado dopamina desempenha um papel central nos distúrbios cognitivos presentes na esquizofrenia, Parkinson e Alzheimer.

Kandel (1997) realizou trabalhos de grande importância teórica para o entendimento dos mecanismos moleculares subjacentes aos processos de aprendizagem e memória e descobriu que a conversão da memória de curto prazo em memória de longo prazo requer a ativação de genes, conduzindo a uma linha de pesquisa na qual se observou que animais geneticamente modificados apresentam capacidade de aprendizagem diferenciada.

O aprender, por exemplo, depende do aumento da eficácia da transmissão sináptica entre neurônios encarregados da análise do som verbal e aqueles de controle e resposta motores.

A memória e a aprendizagem dependem, portanto, do relacionamento entre neurônios, o qual é governado por moléculas.

Todo processamento cerebral tem uma base bioquímica. A atividade elétrica da membrana depende do aporte metabólico para essa membrana, que por sua vez é controlado por vários sistemas enzimáticos, ativados pelos próprios íons envolvidos na gênese do potencial elétrico da membrana. A transmissão de informação entre os neurônios depende de uma troca molecular intensa entre esses neurônios. Assim, a chegada do pulso elétrico na terminação nervosa do

neurônio pré-sináptico acarreta a entrada do cálcio, que controla a liberação de moléculas denominadas transmissores, estocadas em vesículas nessa terminação. O transmissor é liberado pela célula pré-sináptica para agir na membrana da célula pós-sináptica.

O acoplamento químico entre o transmissor e receptores específicos, para esse transmissor, localizado na membrana da célula pós-sináptica, exerce uma das duas funções: 1) abrir um canal iônico, permitindo que a atividade elétrica da célula pré-sináptica influencie a atividade elétrica na célula pós-sináptica, ou 2) ativar uma cadeia de reações enzimáticas chamada de via de transdução de sinal, ou simplesmente UTS.

Por isso, o ensino mais eficiente deveria respeitar a funcionalidade cerebral da criança quer normal, quer portadora de deficiências ou distúrbios de aprendizagem, para que ela possa desenvolver melhor toda sua capacidade cognitiva.

O cérebro trabalha com um processamento distribuído de informação, possuindo regiões especializadas para diferentes modalidades sensoriais. É dado que a aprendizagem e memória estão relacionadas com padrões de conexões neurais. Pode-se inferir que os processos de aprendizagem mobilizam diferentes modalidades, induzindo à atividade cerebral distribuída e coerente, tendo maior possibilidade de formação de traços de memória robustos e suscetíveis de utilização na vida prática, maior possibilidade de gerar aprendizagem que uma simples aula expositiva.

O cérebro não está disponível para absorver qualquer informação que lhe seja apresentada; ao contrário, ele se estrutura em termos de padrões de

atividade eletroquímica que definem núcleos de interesse para os quais é dirigido o foco de atenção. Para motivar alguém a aprender, é preciso atingir esses núcleos de interesse (apresentando desafios às crenças previamente existentes nos alunos). Caso a informação apresentada passe ao largo dos temas para os quais o cérebro foi previamente mobilizado, as chances de aprendizagem tornam-se bastante reduzidas (PEREIRA, 2001).

Bruer (1997) reafirmou no Segundo Fórum de Nível Superior - Ciências da Aprendizagem e Pesquisa Cerebral (2001), a esperança e expectativa da OECD de que as novas descobertas sobre o cérebro gerariam insights poderosos em ambas as aprendizagens: de crianças e adolescentes, embora pedisse certo cuidado em relação aos resultados e sua aplicabilidade. Ele diz que os especialistas em educação e educadores superestimam o que as ciências do cérebro podem falar sobre a aprendizagem e educação até hoje. Então, nossa crença é que unindo a prática educacional e as ciências do cérebro poderá surgir um programa de pesquisa desafiador e interessante, mas é necessário ser cuidadoso e não basear as políticas educacionais em supersimplificações ou compreensões populares do que sabemos sobre o cérebro.

No seu livro, *O Mito dos primeiros 3 anos* (1998), Bruer faz colocações importantes. Em primeiro lugar, devido à falta de familiaridade com a ciência do cérebro, muitas das descobertas que são atualmente discutidas por educadores e círculos educacionais não são novas. Muitas vezes, os achados científicos são aplicados pelos pesquisadores e pelos especialistas em políticas e programas educacionais de forma simplificada e, por isso, interpretados de forma errônea. Esses problemas de interpretação incorreta não ocorrem somente com esses

especialistas. Ele cita Dr. Chugani, neurocientista, que manifestou durante o congresso haver importantes relações entre o número de conexões neuronais no tecido do cérebro e a facilidade de aprendizagem durante a vida. Isso leva os responsáveis por programas educacionais a solicitar aos professores que executem certas práticas educacionais duvidosas.

A crença popular sobre as sinapses está baseada em uma noção simples: mais é melhor. Mais sinapses devem significar mais aprendizagem potencial. Menos sinapses devem significar menor potencial de aprendizagem. O autor demonstrou que quando traçamos o desenvolvimento de medidas de aprendizagem – objetivo – aprendizagem, esta pode estar associada com o período em que o número de sinapses está sofrendo o processo de poda, e não, multiplicação.

O Dr. Bruer coloca-se contrário à noção de períodos críticos em aprendizagem. A noção de períodos críticos em aprendizagem pode ser criticada não somente na base do crescimento ou poda de sinapses, mas também à luz de recentes achados sobre a plasticidade do cérebro. Ele aponta que estamos começando a aprender sobre a plasticidade do cérebro e a aprendizagem ao longo da vida, seria mais produtivo focar mais em COMO ensinar conteúdo e habilidades para os aprendizes do que QUANDO fazê-lo.

Dr. Fuentes et al. (2001), explorando os problemas das teorias das conexões neuronais da mente e as funções cognitivas, diz que essa ligação envolve a coordenação de pelo menos quatro fontes de informação: psicologia cognitiva, imagem funcional do cérebro durante a aprendizagem, os resultados

dos estudos sobre as tarefas de aprendizagem, associadas com áreas do cérebro lesionadas e o estudo das atividades da célula.

Embora as técnicas de neuroimagens tenham trazidos ganhos para a compreensão das operações superiores, deve-se reconhecer que nenhuma das técnicas provê uma completa compreensão dos substratos neuronais subjacente à cognição.

Fuentes (2001) demonstrou que a consciência depende da articulação de três diferentes operações envolvidas na mudança da atenção: *desconectar*, *movimentar e prender atenção*, desempenhadas pelo lobo parietal posterior, o colículo superior e núcleo pulvinar do tálamo, respectivamente.

Quando uma pessoa aprende sobre o ambiente sem intenção de fazê-lo e aprende sobre ele, de maneira que o conhecimento resultante seja difícil de expressar, esse processo é com freqüência referido como aprendizagem “implícita”. Nessa aprendizagem a atenção intencional é necessária para codificar o conhecimento e sua retenção é mais consciente, sendo chamada de aprendizagem “explícita”.

Dr. Tudela (2001), no Congresso Mundial sobre o Cérebro e Aprendizagem, em 2001, relacionou aprendizagem implícita/explícita a características da adolescência e cognição precoce, mostrando que os resultados dos estudos indicam circuitos neurais diferentes sustentando a aprendizagem implícita (dorsal) e em relação à explícita (ventral). O autor listou características da aprendizagem implícita (indutiva, inconsciente e abstrata) e relacionou a estratégias educacionais, recomendando que o educador deve estar consciente de que:

- a exposição regular de tarefas eficientemente planejadas em um rico ambiente de aprendizagem pode apoiar a aprendizagem indutiva;

- instrução teórica explícita pode dar suporte e guiar, mas não substituir o papel das práticas, particularmente no que se refere à aprendizagem de conteúdo procedimental;

- em alguns casos, conhecimento explícito pode interferir com conhecimento adquirido explícito;

- aprendizagem implícita pode ser um fator importante para explicar a destreza. Peritos com frequência dependem da exposição de muitas horas sobre casos particulares para aprender grupos de regras. Apoiando essa noção, está a descoberta de que especialistas são com frequência incapazes explicitamente de descrever sua forma de decidir/resolver problemas;

- novas pesquisas relacionam intuição social e aprendizagem implícita.

Kosslyn (1990) discutiu o papel da simulação mental no pensamento. Em particular, ele descreveu “O princípio da Simulação do Real”, sustentando que as Imagens Mentais têm o mesmo efeito na mente e no corpo que a correspondente situação real. Esse princípio tem duas aplicações no contexto educacional: 1) no ensino do raciocínio, e 2) recurso de memória.

Baseado nos estudos e no escaneamento de imagens do cérebro, Dr. Kosslyn reportou que aproximadamente dois terços das mesmas áreas usadas na visão são também usadas na imagem visual mental.

Na imagem mental, as pessoas usam o sistema de ver e rever, usando informações gravadas na memória, e ativam partes do cérebro que recebem estímulo dos olhos.

O autor desenvolve o sistema visual, usando uma supersimplificação: em que o sistema teria um caminho - *QUE* – (vai ao longo do lobo temporal) e um *ONDE* (que se estende da parte posterior para o topo do lobo parietal).

Ele distinguiu quatro tipos de imagem mental: descritiva e espacial – distinção entre o que e o onde; categórica específica. Interseccionando esses eixos, têm-se quatro células pela combinação do espacial versus categóricos e específicos. Portanto, há formas diferentes de imagem mental. Logo, a informação deve ser apresentada de uma maneira que possa tirar vantagens do estilo cognitivo do indivíduo. Um tamanho não serve para todos.

No mesmo encontro, o Dr. Alonso (2001) também sugere que muitos resultados de pesquisas chegam ao nível da sala de aula, de forma simplificada. Por exemplo, professores e pais ouvem sobre o processamento de cérebro esquerdo x cérebro direito. Esse nível de análise é muito grosseiro e oferece pouca instrução e orientação.

As pesquisas de Dehane (2001/2002) demonstraram que o cérebro requer diferentes regiões para realizar as diferentes tarefas em matemática. O comportamento e as imagens cerebrais sugerem que o processamento da aritmética exata usa o lobo frontal esquerdo, e, para estimativas, o lobo parietal esquerdo e direito. Cálculos complexos não automáticos usam o córtex pré-frontal e o cíngulo anterior.

Dr. Tudela (2001) afirma que os cérebros de pré-adolescentes e adolescentes são obras em desenvolvimento, e ele levanta questões sobre o tempo apropriado e formas apropriadas de ensinar, levando em consideração o contexto e maturação.

Mc Candliss (citado anteriormente) enfatiza que também diferentes mecanismos do cérebro entram em jogo (giro temporal esquerdo do córtex auditivo primário). A informação visual também participa aparentemente, a formação visual da palavra codifica alguns formadores de informação abstrata além das letras, e pode estar envolvida na organização de letras em palavras particulares.

McCandliss (2001) apresenta evidências de uma defasagem entre o olho e o cérebro que dura menos de 250 milissegundos, usando ERP (metodologia), na qual a cabeça está rodeada de sensores elétricos e há modelos de atividade elétrica a 250 estímulos por segundo.

Descobriu-se que, durante os primeiros 100 min, o cérebro não tem idéia se está olhando para uma palavra em sua língua materna ou uma consoante; depois disso, perto de 150 min a forma visual da palavra começa a se diferenciar entre consoantes, letras, que podem formar palavras reais.

Esses efeitos variam com as idades. Adultos mostram uma grande capacidade para reconhecer e distinguir palavras conhecidas de novas.

Ball (2001), o relator do Fórum, teceu comentários em três linhas: a importância do fórum, a emergência de uma nova ciência da aprendizagem e as implicações para o futuro.

Para o relator, cientistas do cérebro podem em seu trabalho ser capazes de dar “insights”, procedimentos que possibilitem aos jovens fazer o que se está fazendo agora, colocar um par de óculos de forma que se possam ver vocês todos. Podem-se oferecer óculos de aprendizagem como resultados dessas discussões. Alguns educadores (e eu sou um deles), com pesar, comentam: “não

pode ser uma farsa”. As funções da educação não são somente desenvolver habilidades, socializar, mas também tradicionalmente classificar (por habilidade e atitude). Ajudar as pessoas a tornarem-se mais habilidosas, às vezes, ou, com frequência, a função classificatória invade nosso caminho: dever-se-ia voltar a pôr “os óculos” e o debate da farsa.

As escolas não levam em consideração o fato de que o cérebro do adolescente é meramente uma obra em construção.

As implicações para políticas educacionais e práticas educativas é enorme. Então, a afirmativa de Claxton (2001), no relatório de Ball: “A aprendizagem é passível de ser aprendida”, é um grande desafio à forma como praticamos e pensamos a educação e os sistemas que criamos para ajudar as pessoas a aprender. É importante a emergência de novas ciências. Atualmente fala-se na nova ciência da aprendizagem. Novas ciências aparecem aproveitando duas ou mais disciplinas, ganhando espaços, e transformam em ciências por si. Está-se ainda discutindo quais disciplinas são parte das ciências da aprendizagem e tenta-se encapsulá-las.

Claxton (2001) pensa que necessitamos a participação de várias ciências para compreender o fenômeno da aprendizagem. Imagina como círculos interconectados – neurociências, ciências da cognição, psicologia social, educação, especialistas em educação e educação para a saúde. Fazendo interagir esses círculos, não em uma única direção, mas talvez em uma rotatória, a tarefa dessa nova ciência da aprendizagem, no século XXI, será prever e criar aplicações para o benefício da humanidade. Ele lança um desafio para essa nossa nova ciência da aprendizagem para mover-se da comunicação para a

cooperação. O segundo desafio é criar para o público em geral, assim como para nós, um melhor modelo da complexidade do cérebro e da aprendizagem e apresentá-lo de forma acessível. Precisa-se, segundo o mesmo relator, mover-se de um sistema de aprendizagens conduzido pelo currículo em direção a um sistema de aprendizagem guiado pela pedagogia. O mesmo autor (2001, p. 19 do relatório) cita Rod Cocking e sua sugestão:

Como aprendiz, eu sei que o “como” da minha aprendizagem governa o “que” da minha aprendizagem. Se eu aprender de uma maneira que me satisfaça, eu aprendo tudo, até mesmo se eu não quiser aprender, imaginem se você quiser que eu aprenda também. O “como” governa o “que”. A pedagogia é mais importante que o currículo. A chave para o “ensino e a aprendizagem” é como nós sentimos.

Há falta de pesquisas que liguem os achados em neurociência associada aos achados sobre como o ser humano: crianças, adolescentes e adultas aprendem, e como ensiná-los.

É preciso criar mecanismos para educar os especialistas, pais, professores e outros sobre a pesquisa sobre o cérebro relacionado à educação. É possível buscar evidências de que a efetividade da aprendizagem ou estratégias de ensino terão bases demonstráveis nas ciências do cérebro e da própria aprendizagem.

Progressos na ciência da aprendizagem e ensino necessitarão do desenvolvimento de novas e poderosas medidas de aprendizagem não somente para avançar na educação, mas também testar a eficácia da instrução baseada no desenvolvimento do cérebro.

Há um crescente desenvolvimento da ciência do cérebro e do conhecimento do aprendizado humano. Não se entende suficientemente bem como as crianças e adultos aprendem.

As pesquisas em neurociência podem com o tempo oferecer uma base mais sólida para o conhecimento do aprendizado e a prática do ensino (p.3). Há também o impacto das novas tecnologias do aprendizado e (naturalmente) o avanço da neurociência cognitiva. Pesquisas (OECD, 2002) demonstram que um em cada seis jovens (e adultos) relata que “odiava a escola”. Uma proporção não muito diferente fracassou em se alfabetizar, e outros grupos abandonavam por excesso de faltas.

Todos que experimentaram os benefícios de uma boa educação não duvidam de seu valor. A aprendizagem é uma fonte de saúde, riqueza e felicidade.

Tradicionalmente, um currículo consiste de três elementos – Conhecimentos, Habilidades e Atitudes – CHA. E os currículos educacionais mais tradicionais tendem a valorizar o conhecimento acima das habilidades, e das habilidades em relação às atitudes. No entanto, a experiência de vida sugere uma ordem diferente: AHC. Atitudes positivas (responsabilidade, esperança, segurança e confiança) são a chave para uma vida prazerosa ou um trabalho recompensador. Habilidades (como comunicação, trabalho em equipe, organização e solução de problemas) são também essenciais. O conhecimento construído pode ser recuperado. O desafio é criar uma sociedade do aprendizado (não do conhecimento) para o século XXI, e isso requer um currículo AHC.

O mercado do aprendizado já foi deflagrado. Nas décadas vindouras podemos esperar o início do descobrimento de complexidades do cérebro e entender pelo menos a natureza da memória e o que acontece quando o aprendizado ocorre.

Como as pessoas aprendem: O que acontece ao cérebro quando não adquirimos conhecimento (nomes, datas, fórmulas), habilidades (leitura, escrita, desenho) ou atitudes (autoconfiança, responsabilidade e otimismo)? Essas são as perguntas que estão iluminando as novas ciências da aprendizagem.

As conferências realizadas pela OECD tinham como objetivo esclarecer essas perguntas em três níveis: aprendizado infantil, aprendizado do jovem e aprendizado do adulto e idoso.

No relatório Geral apresentado em 2002, pode-se compreender e traçar algumas alternativas para responder às questões levantadas durante as três conferências: Primeiro Fórum de Alto Nível, 16-17 de junho de 2000- Sackler Institute, Nova York, Estados Unidos: Os Mecanismos do Cérebro e a aprendizagem das crianças; Segundo Fórum de Alto Nível, 1-3 de fevereiro de 2001, Universidade de Granada, Espanha: Os mecanismos do cérebro e a aprendizagens dos jovens; Terceiro Fórum de Alto Nível, 26-27 de abril de 2001, Instituto de Ciências do Cérebro - Riken, Tóquio, Japão: Os mecanismos do cérebro e a aprendizagem dos idosos.

O cérebro nunca pára de mudar, mas estruturalmente ele se completa no que se refere ao tamanho mais ou menos da idade de 5 anos, com rede de neurotransmissores se desenvolvendo até 20 anos. Mas o refinamento axonal nunca termina.

A educação foi, às vezes, pensada como uma indústria escolarizada, na educação formal. Esse foco levou o educador a pensar o aprender em um sentido mais abrangente. Isso significou aprender na infância ou através da vida a acumular conhecimentos. Dentro da educação, "aprendizagem" sempre se

relacionou com o desenvolvimento do conhecimento, o desenvolvimento de habilidades e, às vezes, atitudes e capacidades que nós identificamos como importante.

Vivemos em uma sociedade que será incrivelmente mais velha e que será vista como uma explosão de conhecimentos. Assim, educadores precisaram pensar sobre como eles poderiam fazer para preparar as pessoas para viver nesse mundo novo.

A maioria dos críticos concorda que os responsáveis pelas políticas educacionais não encontraram aplicação para as pesquisas sobre o cérebro em educação; e, por outro lado, os pesquisadores do cérebro não encontraram aplicações práticas nas ciências da aprendizagem, talvez pelo pouco contato que há entre os educadores e os neurocientistas.

Há otimismo e ceticismo. Precisamos de cautela para não ir aos extremos.

Entretanto, o relatório continua avaliando os aspectos importantes que nos auxiliariam a responder as questões levantadas acima.

Della Chiesa (2003) expressa que suas pesquisas mostram ser necessário estar motivado para poder superar certas limitações e escreve: “se você está motivado o suficiente, você conseguirá”. Há áreas em que a emoção e aprendizagem se envolvem: neocórtex e o sistema límbico, armazenamento de memória relacionada a emoções, ambientes de aprendizagem ricos (incluindo aí, nutrição e boas condições de sono), contexto social.

Rimmle (2003) afirma que eventos são lembrados muito bem se esse fato for referente a um despertar emotivo. Explica a importância da amígdala – fundamental para as emoções e o hipocampo – central para a aprendizagem de

fatos. Suas pesquisas demonstraram que em uma situação emocional o sistema da amígdala é responsável pela memória emocional, enquanto o hipocampo é responsável pela memória consciente de situação emocional.

Bengtsson (2003) afirma que o objetivo do ensino tem sido primordialmente transmitir valores e conhecimento em uma forma específica.

A maior influência na educação em todos os séculos vem da teologia e da filosofia Zen. No mundo oriental, Confúcio pregava sobre a liberdade e moral; no Ocidente, Sócrates surge com sua visão de gestar o pensamento; Protágoras afirma que a educação deve transmitir valores, cultura e conhecimento. Platão entra em cena com a questão do amor, mas em forma muito abstrata, e nada se aproxima a emoções. Então, a Igreja começa a dominar a sociedade, e na Idade Média Filosófica não haveria lugar para as emoções, pois a Igreja dominou o sistema educacional. A disciplina de filosofia não foi libertada da Teologia antes do Século 18. No século 19, a nova disciplina da psicologia nas universidades trouxe um novo pensamento ao debate em educação através dos pioneiros nesse campo Dewey, Montessori. No início do século 20, surge o nascimento das ciências naturais. A partir daí, com o desenvolvimento industrial, a educação passou a ser avaliada pelo mesmo modelo da indústria, e a criação da educação serviu para a exploração do trabalho. Nas indústrias e no comércio havia pouco espaço para as emoções.

Hoje, o sistema educacional é parcialmente dirigido por duas forças fundamentais: avaliação da indústria e coesão social, um tema que emergiu somente nos últimos 5 a 10 anos. Depois surgem a Administração e a Economia.

Parece existir hoje algum sinal de diálogo aberto entre emoção e aprendizagem.

Servan – Schreiber (2003) afirmam haver aspectos físicos que influenciam diretamente a habilidade de prestar atenção e aprender. Há sólidos dados disponíveis e ele enfatiza que isso não deveria ser ignorado. É óbvio que não se pode processar informação como é requerida na escola se não tiver uma mão na interação entre estímulo emocional e a função cerebral. Lembra que há três grupos de influência que se conhecem e que afetam diretamente a capacidade de desempenho do cérebro para atuar, aprender e prestar atenção. O primeiro deles se refere às influências físicas do cérebro, o fato de o cérebro ser parte do corpo, e que o que se faz ao corpo diretamente afeta a habilidade de prestar atenção e aprendizagem. Sabe-se que 20 por cento do cérebro são feitos de ácidos gordurosos essenciais que o corpo é incapaz de fabricar (portanto, esse deve vir do que se come). Em nossos sistemas escolares, controla-se de certa forma o que as crianças comem, então se deve provê-las com elementos que auxiliem a composição do cérebro; caso contrário, não há chances de o cérebro ser capaz de realizar suas atividades apropriadamente.

O mesmo autor afirmou que se pode ensinar às crianças controle direto sobre sua fisiologia, o qual, por sua vez, controla diretamente suas emoções e as provê com contextos emocionais melhorados para o cérebro aumentar sua capacidade de aprendizagem. Em segundo lugar, ele faz referências a importantes influências sociais no cérebro, interação social, que tem impacto direto na habilidade de trabalhar. Em terceiro lugar, há influências emocionais pelas quais a escola não está diretamente responsável. Entretanto, temos que

aprender a lidar com os conflitos. Pais, professores e colegas precisam ser treinados para estar consciente dos problemas emocionais que as crianças enfrentam hoje em dia e como enfrentá-los, de forma que não reflita nos resultados escolares das crianças.

O autor diz que não há desculpa para que o sistema educacional não leve em consideração esses fatores físicos e sociais que determinam o contexto emocional de aprendizagem a fazer algo.

Richardson (2003) afirma que a nutrição é fundamental para a construção do cérebro. Há 39 elementos vitais que devem ser ingeridos, uma vez que não são fabricados pelo corpo e precisam vir de nossa dieta.

Watkins (2003) escreve que, se o objetivo é melhorar o desempenho nas escolas, é simplesmente insuficiente focar somente no comportamento. Este é com frequência difícil de mudar. A fim de alcançar uma mudança sustentável, avaliável no comportamento e desempenho, é necessário ir além das idéias de mudança comportamental e até mesmo ir além de intervenções que atinjam cognição e sentimentos. É necessário o trabalho diretamente com emoções e seus constituintes subjacentes – a fisiologia do indivíduo.

Há uma clara conexão entre as habilidades cognitivas e atividades físicas. Então, parece importante aplicar uma abordagem física para aprendizagem e mudar a rotina física e alimentar das crianças. O mundo de hoje tem fatores ambientais (altas taxas de divórcio, terrorismo, violência, influência da mídia) que podem causar danos na estabilidade emocional. Devem-se criar ambientes contextuais positivos para a aprendizagem.

Bruer (1999), tratando das conexões neurais, diz que “algumas você usa, outras você as perde”, e faz algumas críticas à relação neurociência e educação. Em sua opinião, há mais de 20 anos, neurocientistas descobriram que humanos e outros animais experimentam um aumento rápido na conectividade do cérebro – uma explosão exuberante de formação de sinapses – no início do desenvolvimento. Eles estudaram esse processo mais cuidadosamente na camada mais externa do cérebro – ou córtex – que é essencialmente nossa matéria cinza. Esses estudos neurocientistas demonstraram que ao longo de nossa vida o número de sinapses por área de volume do tecido cortical muda, assim como o número de sinapses por neurônio.

Kandel, Scharz, Jessell (2000) afirmam que o comportamento depende da formação de apropriadas interconexões entre os neurônios no cérebro. Goldman-Rakic (citado por Bruer, (1999) escreve que a arquitetura sináptica do córtex cerebral define os limites da capacidade intelectual, e a formação de sinapses apropriadas é o passo fundamental no estabelecimento desses limites funcionais).

Por meio de suas conexões sinápticas, as células do cérebro formam o circuito neural que de alguma forma apóiam nossas habilidades: sensorio, motor, cognitivo e que, finalmente, regulam todo o nosso comportamento.

Os neurônios não começam a vida em estado maduro. Eles levam tempo para se desenvolver. Neurônios começam a se formar bem cedo no desenvolvimento fetal. Todos os nossos neurônios derivam de uma única camada fina de tecido em uma estrutura embrional chamada tubo neural. Nos humanos, os primeiros neurônios que se tornam parte da substância cinza do córtex cerebral começam a aparecer aproximadamente aos 42 dias depois da concepção.

Durante os 120 dias seguintes, e por volta de 120 dias antes do nascimento, ocorre o complemento total das formas de neurônios corticais. A visão neurocientífica recebida tem sido que nós, humanos, juntamente com nossos primos primatas, adquirimos todos os nossos neurônios corticais durante dois terços da gestação.

Assim que os neurônios corticais se formam e o cérebro fetal cresce, os neurônios migram de onde eles foram primeiro formados para sua posição final no córtex. Durante essa migração, neurônios começam a desenvolver axônios e dendritos, as estruturas que finalmente permitiram formar sinapses e construir circuitos neurais.

O processo pelo qual axônios alcançam seus alvos dendríticos não é arbitrário, ao acaso. O cérebro tem que formar contatos corretos e circuitos entre axônios e dendritos. Às vezes, os axônios precisam atravessar relativamente longas distâncias para alcançar seu alvo. Mecanismos genéticos guiam essa migração neural em massa.

Pesquisas, como as de Rakic e Huttenlocher(1999), mostram que há um padrão de três estágios na densidade sináptica durante a vida dos sujeitos nas espécies estudadas, macacos rhesus e humanos. A densidade sináptica segue um U-invertido durante nossas vidas. Ao nascer, tem-se aproximadamente a mesma densidade sináptica no córtex que se tem quando adultos. Há uma rápida formação de sinapses, seguido ao momento do nascimento, levando a um platô cuja densidade excede à do adulto. A eliminação de sinapses iniciada na puberdade reduz a densidade nos níveis de adulto. É útil manter a imagem de U-invertido na mente quando se começa a considerar como neurocientistas e os

defensores dos mitos interpretam o que esse padrão pode significar para o comportamento, a inteligência e a aprendizagem.

O U-invertido deveria nos convencer de que todas as sinapses a mais não necessariamente significam mais potencial cerebral. Densidade sináptica segue o padrão U-invertido, mas capacidades intelectuais e habilidades para aprender, não. Ao nascer, e na puberdade e adolescência, as densidades sinápticas são aproximadamente as mesmas. Entretanto, de qualquer forma, os adultos são mais competentes, têm comportamento mais flexível e mostram capacidades para aprender conteúdos, soluções de problemas, o que não se vê em crianças. Além do mais, a perda sináptica do adulto e do adolescente não resulta em queda da capacidade cerebral.

Embora os pais possam expressar dificuldades com adolescentes em casa, o problema que os pais enfrentam não é que os jovens se tornem rapidamente menos inteligentes quando saem da escola fundamental e iniciem o ensino médio. Eles estão emocional e temperamentalmente difíceis, pois nesse período inicia a eliminação massiva de neurônios, e os adolescentes estão iniciando um estágio durante o qual eles têm habilidades de aprender e dominar conhecimentos complexos e abstratos. Baseado no comportamento observado, e em medidas de inteligência, pode-se afirmar que nossa habilidade para aprender não tem clara conexão entre densidade sináptica e capacidade do cérebro (BRUER, 1999).

Com a aceleração do período de poda na segunda década de vida, aquelas sinapses que foram reforçadas pela virtude da repetição de experiências tendem a tornar-se permanentes; já as sinapses que não foram usadas em frequência suficiente nos primeiros anos tendem a ser eliminadas. Dessa forma, experiências

– positiva ou negativa – que jovens têm nos primeiros anos de vida influenciam em como seus cérebros estarão ligados quando adultos.

O comportamento depende da formação de interconexões apropriadas entre neurônios e o cérebro.

Melhorar nossa capacidade cerebral envolve um longo período de desenvolvimento e maturidade durante o qual a estimulação do meio ambiente e a experiência interessam muito.

Com o desenvolvimento tecnológico de imagens, a neurociência, professores e educadores pensam em utilizá-las na educação. Devido a essas expectativas de aplicabilidade, muitos querem saber aplicar seus resultados. Em consequência da necessidade de melhorar o desempenho escolar, o interesse pela educação baseada nos conhecimentos sobre o cérebro, fez surgir, com a divulgação das pesquisas, mitos e interpretação errôneos. A imprensa também ajudou, pois professores tentavam pôr em prática o que leram (OECD, 2002).

Caine e Caine (1994) apresentam algumas conclusões de seus estudos como princípios de aprendizagem baseados no cérebro.

- 1) o cérebro é um sistema adaptativo complexo. Talvez o traço mais importante do cérebro é a sua capacidade de funcionar em muitos níveis e em muitas maneiras simultaneamente. Pensamentos, emoções, imaginação, predisposições e fisiologia operam ao mesmo tempo e interativamente, enquanto todo o sistema interage com trocas de informação com o meio ambiente. Além do mais, há propriedades emergentes do cérebro como um todo que não podem ser reconhecidas nem compreendidas quando as partes sozinhas são exploradas. A

educação precisa acompanhar essa natureza complexa, multifacetada, do aprender humano.

- 2) o cérebro é social – começamos a nos construir cedo em nosso mundo através de interações interpessoais. Vygotsky trouxe a idéia de construção social do nosso conhecimento através de nossa consciência, por essa interação dinâmica com os outros que a terapia funciona. Ao longo de nossa vida, nosso cérebro/mente muda em resposta ao seu envolvimento com outros – assim é que os indivíduos precisam sempre ser vistos como parte integrante de sistemas sociais mais amplos. De fato, parte de nossa identidade depende de estabelecer comunidades e encontrar formas de pertencer. A aprendizagem é profundamente influenciada pela natureza social das relações com outras pessoas e com elas mesmas.

- 3) A busca por sentido é inata . Em geral a busca pelo sentido refere-se a dar significado a nossas experiências, enquanto as formas que experimentamos muda com o tempo. A busca pelo sentido vai desde a necessidade de comer até segurança, através do desenvolvimento do senso de identidade para uma exploração de nosso potencial e busca de transcendência.

- 4) A busca do sentido ocorre por meio de padrões, nos quais se incluem esquemas, mapas e categorias – inatos ou construídos. O cérebro/mente é cientista e artista, ao mesmo tempo, esforçando-se para distinguir e compreender padrões quando ocorrerem, dando expressão a padrões únicos e criativos. A educação efetiva precisa dar aos aprendizes a oportunidade de formular seu próprio padrão de compreensão.

- 5) Emoções são fundamentais para a categorização. O que se aprende é influenciado e organizado pelas emoções e pelo ponto de vista de cada um, envolvendo expectativas, desafios e preconceitos, auto-estima e a necessidade de interação social. Emoções e pensamento literalmente nos acoplam e não podem ser separados. Emoções dão cor aos sentidos. O impacto emocional de qualquer aprendizagem ou experiência de vida pode continuar a vibrar por muito tempo após o evento que a desencadeou. Assim, um clima emocional apropriado é indispensável na educação.

- 6) Todo cérebro simultaneamente percebe e cria partes e todos . Embora existam questões que envolvam o cérebro direito/ cérebro esquerdo, essa distinção não é de todo correta. Em uma pessoa saudável, ambos os hemisférios interagem em cada atividade, desde arte até computação. O cérebro reduz atividade em algumas partes e percebe holisticamente o todo ao mesmo tempo. Uma boa educação deve ter isso em conta.

- 7) Aprendizagem envolve atenção focalizada e percepção periférica. O cérebro absorve informação que está fora de seu foco imediato de atenção. Sinais periféricos são extremamente potentes. Até mesmo sinais inconscientes que revelam nossas atitudes interiores e crenças têm poderosos impactos nos alunos. Educadores devem ter atenção a todas as facetas do ambiente educacional.

- 8) A aprendizagem sempre encobre processos conscientes e inconscientes. Um aspecto da consciência é a compreensão. Muito de nossa aprendizagem é não-consciente, em que a experiência e o input sensorial são processados abaixo do nível de percepção. Isso significa que muito do entendimento pode NÃO ocorrer durante a aula, mas pode ocorrer em semanas

ou meses depois. Isso significa também que educadores precisam organizar o que eles fazem, de forma a facilitar esse processo implícito subsequente de processamento de experiências dos alunos. Na prática, isso implica projetar contextos apropriados, a incorporação de reflexão e atividades metacognitivas e formas de ajudar os aprendentes criativamente e elaborar as idéias, habilidades e experiências. Ensinar amplamente torna-se uma questão de ajudar os alunos a tornar visível o invisível.

- 9) Tem-se pelo menos duas formas de organizar a memória. Encontram-se muitos modelos de memória; uma que oferece excelente plataforma para os educadores é a distinção feita por O'Keef e Nadel entre taxonômica e local. Eles sugerem que se tem um conjunto de sistemas para recuperar informação relativamente não relacionada (taxonômicos). Esses sistemas são motivados por premiação ou punição. Os autores também sugerem a memória espacial autobiográfica.

- 10) A aprendizagem é desenvolvimento, e este ocorre de várias maneiras. O cérebro, em parte, é plástico. Isso significa que muitas das suas ligações são moduladas pelas experiências entre as pessoas. Há partes predeterminadas de desenvolvimento na infância, incluindo períodos sensíveis e aprendizagem. Também, de muitas formas, não há limites para o crescimento das capacidades humanas de aprender mais. Neurônios continuam a ser capazes de fazer novas conexões ao longo da vida.

- 11) A aprendizagem complexa é estimulada pelo desafio e inibida pela ameaça. O cérebro/mente aprende de forma eficaz quando ele faz o máximo de conexões - quando apropriadamente desafiado em um ambiente que encoraja os

alunos a correr o risco. Entretanto, o cérebro/mente prova uma mudança brusca sob ameaça persistente. Torna-se menos flexível e reverte em atitudes primitivas. É por isso que se precisa criar e manter uma atmosfera de alerta, tranquilo, envolvendo baixa ameaça e alto desafio. Um certo grau de estresse e ansiedade é inevitável e é de se esperar em aprendizagem real, pois a aprendizagem real envolve mudança que leva à re-organização do eu. Tal aprendizagem pode ser intrinsecamente estressante, independente de habilidade e apoio oferecido pelo professor.

- 12) Todo cérebro é único em sua organização. Nós todos temos o mesmo conjunto de sistemas e ainda somos todos diferentes. Algumas das diferenças são consequência de nossa herança genética. Outras são consequências de experiências diferentes, em diferentes ambientes. As diferenças expressam-se em estilos diferentes de aprendizagem, talentos diferentes e inteligências. Um corolário importante é compreender que aprendizes são diferentes e precisam escolha, enquanto se garanta que estarão expostos a uma multiplicidade de estímulos.

A aprendizagem compatível com o cérebro é uma teoria da aprendizagem que cresceu a partir do campo da neurociência. Está baseada na mais atual compreensão do cérebro e como as pessoas aprendem. Um fato interessante é que os cientistas aprenderam mais sobre o cérebro nos últimos 5 anos do que eles aprenderam no 100 anos anteriores.

Algumas idéias vêm sendo divulgadas e discutidas a partir dessas pesquisas, tais como:

- O cérebro não é rígido ao nascimento, mas plástico, significando que ele tem a capacidade de mudar sua estrutura química em resposta ao ambiente;

- o ambiente e a genética são igualmente importantes. O ambiente afeta como os genes (trabalham) funcionam e os genes determinam como o meio ambiente é interpretado;

- o cérebro busca conexões. Há períodos críticos de desenvolvimento aos quais o cérebro está “conectado” para aprender uma habilidade particular.

Os Caine (2004) discutem o significado da aprendizagem verdadeira. Eles afirmam que há três elementos fundamentais para aprendizagem. Conhecimento superficial, informação e procedimentos. O Significado profundo inclui “pistas, objetivos, valores, crenças”. Quando o significado profundo encontra um caminho para se conectar com o conhecimento superficial, então, significado, sentido ocorre. É o momento do “Ah! Compreendi” - na aprendizagem verdadeira.

Recomendam um ambiente de aprendizagem que inclui três fatores-chave: **experiências complexas em imersão, baixa ameaça/ alto desafio, processamento ativo**. Experiências complexas incluem a abrangência de emoções e níveis de pensamento que melhoram o processo de aprendizagem cerebral. Ambientes que apresentam alto nível de desafios e ausência de ameaças promovem o desejo do cérebro de fazer sentido e padrões, fazer conexões. Processamento ativo refere-se à metacognição, ou como você sabe o que você sabe. Isso significa prover tempo para reflexão, verbalização e maior reflexão.

Em sua obra (1994) Caine e Caine identificaram as três condições como:

- Alerta confortável: estado mental de baixa ameaça e alto nível de desafio;

- Imersão Orquestrada: experiências complexas, autênticas e múltiplas;
- Processamento Ativo: processamento de experiências significativas.

Kotulak (1996), em sua obra *Aprendendo a usar o cérebro*, diz que não há muito tempo o cérebro era considerado não mutável. Na maioria das partes, as pessoas não se preocupavam com o desenvolvimento do cérebro da criança até que ele/ela saísse da escola. Nos últimos 10 anos, cientistas têm-se ocupado em descobrir como o cérebro é construído, como ele se lesiona, como pode ser melhorado.

No centro desse novo conhecimento, segundo o autor, está o fator plasticidade - termo que os cientistas usam para descrever a estranha habilidade do cérebro para mudar sua estrutura e função em resposta a experiências do ambiente externo. Eles recentemente descobriram elementos químicos protetores dentro do cérebro que são fundamentais para o desenvolvimento e manutenção das células do cérebro.

O mundo fora modela a arquitetura do cérebro. Os estímulos do mundo vêm através de nosso sentido – visão – audição – olfação – tato – gustação – ensinando o cérebro a percebê-los.

A plasticidade do cérebro é a habilidade de fisicamente re-encontrar-se, tornar-se mais capaz de fazer estimulação mental.

No mesmo artigo, entende-se que a alimentação do cérebro é também educação. Assim como a comida que comemos nos dá ao nosso sistema imune a força para lutar pela vida contra genes infecciosos, a educação nos protege contra má escolhas. De fato, a educação atua como vacina que dispara nossos poderes mentais, tornando-nos mais resistentes a doenças e envelhecimento prematuros.

A educação oferece essa fonte de vida, pois quanto mais tempo as pessoas estudam, vivem mais. A educação atua biologicamente em duas pontas:

- Biologicamente – fazendo significativamente mais conexões entre as células do cérebro que acompanham a aprendizagem. A memória como resultado aumenta.

- Comportamentalmente – promovendo valores positivos e atitudes sobre a saúde, alta auto-estima, habilidade efetiva.

Jensen (1998), em seu livro *Ensinando com o cérebro em mente*, afirma ter visto, sentido e ouvido pela primeira vez a diferença que faz a aprendizagem compatível com o cérebro. Estudantes de todos os níveis, idades, com todas as histórias de fracassos imagináveis e atitudes desencorajadoras durante a vida podem e têm sido bem sucedidos com essa abordagem. Enquanto a aprendizagem compatível com o cérebro não é uma panacéia, ela oferece um guia importante no momento em que nos dirigimos para o século XXI. Programas que são compatíveis com a maneira como os humanos naturalmente aprendem superarão o teste do tempo. Os princípios da aprendizagem compatível com o cérebro florescerão quando muitos outros programas (da moda) já estarão apagados da memória.

Jensen (1998), na obra *“Como Julie aprende”*, escreve que a história humana neural está fundada em uma dinâmica interação entre a natureza e o cuidado chamado emergentismo. Em cada estágio do desenvolvimento, genes diferentes são afetados pelo meio ambiente e são expressos de forma única. Experiência anterior, caráter, o ambiente, colegas e experiência de vida também influenciam nosso modo de aprender.

A exposição constante ameaça ou provoca traumas com frequência e altera o comportamento do cérebro, criando níveis extremos de serotonina e noradrenalina. A falta de atividades enriquecedoras pode influenciar o desenvolvimento do cérebro.

Quando uma pessoa é ameaçada, o hipotálamo e as glândulas liberam adrenalina, cortisol e vasossupressores.

Atividades físicas repetidas, como alongamento, jogos, natação ou caminhadas libera epinefrina e dopamina.

O processo de aprendizagem é complexo. Primeiro, muito do que se aprende chega indiretamente. Segundo, o estado fisiológico pelo qual se aprende é o mediador de quanto se aprende. Um estudante esperançoso e um desencorajado aprendem de formas diferentes.

Quando professores insistem em manter a atenção dos alunos, eles esquecem o fato de que muito da aprendizagem ocorre de forma indireta, tal como diálogo com os colegas, estímulos do ambiente. Gerando demandas atencionais excessivas, professores podem criar alunos ressabiados.

Os professores devem usar a atenção para introduções, idéias-chave, direções, palestras, revisões, histórias e fechamentos. O resto do tempo (processamento, codificação e descanso neural) deve ser tempo do aluno usado para o seu processamento, projetos, discussões, debates, trabalho em grupo, trabalho em duplas, auto-avaliação, trabalhos escritos, retorno, planejamento, pesquisa, mapeamento, entrevistas, revisões e memorizações.

Uma outra estratégia para estimular a aquisição é estimular/ explorar o conhecimento prévio. Professores podem oferecer conteúdo vagorosamente,

aumentando a quantidade aos poucos. Isso constrói conexões, de forma que quando estiver na hora de explorar o tópico em profundidade, cada aluno tem a base necessária.

A administração do estado da mente é um outro fator para a aquisição do conhecimento. Estudos da aprendizagem incluem curiosidade, antecipação e desafio. Cada estudo é definido por uma única química cerebral que inclui neurotransmissores como dopamina, serotonina e hormônios com adrenalina. Os melhores professores lidam com o sucesso nesses estados ótimos de aprendizagem. Melhor ainda, eles auxiliam seus alunos a lidar com esses estados de forma adequada.

Aprendizagem mais profunda exige a formação de redes neurais múltiplas em muitas camadas neurais complexas. Neurônios individuais não são expostos. O retorno (feedback) correto, com o tempo, ajuda os neurônios a aprender primeiro e estimular juntos, e assim conectá-los em uma rede. Para tanto, os professores precisam orquestrar circunstâncias que permitam mais possibilidades de aprendizagem, por exemplo: pesquisas, debates, solução de problemas e atividades em grupo, projetos que têm que construir oportunidades.

A elaboração é a caracterização, separação, análise, teste, momento de aprofundar o aprendizado de uma forma que dê aos alunos retorno genuíno de como estão aprendendo. Assegura não somente que os alunos “se apropriaram” de informação como oferecem tempo suficiente para qualquer professor notar o retorno de cada aluno. Os professores precisam ter certeza de que os alunos recebem retorno de várias formas: colegas, discussões, grupos, testes, trabalhos em grupos, duplas, produções individuais escritas, orais, material de estudo.

Quando tudo isso é utilizado coletivamente, os alunos podem obter retorno suficiente a cada 30 minutos ou menos, todo dia. Eles aprendem melhor e desenvolvem motivação intrínseca. Os cérebros dos alunos desenvolvem padrões melhores de pensamento porque eles têm modelos melhores e mais seguros de aprendizagem.

Apreender a informação pode criar traços de memória, mas isso pode não ser forte o necessário para ativar quando testada. A retenção da memória nova (recente) depende de muitos fatores: descanso, intensidade emocional, contexto, nutrição e quantidade de associações, acoplamentos e caminhos aprendidos. Mas, a menos que o professor conheça isso, ele insistirá no velho modelo que sustenta ser a memória um banco de dados que os alunos só precisam guardar.

Descanso é um poderoso recurso para a memória, porque, durante o nosso tempo de sono, processa-se aprendizagem do dia anterior. Descarta-se informação e fortalece-se o resto. Quando impossibilitado de dormir o sono REM (Rapid Eye Movement), pode-se ainda aprender com memória restrita, mas são aprendizagens menos duradouras.

Emoções intensas durante ou depois da aprendizagem é uma forma confiável de produzir codificações para a memória de longo prazo. Emoções excitam o sistema químico do cérebro, e a liberação de adrenalina atua como um fixador de memória, fechando memória de eventos excitantes e traumáticos.

Aumentar o número de associações é uma boa forma de aumentar a recuperação de informação, pois toda recuperação é associativa.

Quanto mais as escolas conectam o ensino à maneira como o cérebro aprende, mais elas atingirão os alunos, trazendo sua forma natural de aprendizagem.

Jensen (1998) escreve que os humanos nascem e precisam mais de ajuda do que os outros mamíferos. A criança não pode cuidar de si muito bem e ela pode adaptar o crescimento do cérebro de acordo com o mundo que encontra. Essa adaptação neural pode vir da exposição ao mundo.

Hoje, o consenso nos fala de que a hereditariedade nos dá 30-60 % de nossas conexões do cérebro, sendo que 40 a 70% é o impacto do meio.

Como educadores, pode-se influenciar com estímulos os alunos. Para Jensen, um bom começo pode ser a remoção de situações de ameaças do ambiente de aprendizagem. Eliminam-se os aspectos negativos: embaraço, apontar o dedo, forçar as crianças a permanecer na escola, humilhação, sarcasmo, falta de recursos. Não há evidências de que ameaças são efetivas para atingir objetivos pedagógicos. Uma vez que as ameaças forem eliminadas, pode-se trabalhar no processo de enriquecimento do ambiente educacional.

O cérebro pode desenvolver novas conexões com a estimulação ambiental. Quando se enriquece o ambiente, obtêm-se cérebros com córtex mais espesso, mais arborizações dendríticas, maior crescimento de espinhas e mais corpo celular. As células de cérebro se comunicam melhor.

É o processo de fazer conexões que interessa. Sugere-se uma possível causa para a melhoria da capacidade de aprendizagem que muitos relatam – o aumento da estimulação neurológica. Pessoas mais inteligentes têm provavelmente um grande número de redes de neurônio. Essas mudanças vão ao

encontro, favoravelmente, daqueles obtidos com experiências complexas, especificamente com aprendizagem e memória. Essa visão sugere que o meio ambiente afeta as conexões do cérebro, assim como experiências reais.

O aumento dendrítico era fácil de encontrar, mas a evidência de plasticidade sináptica é relativamente recente. Sabe-se como o cérebro se modifica estruturalmente e é dependente do tipo e da frequência do uso (HEALY, 1990; GREEN, GREENOUGH, e SCHULUMP, 1983, citado por JENSEN, 1994).

O crescimento sináptico varia, dependendo do tipo de atividade que é dada. Para novas aprendizagens motoras, novas sinapses são geradas no córtex cerebral. Dos exercícios (aprendizagem motora repetida), o cérebro desenvolve grande densidade de vasos sanguíneos na camada molecular (BLACK et al., 1990 in Jensen (1994)). Alguns pesquisadores acharam que uma área no meio do cérebro envolvida com o processamento de atenção – colículo superior – cresce 5 a 6 % mais em um ambiente rico (FUCHS, MONTEMAYOR E GREENOUGH, 1990, in GREENOUGH, 2000). Usando a tecnologia de FMRI (Ressonância Magnética Funcional), os pesquisadores descobriram que nosso cérebro tem áreas que são somente estimuladas por letras, não, palavras ou símbolos. Isso sugere que novas experiências (como leitura) podem ser conectadas no cérebro mutável. Em outras palavras, quando você varia o tipo de ambiente, varia a maneira como o cérebro se desenvolve. Por isso, O Diretor do Instituto de Saúde Mental diz que “há um entendimento crescente de que o ambiente afeta você”.

O ingrediente fundamental é o desafio na aprendizagem com nova informação ou experiências. É importante aprender por experiências e por feedback interativo.

Mudar as estratégias pedagógicas, para Jensen é importante: computadores, grupos, atividades de campo, atividade de simulação (atuar), jogos, apresentação de alunos, jornal, projetos, etc.

Quando os alunos se sentem valorizados e queridos, o cérebro libera neurotransmissores do prazer: endorfinas e dopaminas. Isso nos ajuda a gostar do trabalho. Quando os alunos falam com os outros alunos, eles alcançam retornos específicos de suas idéias e comportamento.

Então, a leitura, estimulação motora, simulação motora, pensar sobre problemas, atividades de criação e sala de aula e escola participante são atividades compatíveis com o desenvolvimento do cérebro.

Sem exposição a novas palavras, uma criança nunca desenvolverá as células no córtex auditivo para discriminar sons. É muito interessante que os pais e professores leiam para as crianças, e as escolas exponham as crianças a uma extensa e desafiadora atividade de aprendizado vocabular e inclusive de diferentes línguas, juntamente com a escrita.

Palmer (citado por Jensen) explora o enriquecimento por estimulação motora e afirma ter efeitos consideráveis. Os efeitos não se encerram nas escolas elementares, há um valor tremendo na escola secundária e para o resto da vida.

Colocar problemas desafiantes para os alunos solucionarem também é uma forma de enriquecimento, pois eles criam novas conexões dendríticas. O cérebro está pronto para lidar com problemas simples, concretos, com a idade de 1 a 2 anos. Mas a variedade mais complicada geralmente precisa esperar. Há um aumento de ramificações dendríticas no hemisfério direito entre 4 – 7 anos e no esquerdo entre 9-12. Ambos os lados estão totalmente desenvolvidos, em geral,

prontos para complexas abstrações pela idade de 11-13 anos. Nesse período, a maior parte entre o hemisfério esquerdo e o direito, o corpo caloso, está totalmente maduro. Nesse ponto, ele carrega quatro bilhões de mensagens por segundo, através de 200-300 milhões de fibras nervosas, e está pronto para desafios extras. Alguma maturação do cérebro continua até a metade do 2º ano.

As crianças precisam de problemas desafiantes e complexos. Mas a solução de problemas não está limitada a uma área do cérebro, pois você pode resolver um problema no papel, com um modelo, com uma analogia ou metáfora, discutindo com estatísticos, através de atividades artesanais ou durante uma demonstração. Como resultado, há muitos caminhos neuronais que é preciso desenvolver no cérebro das crianças. Isso significa (GARDNER, 1993) que é importante expor os alunos a uma variedade de abordagens para a solução de problemas. Quando os alunos se sentem mais capazes de resolver problemas, seus pensamentos mudam a química do corpo. Albert Barden (in Jensen) afirma que quando o sentimento de competência aumenta, os sujeitos liberam menos catacolinas, a resposta natural do corpo ao estresse.

O surpreendente continua o autor, é que não interessa ao cérebro se chegam à resposta, o crescimento neuronal ocorre devido ao processo, não à solução. Alguns alunos simplesmente escolhem problemas cada vez mais difíceis. Isso pode estimular a liberar noradrenalina e também a criar crescimento dendrítico.

Na mesma obra, Jensen faz menção a um pesquisador que afirma que o mais novo e mais difícil videogame é a melhor atividade neuronal.

Todo tipo de quebra-cabeças, jogos de palavras, problemas hipotéticos, problemas do mundo real são bons para o exercício de cérebro.

Estudos ainda sugerem que as Artes também produzem a camada base para o desenvolvimento acadêmico e o sucesso na carreira. Uma forte estrutura artística constrói criatividade, concentração, capacidade de solução de problemas, experiência, coordenação, atenção e disciplina própria.

Os estudos em artes tiveram uma tremenda explosão com as descobertas da neurociência. O velho paradigma estabelecia que o cérebro esquerdo era para a racionalidade; e o direito, para as atividades menos concentradas. A maioria das atividades realizadas por nós envolve os dois hemisférios. Muitos pesquisadores têm demonstrado a relevância do uso da arte para ensinar o pensamento racional, construir a expressividade emotiva, e memória.

Bruer (1999), em seu artigo Em busca da Educação compatível com o cérebro, escreve que (quase) sobrevivemos à Década do Cérebro. Durante os anos 90, agências do governo, fundações e grupos engajados na área faziam o maior esforço para trazer ao público conhecimento sobre os avanços na pesquisa sobre o cérebro. As ciências do cérebro tornaram-se material para capas de revista, jornais e programas de televisão. Com isso, também educadores mostraram-se interessados em aplicar esses avanços na Educação. Essa linha de ação e pensamento tornou-se conhecida como educação compatível ao desenvolvimento do cérebro. Esses educadores condenavam “o modelo educacional fábrica”, em que os especialistas criam conhecimentos, professores disseminam e os alunos são avaliados em quanto eles conseguem absorver e reter o conhecimento transferido.

Nessa nova visão, o professor deve ensinar para o significado e para a compreensão. Ele deve criar ambientes de aprendizagem e experiências de imersão complexas. Não há nenhuma novidade nessa crítica ao modelo tradicional, pois está baseado em um modelo cognitivo e construtivista que tem raízes há mais de 30 anos na pesquisa psicológica. Qualquer evidência sobre a incapacidade do modelo atual não vem das pesquisas sobre o cérebro.

Os professores devem saber sobre a memória, filtros, conhecimento prévio, habilidades de aprendizagem. Mas isso não significa aprendizagem baseada no cérebro. Para ele, os neurocientistas estavam interessados em como o cérebro desenvolve e funciona, e não como se ensina e se aprende. Somente nos últimos 15 anos é que essas barreiras caíram. Agora cientistas chamados neurocientistas cognitivistas estão começando a estudar o aspecto neural para saber se essa estrutura dá suporte às funções mentais e capacita a pessoa a aprender. Essa é uma tarefa estimulante e científica, mas é muito jovem. Por isso, sabe-se relativamente pouco sobre a aprendizagem, pensamento, memória e níveis de áreas cerebrais, circuitos neurais ou sinapses. Sabe-se pouco sobre como o cérebro pensa, lembra e aprende.

Le Doux (1998) assevera que “essas idéias sobre o cérebro são fáceis de vender ao público, e também fácil de levá-las para além da sua base científica (p.23)”.

E essas idéias são abrangentes, dentro da literatura do cérebro e educação. Por exemplo, as ciências do cérebro sustentam a taxonomia de Bloom, o ensino efetivo, a linguagem total, a teoria social da aprendizagem de Vygotsky, aprendizagem cooperativa.

Na área das pesquisas sobre o cérebro, duas questões têm polarizado o debate: o significado educacional da lateralidade (cérebro esquerdo X cérebro direito) e a existência de um período sensível para aprendizagem.

A primeira questão é uma das idéias mais populares que a tradição não esquece. As pesquisas nos últimos 15 anos têm demonstrado que ambos os hemisférios estão envolvidos na aprendizagem. As pesquisas citadas anteriormente comprovam que qualquer atividade complexa envolve ambos os hemisférios. Por exemplo, a leitura não é simplesmente a tarefa do hemisfério esquerdo, como sugere a teoria popular. Reconhecer os sons, decodificar palavras escritas, encontrar o significado das palavras, construir a idéia central do texto, fazer inferências enquanto se lê, utiliza-se em todas as subestruturas dos dois hemisférios.

Caine and Caine (1994) são críticos sobre a dicotomia tradicional do cérebro e enfatizam que o cérebro não se presta para explicações simplificadas. As pesquisas realizadas: raciocínio espacial, imagem mental, habilidade com números e leitura demonstram que ambos os hemisférios estão envolvidos em todas as atividades superiores. Entretanto, eles acreditam que o cérebro esquerdo processa partes; e o direito, o todo.

Para os Caine (1994), fazem-se conexões melhores quando nova informação é encaixada em eventos de vida significativos e em situações socialmente interativas. Portanto, a teoria de Vygotsky – teoria social da aprendizagem é altamente compatível com o desenvolvimento do cérebro.

Bruer considera que a manutenção da idéia de um hemisfério processar um tipo de informação e o outro algum outro determinado tipo pode gerar problemas,

pois, como se podem separar as atividades entre os hemisférios, e isso colocaria em aberto a teoria social da aprendizagem.

A segunda questão é a da existência de um período crítico ou sensível no desenvolvimento do cérebro, que duraria até a criança completar 10 anos. Nesse período, a criança aprende mais rápido e mais facilmente com mais significado.

Souza (1999), em seu artigo, explica que, com o crescimento da criança, o cérebro seletivamente reforça e poda conexões baseadas na experiência. Embora esse processo continue através de nossa vida, parece ser mais pronunciado entre as idades de 2 a 11 anos; assim, novas áreas emergem e tornam-se menos freqüentes. As janelas de oportunidade representam períodos críticos quando o cérebro necessita de certos tipos de inputs para criar ou consolidar redes neuronais, especialmente para aquisição de linguagem, controle emocional, aprendizagem de instrumentos musicais. Certamente, pode-se aprender nova informação e habilidades em qualquer idade. Mas o que a criança aprende durante esse período influenciará o que será aprendido depois, quando a janela se fecha.

Muitos pesquisadores, citados em Souza, ainda são céticos quanto à relação entre as ciências do cérebro e a da educação. Entretanto, há alguns elementos pesquisados que podem ser utilizados na educação, tais como:

- algumas habilidades são adquiridas mais facilmente durante os períodos sensíveis – janelas de oportunidades;
- o cérebro tem uma capacidade incrível de se adaptar e se re-organizar;
- o cérebro aprende mais facilmente e mais rápido durante o período de educação formal, escolar;

- os professores, compreendendo esses fatos, podem estruturar o currículo, de forma a obter vantagem e proporcionar melhor aprendizagem aos seus alunos.

Rima Shore (1996) observa que “pela idade de 3 anos, o cérebro das crianças é duas vezes e meia mais ativo do que o cérebro dos adultos e ele se mantém dessa forma durante toda a primeira década de sua vida”. Esse fato sugere que crianças muito pequenas, e quando estão na fase de engatinhar, são biologicamente preparadas para a aprendizagem, e também que esses períodos oferecem uma condição única para a aprendizagem.

Pesquisas, entretanto, garantem que há suporte para aceitar que a maturação do cérebro humano continua até pelo menos a segunda década de vida (CHUGANI, PHELP, MAZZIOTA, 1987).

Darling-Hammond, in Bruer (2001), afirma que nosso sistema escolar precisa mudar para refletir o que agora se sabe sobre o ensino, aprendizagem, mente e cérebro. O que se quer é que a educação seja uma atividade baseada em pesquisas.

Souza, no artigo já citado, explica que se vive em meio a uma revolução do conhecimento sobre o cérebro humano. Ensinar não é mais só uma forma de arte, mas também uma ciência.

Embora haja todo um discurso reformista nos ambientes educacionais, o ensino e as escolas quase nada mudaram. Aulas expositivas continuam a ser o método fundamental de instrução nos ensinos fundamental, médio e nas faculdades. O retroprojeto é ainda a tecnologia mais avançada disponível. Os alunos vêem pouca novidade e relevância no que estão aprendendo, eles têm dificuldade de permanecer em aula, pois o ambiente não é desafiador.

Toda aprendizagem é baseada no cérebro. Através do processo de educação, está-se tentando literalmente mudar o cérebro. Professores podem tornar-se mais efetivos com algum conhecimento de como o cérebro sente, processa, armazena e retém informação. Aprender requer atenção, e atenção é mediada por partes específicas do cérebro.

Núria (2004), no Fórum Cérebro Social, realizado em Barcelona, apresenta elementos teóricos que buscam definir aprendizagem. Para ela, definir aprendizagem é uma tarefa difícil, em construção constante. Do ponto de vista bioquímico, a aprendizagem é o que acontece quando algumas moléculas são modificadas. Em um nível mais global, pode ser descrito também como o aumento na associação entre dois eventos. O termo associação tem sido ligado tradicionalmente ao conceito de aprendizagem. De fato, em 1949, um dos pioneiros da neurociência, Donald Hebb, postulou uma regra computacional conhecida como “Regra de Hebb”, que assevera: a aprendizagem implica atividade coincidente pré e pós-sináptica. Embora muitas das idéias de Hebb não estivessem certas, pesquisa recente em neurobiologia mostrou que essa coincidência de atividades causava mudança sináptica e, portanto, constituindo o mecanismo básico de aprendizagem.

O problema maior é definir aprendizagem em relação ao cérebro e à mente. Há uma grande tradição no Ocidente separando esses dois níveis (Descartes até Chalmers, contemporâneo). Uma tentativa de relacionar o cérebro ao comportamento foi a frenologia. Ao final do século XIX, houve um movimento que tentava localizar cada função cognitiva e também características da personalidade em alguma área do cérebro. Essa abordagem mostrou-se inadequada, mas

ajudou a sociedade a aceitar a noção de função cognitiva e que poderia estar relacionada a estruturas cerebrais específicas.

A moderna neurociência tem buscado lastro para lidar com essas questões. Sabe-se agora que nosso funcionamento cognitivo é muito complexo. Seria impossível apresentar uma descrição compreensiva desse fenômeno se considerasse somente um nível de descrição.

Os problemas precisam ter um nível correto de explicação, mas o que é o nível adequado para explicar aprendizagem?

Há alguma relação entre mudança sináptica e mudança comportamental? Tem-se conhecimento de que se está longe de responder a essa questão, mas, como em outros campos da neurociência, ao mesmo tempo, está-se cada dia mais perto.

Em um certo sentido, pode-se pensar em sinapses como conexões “vivas”; elas vão evoluir e adaptar-se em função de suas experiências passadas. Isto é, nosso cérebro é uma estrutura “plástica”. Nesse contexto, plástico se refere à sua habilidade de mudar seu funcionamento, como consequência de experiências anteriores. Nosso cérebro é plástico porque a atividade nas sinapses muda. Agora pode-se entender um pouco porque a LTP (Potenciação de Longo Período) é tão importante.

A aprendizagem molecular está relacionada com mudanças nas sinapses. Uma das melhores candidatas para a mudança molecular é a LTP - Potenciação de Longo Tempo. A LTP é operacionalmente definida como um aumento longo e duradouro de eficiência sináptica, ou seja, a estimulação de alta frequência nas

fibras aferentes. Essa forma de plasticidade sináptica pode participar na armazenagem da informação em várias regiões do cérebro.

Está-se distante de compreender todo o complexo mecanismo envolvido nesses processos. É claro, mesmo a partir de experiências pessoais, que nosso cérebro opera melhor quando as necessidades básicas são satisfeitas (sono, fome, sede). O medo tem fortes conseqüências na forma como a aprendizagem ocorre; como uma delas, a modificação de propriedades bioquímicas dos neurotransmissores, fazendo algumas experiências particularmente salientes (essa é a base de experiências traumáticas que os indivíduos são incapazes de esquecer através de sua vidas inteiras).

Até agora, discutiu-se a aprendizagem como se existisse somente um tipo. Mas, na realidade, não é o caso. De fato, seria incorreto assumir que nosso cérebro é uma estrutura homogênea, e que todas as partes têm papel equivalente na aprendizagem. A aprendizagem verdadeira ocorre em todo o nosso cérebro, mas seria errôneo considerar que não há diferença nas aprendizagens. Nosso cérebro maduro é altamente especializado, e diferentes tipos de conhecimento e “atividade” ocorrem em diferentes partes. De forma que, a fim de melhor compreender como a aprendizagem ocorre, será necessário considerar não somente “quais” mudanças bioquímicas ocorrem, mas também “onde” elas estão ocorrendo (NÚRIA, 2004).

A aprendizagem é mais do que mudanças na força sináptica.

Se a aprendizagem é, de forma abrangente, definida como reunir conhecimento, ela tem uma relação forte com a memória, no ponto que se refere à nossa capacidade de guardar conhecimento. Pesquisas em Psicologia Cognitiva

mostraram que há diferentes tipos de conhecimento. A neurociência confirmou e ampliou esses achados com evidências de como são diferentes os tipos de memórias e sistemas cerebrais.

A neurociência propôs uma divisão fundamental entre dois tipos de memória: declarativa (aprendizagem explícita) e de procedimentos (implícita). A aprendizagem explícita está geralmente relacionada à habilidade de pôr em palavras as coisas que se estão aprendendo. Envolve o hipocampo e várias áreas corticais em volta. A memória de procedimentos corresponde à aprendizagem implícita. Envolve os gânglios basais e o cerebelo. É a aprendizagem sem consciência.

Um terceiro tipo surge mais recentemente: a memória emocional. A memória emocional é a aprendizagem e recuperação de conhecimento sobre nosso estado emocional em uma circunstância específica.

Uma estrutura central nas emoções é a amígdala. É uma pequena estrutura localizada na parte interior do cérebro que lembra uma almôndega. A amígdala, como pode ser visto no diagrama, recebe informação de muitos outros centros sensórios e centros secundários. É responsável pelo aumento do batimento cardíaco, pressão sanguínea e, junto com o hipotálamo, controlando uma grande variedade de hormônios. O complexo amígdala-hipotálamo pode ser visto como um poderoso centro (libera elementos químicos) desencadeador no nosso cérebro. Como mencionado anteriormente, mudanças nos neurotransmissores podem ter conseqüências importantes no processo de aprendizagem. Esses efeitos podem envolver um aumento de eficiência e armazenamento, como no caso de um aumento de excitação, induzido pelas mudanças emocionais

(MCGAUGH, 2000, citado por NÚRIA, 2004). Em geral, deve ser considerado que a força da memória (aprendizagem) deveria correlacionar-se com sua importância no organismo. A consequência das emoções pode ser vista como um mecanismo evolucionário bem sucedido para a aprendizagem e lembrança de coisas importantes em nossas vidas.

Os cientistas estão ainda tentando compreender o que faz com que se tenham emoções. Pesquisas recentes descobriram o “centro da emoção” no cérebro. A região na frente do hemisfério direito do cérebro, o córtex pré-frontal tem um papel crítico em como o cérebro humano processa a emoção.

Um outro aspecto interessante dos estudos sobre emoção é a diferença entre hemisférios cerebrais: direito e esquerdo. Pessoas canhotas – que têm o cérebro direito como dominante, tendem a ser mais emocional e artisticamente orientadas, mas as pessoas canhotas são a minoria da população. Estudos mostraram que o hemisfério esquerdo do cérebro é responsável pelo pensamento lógico, análise e correção. O hemisfério direito é responsável pela criatividade, estética, sentimentos. Infelizmente, muitas escolas enfatizam atividades de pensamento que estimulam o modelo tradicional e negligenciam o lado direito, reforçado pelo modelo de sociedade em que se vive.

Entretanto, argumenta-se hoje que as emoções de fato contribuem para o pensamento racional e se adicionam a ele, contrário do que se acreditou por muitos séculos.

As emoções, segundo Cacioppo, citado por Núria (2004, p. 12), “são blocos fundamentais de sustentação sobre os quais a inteligência e a vida podem ser construídas”.

As emoções são parte importante do que se é, e torna-se valioso refletir de onde elas vêm, por que se têm emoções, e como se é capaz de mostrar as diferenças entre as muitas formas de expressar emoções diversas.

3 A TRAJETÓRIA DA INVESTIGAÇÃO

3.1 A abordagem metodológica para a investigação

A escolha de um método de investigação pressupõe uma definição clara do problema, dos objetivos e das questões que se pretende investigar e explorar no decorrer da coleta e análise dos dados, sendo que os primeiros já foram explicitados na introdução deste trabalho. A seguir apresentam-se as questões norteadoras da pesquisa:

- Como se dá a construção do conhecimento do ponto de vista do (a) acadêmico (a)?

- Em que tipos de processos os acadêmicos (as) estão engajados?

- Quais são as experiências de aprendizagem mais significativas para o(s) acadêmico (a) (s)?

- Como os acadêmico(a)(s) avaliam a qualidade das experiências de aprendizagem?

- Como se dá ou se estabelece o fenômeno da consciência do conteúdo apreendido pelos estudantes?

- Quais são as condições necessárias para que os acadêmicos (as) aprendam e quais são os elementos facilitadores e/ ou limitadores?

Assim, esta pesquisa requer o detalhamento dos passos a serem desenvolvidos na investigação em busca do conhecimento de suas condições de existência e na possibilidade de constituição de um modelo compreensivo desse fenômeno.

A natureza do problema nos encaminhou a pesquisa para o paradigma qualitativo que, segundo Bogdan e Bilken (1994), Lincoln e Guba (1985), Bauer e

Gaskel(2002), Turato(2003), lida com as questões do mundo real, dilemas, experiências diretas, indiretas, buscando a compreensão. Utilizando as palavras de Bogdan e Bilken (1994):

A pesquisa qualitativa tem como alvo melhor compreender o comportamento e a experiência humanos. Eles procuram entender o processo pelo qual as pessoas constroem significados e descrevem o que são aqueles significados. Usam observação empírica porque é com os eventos concretos do comportamento humano que os investigadores podem pensar mais clara e profundamente sobre a condição humana (p.38).

A pesquisa qualitativa tem uma longa e distinta história nas disciplinas humanas. Na sociologia, ela surge com o trabalho da Escola de Chicago nos anos 20 e 30, que estabelecem a importância da pesquisa qualitativa para o estudo da vida e da formação de grupos humanos. Na antropologia, apareceu com os trabalhos de Boas, Mead, Benedict, Evans-Printchard, Radcliffe-Brown e Malinowski, lançando as bases do método de campo em que o observador se deslocava para um meio estranho ao seu para estudar os costumes e hábitos de uma outra sociedade e sua cultura (DENZIN e LINCOLN, 1994).

Rapidamente a pesquisa qualitativa passou a ser empregada em outras disciplinas das ciências sociais, incluindo a educação, o serviço social e a comunicação.

Para Denzin e Lincoln (1994), a pesquisa qualitativa é um campo de investigação por seu próprio direito. Ela perpassa disciplinas, campos e o próprio tema. Há um complexo grupo de termos e conceitos que estão em volta do termo “qualitativa”, desde as tradições associadas ao positivismo até o que se considera um novo paradigma em pesquisa. Esses autores relacionam cinco momentos

históricos em que a pesquisa qualitativa operou e que estão simultaneamente presentes hoje. Os autores os descrevem da seguinte forma: momento tradicional (1900 –1950); momento modernista ou idade de ouro (1950-1970); momento dos gêneros embaçados (1970-1986); momento da crise da representação (1986-1990) e momento pós-moderno e atual (1990-presente).

Explicando a divisão proposta para a história desse tipo de investigação, os autores afirmam que ondas sucessivas de teorias epistemológicas estão presentes por dentro desses cinco momentos. O período tradicional está associado ao paradigma positivista; o período modernista e os gêneros embaçados estão conectados aos argumentos pós-positivistas. Ao mesmo tempo, uma variedade de perspectivas interpretativas e qualitativas começa a surgir: hermenêutica, semiótica, fenomenologia, entre outras. No período dos gêneros nebulosos, as ciências humanas tornaram-se o centro das críticas da investigação qualitativa e interpretativa. Esse período caracterizou-se pela crise da representação em que os pesquisadores lutavam para tornar seus temas reflexivos. O momento pós-moderno é caracterizado por uma nova “sensibilidade”, que colocou o paradigma novo em posição desconfortável.

Pesquisa qualitativa, para Denzin e Lincoln (1994), tem significado diferente para cada um desses momentos. Todavia, uma definição inicial poderia levar a dizer que a investigação qualitativa é multimetodológica em seu foco, pois,

envolve uma abordagem naturalística e interpretativa do tema. Isso significa que pesquisadores qualitativos estudam as coisas em seus ambientes naturais, tentando captar o sentido, interpretar os fenômenos em termos de significados que as pessoas dão a eles. A pesquisa qualitativa envolve o uso de uma variedade de elementos empíricos: estudo de caso, experiência pessoal, introspecção, história de vida, entrevista, observação, documentos históricos, textos interacionais, textos

visuais – uma vez que descrevam rotinas e momentos problemáticos e significativos nas vidas dos indivíduos (p.11).

Para os mesmos autores, as múltiplas metodologias da pesquisa qualitativa podem ser vistas como uma bricolage, e o pesquisador, como um bricoleur. Denzin e Lincoln trazem os depoimentos de Nelson, Treichler e Grossberg (1992); Lévi-Strauss (1966) e Weinstein e Westein (1991) para esclarecer o significado desses termos. Um bricoleur é uma “pessoa que possui muitas habilidades profissionais e que faz muitas coisas por conta própria. O bricoleur produz uma bricolage, isto é, juntar pedaços, costurar, reunir, criar algo novo. Usa um conjunto de práticas que traz soluções a um problema em uma situação concreta. A solução (bricolage), que é o resultado do método do bricoleur, é uma” construção emergente “que muda e utiliza novas formas, como ferramentas diferentes, métodos e técnicas para solucionar o quebra-cabeça. Se novas ferramentas devem ser inventadas, ele as inventa”.

A escolha de quais ferramentas usar e que práticas de pesquisa são necessárias não são mencionados antecipadamente, pois essas escolhas dependem das questões de pesquisa colocadas e do contexto do ambiente de pesquisa.

O uso de múltiplos métodos ou triangulação reflete um esforço para assegurar uma compreensão mais profunda do fenômeno em questão. A realidade objetiva nunca é capturada. A triangulação é uma alternativa para validar. A utilização de muitas técnicas, material empírico, observação, perspectivas diferentes em um único estudo mais bem compreendido, então, como uma estratégia de rigor, amplitude e profundidade para a investigação (DENZIN e LINCOLN, 1994; LINCOLN e GUBA, 1985).

O bricoleur procura desempenhar um grande número de tarefas desde o estudo do problema até a coleta e análise do material, interpretação e compreensão. O bricoleur conhece de forma extensa os paradigmas, isto é, os sistemas filosóficos gerais que denotam ontologias, epistemologias e metodologias. Também sabe que não pode ser eclético, fundindo os diferentes paradigmas, pois eles representam sistemas de crenças que agregam ao utente uma visão de mundo. Por outro lado, os autores citados dizem que perspectivas são sistemas menos desenvolvidos e que podem ser mais facilmente reunidos. Os pesquisadores, como bricoleur-teórico, trabalham entre as perspectivas e paradigmas, bem como por dentro delas, que competem e sobrepõem-se.

O bricoleur compreende que a pesquisa é um processo interativo, formado por sua história, biografia, gênero, classe social e etnia, e as pessoas do ambiente a ser pesquisado. Sabe-se também que ciência é poder, pois todas as descobertas científicas têm implicações políticas. Não há ciência neutra (GUSDORF, 1983; MAYOR e FORTI, 1998). O bricoleur também sabe que os pesquisadores contam histórias sobre os mundos pesquisados. Então, as narrativas, ou estórias que os cientistas contam, são composições a partir de uma tradição, de uma visão de mundo paradigmática.

O produto do trabalho do bricoleur é uma bricolage, uma complexa, densa e reflexiva criação que representa a imagem, a compreensão e interpretação do mundo ou do fenômeno que está sob a análise do pesquisador.

A pesquisa qualitativa usa semiótica, narrativa, conteúdo, discurso, análise histórica e até estatística. Ela também faz uso de abordagem e métodos e

técnicas da etnomedologia, fenomenologia, hermenêutica, psicanálise e estudos culturais.

Em Denzin e Lincoln (1994), encontra-se o seguinte esquema do Processo de Pesquisa Qualitativa:

Fase 1: O pesquisador como um sujeito multicultural, sua história, tradição, concepções, seu “eu”, suas relações com o ambiente, sua ética e sua política.

Fase 2: Perspectivas e Paradigmas

Fase 3: Estratégias de Pesquisa: delineamento do estudo, estudo de caso, etnografia, observação participante, fenomenologia, etnometodologia, teoria enraizada, método biográfico, método histórico, pesquisa-ação, pesquisa aplicada, pesquisa clínica.

Fase 4: Coleta de dados e Análise: entrevistas, observação, artefatos, documentos e registros, métodos visuais, métodos de experiências pessoais, administração e organização dos dados, análise por computador, análise textual, estatística.

Fase 5: A arte da interpretação e apresentação: critérios de adequação, a arte da interpretação, a redação da interpretação, análise crítica, avaliação da pesquisa e aplicação.

Lessard-Hérbert, Goyette, Botin (1990) lembram, baseados nas pesquisas de Herman, que o objeto de análise do paradigma compreensivo é o mundo humano, pois

Os fatos sociais não são “coisas”, e a sociedade não é um organismo natural, mas sim um artefato humano. O que é preciso é compreender o significado dos símbolos sociais artefatuais e não explicar as realidades

sociais “externas”. O ponto de vista “objetivo” ou “neutro”, recomendado pelo positivismo, é uma impossibilidade metodológica e uma ilusão ontológica: estudar o social é compreendê-lo (o que não se torna possível sem o reviver); o objeto social não é uma realidade exterior, é uma construção subjetivamente vivida (p.48).

O paradigma compreensivo, dessa forma, é contrário à importação para as ciências humanas das técnicas das ciências naturais.

A investigação qualitativa, portanto, segundo seus colaboradores propõem:

dar lugar de relevo ao “contexto da descoberta antes e durante a coleta de dados: as hipóteses, as variáveis ou as categorias de observação normalmente não estão totalmente formuladas ou pré-determinadas no início de uma pesquisa. Inversamente, no caso da investigação quantitativa ou positivista, as hipóteses, as variáveis e o projeto de pesquisa são sempre previamente definidos, baseando-se o valor da prova no controle conceptual e técnico das variáveis em estudo”. No entanto, a abordagem qualitativa também integra o contexto da prova durante e após a coleta dos dados no seio de uma investigação, senão mesmo antes de uma orientação na coleta dos dados no interior de um programa de pesquisa (p.95).

Para o pesquisador qualitativo, o conjunto de material coletado no campo não é, em si mesmo, um conjunto de dados, mas uma fonte de dados. Considera-se material documental a partir do qual os dados serão construídos pela análise.

Miles e Huberman (1984) indicam um modelo interativo de análise dos dados na investigação qualitativa que consiste em três passos, ou componentes de atividades concorrentes: a redução dos dados, a sua apresentação e a interpretação/verificação das conclusões.

A redução dos dados é um processo de seleção, de contração, de simplificação do material compilado. A redução dos dados é uma operação contínua que acontece desde o momento em que é determinado o campo de observação até a fase de codificação dos dados. Afirma-se também que esse

primeiro momento faz parte da interpretação. Essa primeira etapa segue quatro princípios (LESSARD-HÉRBERT, 1990, p. 111, baseada em Van Der Maren (1987) para a codificação dos dados):

1. é necessário um léxico para a documentação precisa das convenções e das regras a serem utilizadas na codificação;
2. deve-se buscar consistência e coerência na aplicação e transposição dos dados;
3. manter as características dos dados coletados;
4. não adicionar, nem atribuir aos códigos valores, poderes que não se encontram presentes nos dados.

Segundo os autores, a redução dos dados poder ser efetuada em três fases distintas de investigação: redução antecipada, concomitante e a posteriori.

A Redução Antecipada encontra-se no delineamento do projeto: no quadro conceptual, nas questões de pesquisa, na amostragem, nos instrumentos.

A Redução Concomitante se faz nas folhas de resumo, nos códigos usados para os dados, nos resumos, nos relatórios parciais, nas sessões de trabalho de campo, nos finais das etapas da pesquisa.

A Redução a posteriori envolve a interpretação dos dados face ao modelo escolhido.

Erickson (1986) propõe três procedimentos de redução das notas de trabalho:

- a leitura;

- a identificação das unidades de base;
- o recorte.

Para ele, o investigador deverá ler, por diversas vezes, o conjunto completo das suas notas. Em seguida deverá identificar as unidades de base da sua análise, isto é, as unidades de sentido. Deve fazer isso, assinalando por meio de um círculo as passagens significativas com cores diferentes, ou outro sistema, se desejar. Por último, o investigador deve reduzir os dados por recorte das passagens que formam as unidades de base e a colagem desses excertos em fichas que poderão ser agrupadas por ocasião do tratamento dos dados. Seria possível recorrer ao computador quando chega o momento de reduzir os dados por seleção (recorte) e codificação (unidades e categorias). Há muita discordância quanto ao uso do computador e pacotes informatizados na pesquisa qualitativa.

Após essa tarefa de redução dos dados, está-se pronto à segunda componente da análise, a organização e a apresentação dos dados, aspectos que se inserem no campo morfológico da investigação.

A organização e a apresentação dos dados giram em torno do conceito de tratamento dos dados. O tratamento significa condensar ou resumir, em seguida, organizar, estruturar ou decompor em fatores para, por último, apresentar as relações ou estruturas daí resultantes (LESSARD-HÉRBERT, 1990).

A organização dos dados permite uma representação dos dados em um espaço visual reduzido, auxilia a planificação de outras análises, facilita a comparação de dados, garante a utilização diante dos dados no relatório final. As formas de apresentação mais comuns são: figuras, gráficos, matrizes e quadros.

Após a organização dos dados, a análise consiste na atribuição de significados aos dados reduzidos e organizados através da formulação de relações ou de configurações expressas em proposições ou modelos. Essa fase de interpretação é criadora de sentido.

Os dois princípios essenciais que podem nortear a interpretação após a fase de organização dos dados são:

- respeitar os limites e as exigências contidas nos resultados sem neles projetar desejos nem destruir aquilo que incomoda;
- manter a correspondência dos planos, não impor leituras nem desvios que favoreçam o intérprete e seu poder em detrimentos dos dados.

Para estabelecer uma articulação entre o “mundo empírico” e o “mundo teórico”, o investigador, quer seja em investigação qualitativa ou quantitativa, deve, portanto, selecionar um modo de pesquisar, uma ou mais técnicas de coleta de dados e um ou vários instrumentos de registro de dados, isto é, deve instrumentalizar sua investigação.

Pesquisadores construtivistas preferem que a teorização emergja dos dados (a teoria fundamentada), embora reconheçam as dificuldades inerentes a essa proposta. Nesse caso, é evidente que o quadro teórico não pode estar totalmente antecipado no projeto, mas é recomendável que este explicita e justifique a posição adotada.

Os métodos qualitativos ou compreensivo-interpretativos ocupam-se, como foi visto, em compreender o próprio homem, tendo-o como objeto de investigação.

Minayo (1999) diz que as metodologias de pesquisa qualitativa são capazes de incorporar o significado e a intencionalidade como parte dos atos, das relações e das estruturas sociais.

Turato (2003) assevera que os métodos qualitativos devem ser chamados de compreensivo-interpretativos, pois seu objeto são as significações ou os sentidos dos comportamentos, das práticas e das instituições realizadas ou produzidas pelos seres humanos (p.195).

A pesquisa qualitativa tem suas bases filosóficas na fenomenologia, no estruturalismo e no materialismo histórico.

A fenomenologia procura estudar os significados da experiência humana (TURATO, 2003; BOGDAN e BIKEN, 1994; BAUER e GASKEL, 2002; DENZIN e LINCOLN, 1994; GUBA e LINCOLN, 1985, WOLCOTT, 1990).

O termo designa o estudo descritivo do fenômeno como se apresenta à nossa experiência e tornou-se uma corrente filosófica do que se pode chamar de “volta às coisas mesmas” ou daquilo que apareceu à consciência, isto é, à consciência de alguma coisa (JAPIASSU e MARCONDES, 1996).

Chauí (1995) lembra que os estudos qualitativos também obtiveram contribuições do estruturalismo, por ter permitido ver os fenômenos humanos assumindo forma de estrutura, e pelo materialismo histórico, enfatizando as dimensões das relações socioeconômicas entre as pessoas e os grupos.

Turato (2003, p.219) sustenta que, em pesquisa:

se deve entender o autêntico pensador/educador/pesquisador, aquele que busca uma complementação de escolas de pensamento entre si, desenvolvendo uma boa saúde do pensamento, levando a uma visão e uma atitude que produzam a partir dessa união novas teses em nível mais profundo”(p.219).

Bogdan e Bilken (1994) caracterizam as pesquisas qualitativas como aquelas que apresentam como características: ser naturalística, ter dados descritivos, ter preocupação com o processo; ser indutiva, ter como essencial a questão da significação.

Nesse sentido, a metodologia qualitativa contempla os objetivos da presente proposta, pois, ao compreender o processo de aprendizagem na ótica e nas vivências dos acadêmicos, como uma construção social, envolvendo componentes: biológico, psicológico (cognitivo) e interacional, no complexo de interações com o meio ambiente, e integrado, portanto, em um contexto histórico e social, possibilita novas reflexões sobre a articulação desses elementos na construção do conhecimento, da consciência, da mente, da ética, da ciência.

Portanto, a pesquisa caracterizou-se por ser de natureza interpretativa, pois investigou fenômenos pouco compreendidos no âmbito da teoria atual, e de natureza descritiva, porque busca documentar os processos e suas ocorrências.

Para tanto, considerou-se como local ideal para desenvolver a pesquisa duas Instituições de Ensino Superior (Universidades), o habitat natural onde os acadêmicos/as vivenciam e experimentam as situações mais variadas e diferenciadas possíveis de aprendizagem.

Inicialmente, foram selecionados os cursos contemplados para a pesquisa. Após, entrou-se em contato com os Coordenadores ou Diretores dos cursos selecionados para que indicassem acadêmicos/as no último semestre de

graduação que desejassem participar da pesquisa, portanto, fechando mais um ciclo de experiências de aprendizagem, pois os mesmos já passaram pela educação infantil, educação fundamental, ensino médio, ensino superior, iniciando seu maior período de produção intelectual e física.

Após a indicação, fez-se contato com os acadêmicos, explicando o propósito da pesquisa e os convidando, esclarecendo-os e solicitando que assinassem o Termo de Consentimento, e aos que concordaram foram agendadas as entrevistas em local e hora de disponibilidade do entrevistado. Foi selecionado um total de 12 acadêmicos/as de diferentes cursos: Direito, Medicina, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Psicologia, Física, Biologia, Química, Pedagogia, Farmácia, Enfermagem.

Utilizou-se como instrumento de coleta de dados uma entrevista semi-estruturada. Uma entrevista é uma conversa com intenção, geralmente entre duas pessoas, embora possa envolver mais algumas, dirigida por uma delas, com o objetivo de obter informações sobre a outra. As informações podem ser de pessoas, atividades, organizações, sentimentos, emoções, motivações, reclamações, com o intuito de construir suas características íntimas. Deve ter um guia ou roteiro com questões gerais. É considerada uma das técnicas de coleta de dados mais segura para a maioria dos investigadores. À medida que a entrevista progride, o entrevistador pode criar outras questões de investigação. O entrevistador deve deixar o entrevistado à vontade e estabelecer uma relação de confiança e segurança (LINCOLN e GUBA, 1994; DENZIN e LINCOLN, 1994; BAUER e GASKEL, 2002; TURATO, 2003; MARSHALL e ROSSMAN, 1995; FLICK, 1995).

O instrumento de coleta de dados foi inspirado nos trabalhos de CHARLOT et al. (2000; 2002), denominado “balanço do saber”, e foi modificado para a presente investigação pelo pesquisador (ANEXO A).

Pesquisadores qualitativos utilizam também a amostragem por saturação, isto é, o pesquisador encerra a coleta quando, após as informações coletadas de um certo número de participantes, as novas entrevistas passam a apresentar uma quantidade de repetições de seu conteúdo (TURATO, 2003).

Pesquisadores qualitativos ocupam-se com o processo e não com o produto de intervenções do cientista, privilegiando os fenômenos como naturalmente ocorrem. O processo é entendido como ato de proceder do objeto, seus estudos e mudanças, sua forma de ocorrência; conhecer sua dinâmica interna, transformação, compreender sua estrutura íntima (MARSHALL e ROSSMAN, 1994; FLICK, 1995).

Os participantes foram os alunos da graduação das diferentes IES do Rio Grande do Sul, conforme já explicitados, sendo nove do sexo feminino e três do sexo masculino, variando de idade entre 21 e 31 anos. Apresenta-se a seguir o quadro resumo para melhor visualização dos participantes e suas características.

3.2 Quadro 1. Resumo dos participantes da pesquisa

Participantes	Idade	Sexo	Aproveitamento Acadêmico	Curso
M. H.	22 anos	Masculino	Sem Reprovação	Direito
C. M.	21 anos	Feminino	Sem Reprovação	Biologia
N.M.N.	24 anos	Feminino	Sem Reprovação	Fonoaudiologia
B.M.	23 anos	Feminino	Com Reprovação	Química
V.S.	29 anos	Feminino	Sem Reprovação	Enfermagem
V.D.M.	28 anos	Feminino	Sem Reprovação	Psicologia
R.L.	31 anos	Feminino	Sem Reprovação	Odontologia
H.B.	23 anos	Feminino	Sem Reprovação	Medicina
M.F.	24 anos	Feminino	Sem Reprovação	Medicina
J. B.	22 anos	Feminino	Sem Reprovação	Farmácia
I.I.D.	29 anos	Masculino	Com Reprovação	Física
R.M.	23 anos	Masculino	Sem Reprovação	Fisioterapia

3.3 O processo de organização e análise dos dados das entrevistas com os participantes

Após a realização das entrevistas, o material todo gravado no campo formou um conjunto de dados, ou um corpus – que passou a compor as fontes de dados.

A primeira etapa, que foi longa e que exigiu muito tempo, foram as transcrições das entrevistas. Realizada essa etapa, deu-se início ao período de leitura e releitura, com o objetivo de impregnar-se com as manifestações dos entrevistados. Nesse momento procurou-se captar o todo, as partes, o geral, o específico, o simbólico, o processo em que os discursos, as falas, os atos, se inseriam no mundo do entrevistado e de que forma constituíam parte da realidade. O objetivo era fazer a operação contínua de leitura e de simplificação do material. A análise utilizada foi a de conteúdo (MILES e HUBERMANN, 1984).

Durante as leituras seguintes, extraíram-se as unidades de significação, de sentido, fazendo recortes das passagens que formam unidades de base e colagem desses excertos em fichas que foram agrupadas em contextos e temáticas. Nessas leituras, acompanhando sucessivamente as questões de pesquisa, procurei evidenciar respostas significativas pertinentes à questão fundamental, isto é, análise vertical (ENGERS, 1987).

Durante as entrevistas, percebi que os participantes nem sempre respondiam linearmente ao que fora questionado e, às vezes, notava um contraponto, ou mudança na lógica das respostas, mas que mostravam outra lógica quando respondiam a outras questões.

No que se refere à regra da exaustividade, buscou-se contemplar todos os dados oferecidos pelos participantes.

Na segunda fase do tratamento dos dados das entrevistas, a exploração do material já analisado anteriormente, iniciou-se a preparação do material e escolha das falas mais representativas. Nessa etapa, realizaram-se repetidas leituras, buscando agrupar as falas semelhantes e que encerravam possíveis categorias. Análise horizontal e síntese (ENGERS, 1987).

A categorização foi feita *a posteriori*, pois dependia-se muito das reflexões dos participantes. Nesse procedimento, repeti muitas vezes as fases iniciais de leitura, separando conjuntos de significações, interpretações iniciais, até conseguir agrupar as falas em conjuntos semelhantes. Ao final dessa etapa, agrupei as falas e interpretações semelhantes e denominei de categorias, concluindo, assim, a última fase no tratamento e organização dos dados para a interpretação.

Como o leitor pode observar, fiz adaptações do modelo de Miles e Huberman, integrando ao de Engers para realizar a análise de conteúdo dos dados que emergiram nesta investigação.

Quanto ao primeiro grupo, referente aos **processos cognitivos**, emergiram as seguintes subcategorias: **Atenção, Emoção, Motivação, Percepção, Sensação, Representação, Processamento, Solução de Problemas, Consciência, Memória.**

Um segundo grupo, **as etapas desenvolvidas na aprendizagem, tendo como subcategorias: exposição ao tema – aulas expositivas – exercícios – avaliação do explicado – memorização – aplicação.**

O terceiro grupo, atividades e experiências acadêmicas relevantes à aprendizagem que os acadêmicos gostariam de ter como práticas: **Atividades estimulantes e criativas em sala de aula e fora, estágios, atividades comunitárias, pesquisas de campo e de estudos, contato com a realidade, Atividades em laboratório, Debates, Seminários, Discussões entre colegas e**

professores; Visitação, Valorização da experiência dos acadêmicos, simulações com pacientes ou campo de atuação.

No último grupo está a categoria: **condições necessárias ausentes para que os processos cognitivos ocorram: Professores competentes (que utilizem didática e metodologia), utilização de recursos tecnológicos e visuais, Salas adequadas e confortáveis, biblioteca equipada, locais de estágio apropriados.**

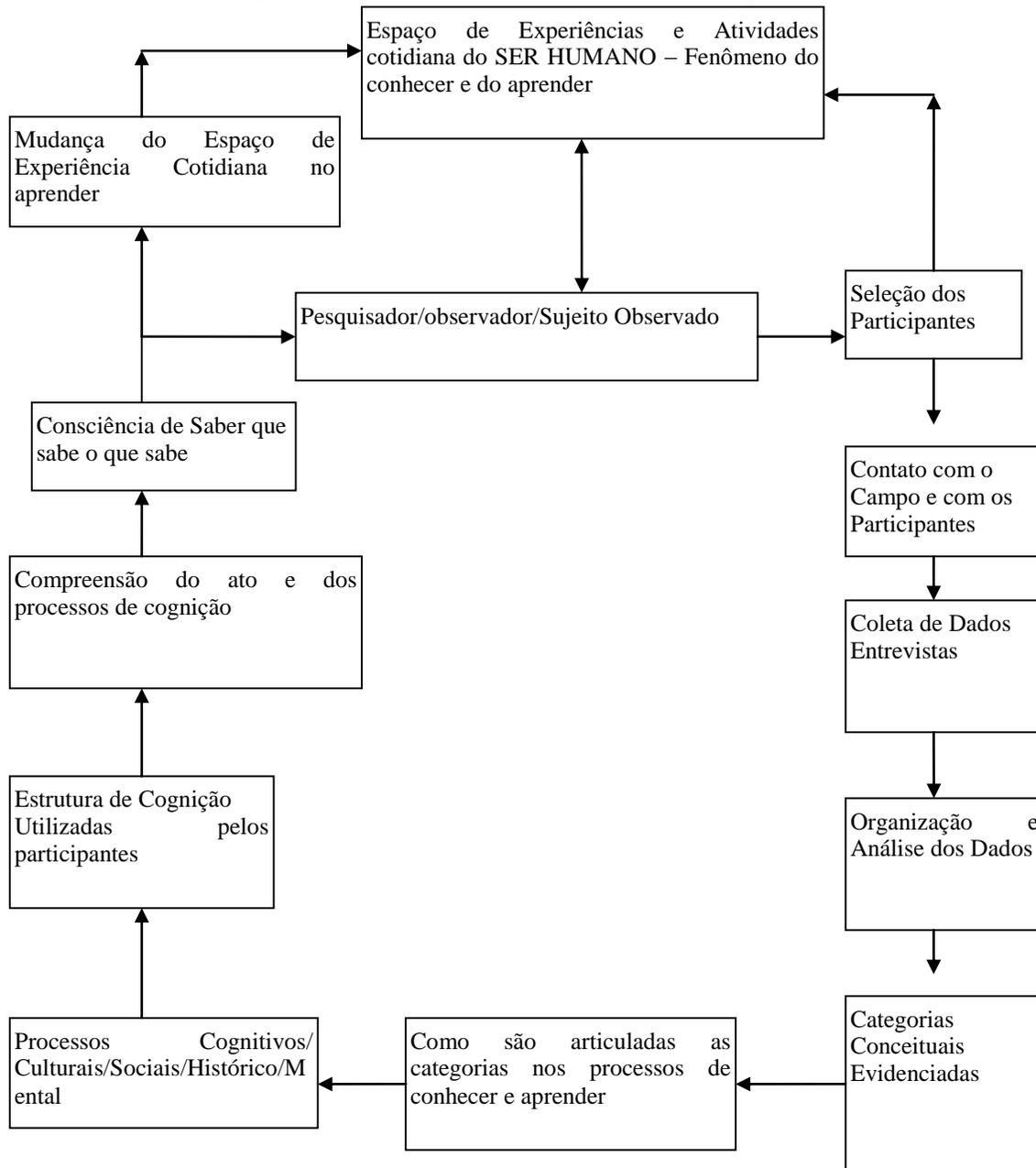
Com as categorias definidas a partir dos atos de fala dos participantes, apresenta-se, no quadro abaixo, uma síntese das características dessas categorias.

3.4 Quadro 2 : Síntese das Categorias Depois das Etapas de Análise

CATEGORIA	CARACTERIZAÇÃO
Processos Cognitivos	Domínio do Conhecimento – São ações – distinções – operações- comportamentos- pensamentos- reflexões – relações – coordenações de ações e relações interpessoais.
Etapas em que ocorrem	Ações que envolvem operações e acontecem como dinâmicas de mudanças em uma rede de alterações neuronais em determinados conjuntos desencadeadores.
Atividades e Experiências acadêmicas relevantes	Ações e atividades, simulações ou tarefas que são realizadas com o objetivo de desenvolver conhecimento ou atingir determinados objetivos.
Condições necessárias ou ausência das mesmas para que os processos possam ocorrer	Elementos materiais e humanos que interagem ou que permitem a interações do organismo com a realidade.

Após essa trajetória até aqui descrita, consideramos importante elaborar um esquema com todos os passos realizados durante a etapa de campo, organização e análise dos dados.

3.5 Quadro 3: Esquema Visual da Caminhada Investigativa



4 A ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES DOS PARTICIPANTES: AS EMERGÊNCIAS DOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

Não parece que os processos sejam tão fixos e imutáveis como a maioria das teorias supôs, e, menos ainda, que as representações sejam infinitamente moldáveis, mas parecem estar seriamente restringidas, em diferentes domínios de conhecimento, de modo que certas representações não somente são muito mais prováveis do que outras nesses domínios, mas também são adquiridas mais facilmente e logo se tornam muito difíceis de serem modificadas (J.I. Pozo, 2005).

Descrever as falas dos participantes desta pesquisa foi uma tarefa desafiadora, pois se buscou um caminho interpretativo dentro das redes de interações que emergiam ao longo das entrevistas e das constantes leituras e re-leituras, ou ressignificações dos depoimentos e acontecimentos.

Cada depoimento era um fio que ia se incorporando, encarnando na construção e desconstrução dos processos superiores. Cada fio, cada trama foi entrelaçando-se, compartilhando espaços, conexões, aumentando áreas de impregnação, constituindo-se nos processos e atividades que se socializavam e historicamente tornavam mundo vivido. Essas construções são imagens, cenas, acontecimentos vividos, desencadeadores de muitas outras atividades mentais e, portanto, em forma de processos simultâneos, às vezes, difíceis de perceber; outras vezes, inconscientes por parte dos entrevistados, mas sempre presentes no continuum para o pesquisador como a supercorda invisível que liga, transforma, cria e renova a todo o instante: o viver-conhecer. Em toda a trajetória, em diferentes momentos, sentimos que as falas se desconectavam da realidade vivida, gerando um vazio, um espaço negro, um mundo sem respostas para as perguntas que se desdobravam em muitas outras, tais como: O que é um processo cognitivo? Como o sentimos e se é possível? Que representação tenho

desse sentimento? Quais são as condições necessárias (se existem) para que ocorra esse evento mental? Como os professores pensam sobre o processo? Como os alunos ativam esses processos? Eles são internos? São externos? O que os move?

A tarefa de evidenciar os achados, os processos cognitivos dos alunos do ensino superior das universidades envolvidas pode ser considerada uma aventura, pois ler, re-ler os dados, visitar as fitas, as notas de campo, as entrevistas, a literatura, registrando os aspectos mais significativos, relevantes, capazes de ilustrar e iluminar o caminho realizado, possibilitaram descrever, compreender e interpretar as categorias indicadas pelo processo de investigação.

A atividade cognitiva caracteriza-se por uma série de ações e coordenações de ações, envolvendo o sujeito, o objeto e as interações ou mediações que são desencadeadas pelos elementos motivadores ou (des)motivadores em contextos específicos. Ela tem uma certa estrutura, organização e necessita de determinados ambientes para que se possa realizar.

Os processos cognitivos realizam-se por uma seqüência de eventos internos que emergem a partir de uma série de fatores internos e externos, implícitos ou explícitos, motivados através de estímulos emocionalmente competentes, coordenados por nossos sentidos, gerando sentimentos e percepções.

Os processos cognitivos evidenciados, na maioria das vezes, não ocorrem sozinhos, não existindo uma forma pura e isolada de manifestação. Na realidade os processos são desencadeados e uns têm efeitos sobre os outros como se ocorressem de forma não-linear, mas existindo uma intercomunicação entre eles.

Portanto, não são movimentos lineares, mas oscilam entre categorias e mediações, fazendo emergir dessas interações as construções conscientes de realidades.

A presente pesquisa apresenta implicações para a aprendizagem na educação superior a partir da compreensão dos processos evidenciados e a forma como são percebidos pelos acadêmicos e pelos resultados das pesquisas sobre o cérebro realizadas na última década. Também apresenta implicações para o ensino, no momento em que busca explicitar os processos cognitivos e as condições para o seu desenvolvimento, oferecendo subsídios para os professores na sua prática pedagógica.

No início das entrevistas, procurou-se oferecer elementos para que os entrevistados compreendessem o objetivo da pesquisa e a importância da mesma para a melhoria das interações pedagógicas. Optou-se por oferecer mais algumas perguntas de apoio à questão principal (ANEXO A).

Observou-se que os participantes revelaram inicialmente dificuldades em explicitar sua compreensão de como os processos cognitivos ocorriam. Para alguns, isso parecia óbvio e primário demais, mas quando tentavam explicar e analisar perdiam a clareza e, muitas vezes, entravam em contradição no mesmo momento da fala, exigindo novas reflexões para poder compreender o que disseram, ou mesmo o que era um processo cognitivo, pois, conforme depoimentos:

“Para mim, os processos ocorrem em etapas. Acredito e parece-me óbvio que toda e qualquer atividade cognitiva é feita por etapas” (Participante 1).

“Percebi que os processos cognitivos ocorrem por meio das experiências acadêmicas como agentes transformadores, de forma organizada” (Participante 3).

“O meu processo cognitivo depende muito do estímulo inicial. O professor deve ter didática, trazer novidades, fazer coisas diferentes”(Participante 6).

“As informações que recebo estão relacionadas com a memória e servem de fundamento para eu construir as demais. E a partir daí funciona uma relação. Aprendo o novo a partir do que eu já sabia” (Participante 10).

Na seqüência, apresentam-se as categorias que emergiram do estudo.

4.1 Processos Cognitivos

A categoria processos cognitivos está constituída de subcategorias: atenção, motivação, emoção, percepção, representação, consciência, linguagem, memória, resolução de problemas e tomada de decisão, que emergiram por meio das falas dos participantes. Essas serão aqui refletidas em conjunto, fazendo parte da categoria maior.

Os processos não foram evidenciados de forma isolada, mas sempre em forma de desencadeamento ou com interdependência; por essa razão, decidiu-se seguir como orientação o que já se vem apresentando, exemplificando com as falas, aspectos e dimensões que descrevem o processamento da informação. Então, os grupos de atividades cognitivas, muitas vezes concomitantes, evidenciados foram os seguintes: Atenção – Motivação – Emoção – Sentimento – Consciência – Percepção – Representação – Memória – Resolução de Problemas – Tomada de Decisão.

Como exemplo das falas, poderíamos citar as seguintes:

“Consigno aprender quando a gente vê, sabe explicar ou quando alguém nos pergunta algo sobre o tema. A gente sabe retomar tudo aquilo que aprendeu em uma abordagem diferente. Por exemplo, se alguém te ensina alguma coisa e você consegue passar aquela informação adiante não exatamente como você aprendeu, mas que tu consiga reproduzir aquilo independente da maneira que aprendeu” (Participante 2).

”A melhor maneira é fazer relações, associações, visualizações relacionar com coisas concretas” (Participante 4).

“Tudo está conectado e você tem que perceber isso, você precisar conectar esses fatos e coisas. E essas coisas ficam dentro de ti, permanece como experiências, memórias, vivências”(Participante 5).

“Tento relacionar de alguma forma que eu possa, e, assim, reconstruir essa informação de forma diferente, que eu tenha noção de que estou aprendendo. Depois é importante aplicar” (Participante 12).

Durante as falas dos participantes, foi possível notar alguns elementos do discurso que demonstraram uma mudança de pensamento (downshifting) ou, como na literatura, a técnica do contraponto, pois todos se referiam a um modelo clássico de aprendizagem descrito acima; mas quando se referiam aos processos cognitivos (como eles sentiam seus processos), mudavam totalmente seu comportamento, era possível notar esse fato fisicamente, na mudança da voz, no brilho dos olhos, na alegria do sujeito de sua própria aprendizagem, na facilidade com que falavam de seus desejos e emoções e na constante crítica ao modelo a que são submetidos na educação superior.

Por isso, aprendeu-se no estudo que os processos afetivos têm uma relação com a forma como os acadêmicos envolvem-se na aprendizagem, como se pode notar nos depoimentos abaixo:

“Desejar realmente aprender, ir atrás. É preciso querer, gostar, senão não fixamos cognitivamente. Se tu gostas, tu vais se dedicar mais e mais. Mais dedicação auxilia na aprendizagem. Tu tens uma dedicação maior, tu vais repetir, vai ter gosto, tu vais querer mais, aprender mais, ter mais memórias. Reforça aquilo tudo que estudou, sabe mais” (Participante 2).

”Mas maturidade e experiência ajudam a compreender e realizar a aprendizagem melhor. Teu desejo de ser um profissional competente. Quando você gosta, você se motiva mais e procura saber mais. É essencial gostar, amar, ter motivação” (Participante 5).

”Aquilo que tu não gosta, tu deixa de lado. Faz só por obrigação. A maturidade é importante. Querer aprender. Ter vontade de saber determinado assunto” (Participante 7).

”Quando a gente gosta do assunto, investimos mais, temos vontade. Desejamos aprender, aprofundar” (Participante 8).

“É preciso gostar e ter satisfação. O combustível dos processos de aprender é o gostar. Quanto mais gosta, tanto mais você aprende. É como um hobby. Dedicamo-nos mais. Gosta do que faz. É um prazer” (Participante 11).

Aponta-se para a importância dos depoimentos que evidenciam a existência de dois procedimentos no que se refere aos mecanismos internos que o acadêmico utiliza quando está submetido a processos de ensino. Quando há interesse ou envolvimento na disciplina e envolvimento do professor, eles se sentem estimulados e motivados, usando a expressão de um dos depoentes “abrimos as comportas para a aprendizagem”; por outro lado, se eles não têm interesse, o processo a ser desencadeado é o do condicionamento ou habituação, realizando as atividades por obrigação, mas tendo certeza de que não há aprendizagem. Então, parece importante estudar esse eixo: Motivação - Emoção – Atenção – Consciência como o primeiro grupo de cognição, citados pelos acadêmicos como fundamentais para a cognição.

Para William James (1890), a atenção é “a tomada de posse da mente em uma forma clara e vívida, de um dos diversos objetos ou séries de pensamentos que parecem simultaneamente possíveis... Implica o abandono de algumas coisas, a fim de ocupar-se efetivamente de outras”.

Para Sternberg (2000), a atenção é o fenômeno pelo qual se processa ativamente uma quantidade limitada de informações do enorme montante de informações disponíveis através de nossos sentidos, de memórias armazenadas e de outros processos cognitivos.

A atenção surge, assim, sob dois aspectos fundamentais: o esforço mental em direção a determinado sinal, externo ou interno, e a seleção desse sinal entre todos aqueles que são solicitados. É evidente que a atenção será por vezes

partilhada entre vários desses sinais; a maioria das vezes será seletiva e ignorará todas as demais origens.

A atenção é sempre utilizada para referir a seletividade do processamento. Há alguns pesquisadores que escrevem até sobre atenção involuntária. Entretanto, segundo Eysenck e Keane (1994), há pouco interesse nessa linha. Os pesquisadores normalmente enfatizam a atenção nos aspectos da atenção focada (processa apenas um input) e dividida (processa todos os inputs). Os autores também lembram que se pode estar atento aos aspectos internos e externos, mas a literatura prefere sempre explorar os aspectos externos.

A modalidade focalizada sempre se refere ao processamento visual ou auditivo. Os trabalhos dos teóricos demonstram que os atributos dos objetos podem ser processados rapidamente e de forma paralela, mas a combinação de atributos para formar objetos requer atenção focalizada (EYSENCK e KEANE, 1994).

Para os mesmo autores, a atenção dividida supõe não existir no desempenho de duas tarefas ao mesmo tempo, pois ambas utilizam recursos de processamento diferentes.

Eysenck e Keane (1994) afirmam que o conceito de atenção tem sido utilizado de diversas formas, mas os mais comuns se referem ao processamento seletivo e ao esforço mental ou concentração.

Para Buser (1998), a atenção e suas operações constituem-se em um processo cognitivo que pode ou não culminar em uma atividade motora. Para ele, no início, os alvos são detectados e escolhidos para em seguida serem identificados e localizados. Depois ocorre a operação de filtragem atencional dos

estímulos, talvez na região central. O sistema frontal interviria no tratamento das informações (semânticas), e a outra vertente, a atividade motora. Em cada etapa dessas, a informação poderia escapar à análise consciente e mergulhar no infraconsciente.

Sternberg (2000) cita as funções da atenção: atenção seletiva, vigilância, sondagem e atenção dividida. Ele apresenta as teorias da atenção: Teorias do Filtro e do Gargalo da Garrafa. Essa teoria propõe a existência de múltiplos canais de input sensorial que atingem um filtro atento, permitindo que apenas um canal de informação sensorial prossiga através do filtro até alcançar os processos de percepção, pelos quais atribuímos significação às nossas sensações. Essa teoria não era adequada, pois o filtro seletivo bloqueia a maior parte da informação no nível sensorial, mas algumas mensagens irrompem o mecanismo. Foi proposta uma outra teoria da atenção seletiva. As duas teorias sugerem um gargalo da garrafa na atenção, pelo qual apenas uma única fonte de informação pode passar.

As teorias dos Recursos de Atenção afirmam que as pessoas realizam mais tarefas que exigem a atenção. À medida que cada uma das tarefas complexas torna-se progressivamente automatizada, a execução de cada tarefa faz menos exigências aos recursos de atenção de capacidade limitada.

Para Posner (1994), o sistema atento no cérebro “não é uma propriedade de uma única área cerebral, nem do cérebro inteiro”. Ele identificou um sistema atento (rede atenta), anterior (em direção frontal), dentro do lobo frontal, e um sistema atento posterior (na direção posterior), dentro do lobo parietal.

Sternberg (2000), lembrando os escritos de Marcel, afirma que os dados sensoriais e os processos cognitivos que não atingem a consciência, ainda assim

influem sobre o modo como a pessoa pensa e como realiza outras tarefas cognitivas. Sustenta-se, segundo o mesmo autor, que se tem capacidade limitada de atenção e concilia-se isso, utilizando informações não conscientes. Portanto, o processo atencional está intimamente entrelaçado com os processos perceptivos.

Lent (2001) afirma que todo mundo sabe o que é atenção e escreve: "prestar atenção é focalizar a consciência, concentrando os processos mentais em uma única tarefa e colocando as demais em segundo plano" (p.579).

Posner (1994), em suas pesquisas, apontou a existência de diferentes tipos de atenção: explícita ou aberta. O foco de atenção coincide com a fixação visual. É implícita, quando o foco de atenção não coincide com o olhar. A explícita é automática; e a implícita é uma operação mental voluntária. Ele também descobriu um fenômeno chamado inibição de retorno. Esse mecanismo entra em ação quando a pista direcionadora deixa de indicar o local do estímulo-alvo. Se isso se repetir, ocorrerá um outro fenômeno conhecido como extinção.

O autor propôs um modelo descritivo de processos que ocorrem durante a seleção perceptual promovida pela atenção implícita: no início, há um estado de alerta e tem sua atenção fixa em determinado objeto, cena, por exemplo. Esse objeto atencional pode ser visual, auditivo ou de outro sentido. Logo, movido pela vontade ou por estímulo direcionador, o indivíduo desatrela o foco atencional do estímulo inicial e move-o para outro "ponto", ocorrendo uma nova fixação.

Pode-se concluir que a atenção deve consistir em um mecanismo de sensibilização ou facilitação das respostas perceptuais do córtex cerebral. As pesquisas apontaram, segundo Lent (2001), que a seleção perceptual resulta de

um mecanismo facilitador das respostas neuronais, e que tal mecanismo ocorre tanto nas áreas sensoriais como nas associativas.

Dessas pesquisas surgiu um modelo que opera vias moduladoras cujas origens ainda são mal conhecidas. Essas vias atuam fortemente nas vias associativas dos sistemas sensoriais ligadas à percepção mais elaborada dos objetos sensoriais.

É possível observar que no processo de atenção estão envolvidos outros processos que poderão motivar a mudança ou o modo de ver o objeto, ou ainda, que objeto ver. Nas vozes dos acadêmicos, ficou evidenciado o “gostar, estar envolvido, motivar, emocionar”, para orientar-se para a motivação.

De acordo com Boruchovitch, Bzuneck (org.),2001, Penna, 2001, motivação é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar o curso. Há uma tendência do organismo a ativar-se de modo seletivo e organizado, pois há um fator de ativação ou de sensibilização do organismo relativamente à certa atividade. Certas provisões ou expectativas aprendidas por uma finalidade suscitam reações emocionais positivas ou negativas. A motivação envolve tarefas que são maximamente de natureza cognitiva, que incluem atenção e concentração, processamento, elaboração e integração da informação, raciocínio e resolução de problemas.

A motivação do acadêmico, portanto, está relacionada com trabalho mental situado no contexto específico de natureza socioemocional de atividade específica nas salas de aula.

Durante o desencadear dos processos de aprendizagem, os efeitos imediatos da motivação dos acadêmicos estão relacionados com o envolvimento

ativo nas tarefas pertinentes, o que implica ter ele escolhido esse curso de ação entre outros possíveis e do seu alcance. Tal envolvimento consiste na aplicação de esforço no processo de aprender e com a persistência exigida por cada tarefa. Portanto, os acadêmicos devem fazer uso de estratégias de aprendizagem, cognitivas, metacognitivas e de gerenciamento de recursos, o que significa que os novos conhecimentos serão construídos mediante o que se denomina processamento por profundidade (BUZNECK, 2001).

Buzneck (2001) lembra que o tema motivação tem sido o preferido nas discussões sobre as escolas e seu fracasso, pois (p.13):

A motivação tornou-se um problema de ponta em educação. Sua ausência representa queda de investimento pessoal de qualidade nas tarefas de aprendizagem. Alunos desmotivados estudam muito pouco ou nada e, conseqüentemente, aprendem muito pouco. Esse fato impede a formação de indivíduos mais competentes para exercerem a cidadania e realizarem-se como pessoa, além de se capacitarem a aprender pela vida afora. O próprio desenvolvimento do potencial de cada um depende consideravelmente das aprendizagens escolares. Portanto, sem aprendizagem na escola, que depende de motivação, praticamente não há futuro para ninguém.

Guimarães (2001) afirma que a motivação pode ter o caráter intrínseco e extrínseco, e considera:

A motivação intrínseca refere-se à escolha e realização de determinada atividade por sua própria causa, por esta ser interessante, atraente ou de alguma forma, geradora de satisfação. A participação na tarefa é a principal recompensa, não sendo necessário pressões externas, internas ou prêmios por seu cumprimento.

A motivação intrínseca é compreendida como sendo uma propensão inata e natural dos seres humanos para envolver o interesse individual e exercitar suas capacidades. É um importante propulsor da aprendizagem, adaptação e crescimento nas competências que caracterizam o desenvolvimento humano (p.37).

É, segundo ela, evidente que os alunos aprendem por gostarem ou estarem interessados por determinado assunto, mas também podem aprender por almejam altas notas, aprovação escolar ou agradar pais e professores.

Envolver-se em uma atividade por razões intrínsecas gera maior satisfação, e há indicadores de que esta facilita a aprendizagem e o desempenho. Por exemplo, as falas dos participantes abaixo:

“É preciso querer, gostar, senão não fixamos cognitivamente” (Participante 2).

“Cadeiras que não gosto, decoro, é a única alternativa, pois caso contrário não se consegue passar. Eu não gosto de fazer isso, prefiro entender, porque entendendo tu consegue aprender, tu consegue entender” (Participante 4).

“Quando o conteúdo é interessante, chama atenção do aluno, o aluno gosta, aí se abre uma nova relação de aprendizagem” (Participante 9).

Já a motivação extrínseca, para Guimarães (2001), tem sido definida como:

“a motivação para trabalhar em resposta a algo externo à tarefa ou atividade, como para a obtenção de recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, objetivando atender aos comandos ou pressões de outras pessoas ou para demonstrar competências ou habilidades” (p.47).

Nesse sentido, têm sido considerados os níveis de regulação da motivação extrínseca, que pode ser vinculada às razões externas, como pressões, incentivos ou recompensas. A interna necessita da presença concreta de controle externo, identificada onde o comportamento ou a regulação são percebidas e aceitas como pessoais; integrada, que se refere ao caráter autônomo e autodeterminado da motivação extrínseca.

Entre os mais potentes motivadores do comportamento humano em geral, estão as metas ou propósitos que a pessoa tenha em mente atingir.

A teoria de Metas de Realização é moderna e representa uma continuidade, no enfoque cognitivista. Essas teorias trabalham com um conceito que contempla a relação entre motivação e metas ou objetivos diversos, como o de conseguir sucesso, evitar o fracasso, desenvolver a própria competência (BZUNECK, 2001).

A teoria moderna, porém, tem como referencial metas sociocognitivistas, tanto por acolher elementos originários do cognitivismo, como por considerar

relevantes as influências de natureza socioambiental em seu desenvolvimento, manutenção ou mudanças.

As pesquisas, assim como a experiência diária na vida escolar, têm comprovado que os alunos possuem outros objetivos em mente que representam motivação, ao menos potenciais, para as tarefas escolares chamadas de alienação acadêmica – recompensas externas, metas de natureza social e outras. Estudar para passar de ano, para ganhar um presente dos pais, uma viagem, etc.

Recentes descobertas incluem a proposição de que é tarefa do ensino selecionar estratégias, através das quais se possam socializar os alunos a desenvolverem propósitos, metas, expectativas, crenças e emoções que resultem numa motivação positiva para a aprendizagem (BORUCHOVITCH e BZUNECK, 2001; PENNA, 2001; LAPLANE, 2000; ARAÚJO, 2000).

Descrevem a sala de aula como sendo um espaço de socialização cultural, o qual, além do desenvolvimento cognitivo, transmite fortes e duradouras lições afetivas.

Sugerem os autores que, para levar os estudantes a querer aprender, é necessário criar um clima encorajador da sua iniciativa e auto-expressão e que seja sensível às suas necessidades internas e perspectivas pessoais.

No ambiente social em que se configura a sala de aula, as ações do professor são elementos informativos que definem o comportamento, o envolvimento, as estratégias de pensamento e o grau de esforço esperado dos alunos.

Hoje, acredita-se que as oportunidades educacionais podem, certamente, maximizar a capacidade de aprender do indivíduo, principalmente pela importância

que se vem concedendo ao ensino não somente dos fatos em si, mas, sobretudo dos processos cognitivos pelos quais se aprende.

O ensino e a utilização adequada de estratégias de aprendizagem têm contribuído para ajudar o aluno a aprender a aprender e, portanto, processar, armazenar e utilizar melhor a informação. Conseqüentemente, o estudante consegue desenvolver um maior controle sobre os seus próprios processos de aprendizagem.

Portanto, a motivação também envolve um processamento mais profundo que nos leva a pensar em emoção, resultando em motivação para a aprendizagem, nos dizeres dos autores já relacionados.

Sabe-se que homens e mulheres, crianças e, enfim, todos os seres humanos de todas as idades e culturas, níveis de instrução, diferenças econômicas têm emoções, atentam para as emoções dos outros. Cultivam emoções agradáveis e tentam evitar as desagradáveis (DAMÁSIO, 2000).

Damásio (1994; 2000; 2004) apresenta a relação entre “sentir” e “saber que temos um sentimento” (p.56) e explica:

o estado de sentir não implica necessariamente que o organismo que sente tem plena consciência da emoção e do sentimento das alterações que estão acontecendo, pois o organismo pode representar em padrões neurais e mentais o estado que nós, criaturas conscientes, denominamos sentimento, sem jamais saber que existe sentimento (p.56).

Ele propõe três estágios de processamento que fazem parte de um continuum: *um estado de emoção* (que pode ser desencadeado e executado inconscientemente), *um estado de sentimento* (que pode ser representado inconscientemente) e *um estado de sentimento tornado consciente* (conhecido pelo organismo que está tendo emoção e sentimento). A consciência

necessariamente tem de estar presente para que os sentimentos influenciem o indivíduo que os tem.

Damásio (2000) supõe que a emoção e a consciência estão alicerçadas na representação do corpo e são fundamentais para a sobrevivência do indivíduo.

Na revisão da literatura científica sobre o tema emoções, Otley e Jenkins (1998) afirmam que não encontraram muito, pois as emoções eram meramente aspectos dispersos da vida e do comportamento mentais humanos, nada tendo em comum a não ser o nome “emoções”.

No final do século XIX, três grandes nomes salientaram-se na área: Charles Darwin, William James e Sigmund Freud, que publicaram as fundações da compreensão das emoções na tradição das ciências biológicas e sociais.

Para Darwin (1838), o que interessava eram as expressões emocionais como prova possível da evolução da espécie humana, a continuidade do comportamento humano com o de outros animais e as bases físicas da mente. No livro, ele usava um conjunto de observações de imagens fotográficas de crianças, adultos e animais expressando emoções, naturalmente e em poses artificiais. A partir das observações traçava-se uma taxonomia das emoções. A idéia principal era que as emoções derivam de hábitos que no nosso passado evolucionário ou individual foram um dia úteis, baseados em atos reflexos. (DARWIN, 2000; OATLEY e JENKINS, 1998). Para Darwin, as expressões emocionais revelavam a continuidade dos mecanismos comportamentais adultos, como os dos animais inferiores e como os da infância. Para ele, as emoções têm uma qualidade primitiva. Seriam o elo com o nosso passado, quer com o passado de nossa espécie, quer com a nossa própria história individual.

William James (1890, p.76) expressa que “quando sentimos uma emoção, isso nos impele a um determinado tipo de atividade”.

A teoria sublinhava a forma como as emoções modificam os sujeitos corporalmente. Pode-se tremer, transpirar, o coração bater no peito, a respiração toma uma força involuntária enquanto se chora ou se ri desesperadamente. Uma parte do sistema sensorial visa ao interior do sujeito.

Oatley e Jenkins, compreendendo James, ressaltam (p.27):

que o ponto principal das sensações corporais é o conjunto de mudanças realizadas pelo sistema nervoso autônomo, a parte do sistema nervoso referente aos órgãos internos, incluindo o coração ,os vasos sangüíneos, o estômago, as glândulas sudoríparas, as mudanças dos movimentos dos músculos e das articulações contribuem para as alterações corporais sentidas[...] Não somos espíritos desencorpados. Agitando o corpo, as nossas emoções mostram-nos que algo importante está a acontecer.[...] As emoções dão “cor e calor” à vivência.

Oatley e Jenkins (1998) afirmam que Freud não desenvolveu uma teoria sobre as emoções, mas ofereceu teorias acerca dos efeitos de questões emocionalmente significativas: a teoria dos traumas emocionais, a teoria dos conflitos internos e a teoria da compulsão à repetição. Freud considerava que para compreender as emoções - deliberadamente ou involuntariamente - a mente parece prevenir-se contra emoções desagradáveis, chamando esses processos de mecanismos de defesa.

Na Filosofia, temos Aristóteles, afirmando que as emoções estão ligadas à ação e que derivam daquilo em que se acredita. As emoções são: “todos aqueles sentimentos que mudam [as pessoas] de forma a afetar os seus julgamentos e são também assistidas pela dor ou pelo prazer” (OATLEY e JENKINS, 1998, p.126).

Os autores acima afirmam, já retomando as idéias até aqui expressas, que as emoções são cognitivamente baseadas: podem ser analisadas em partes baseadas no que se sabe e se acredita. As emoções são agradáveis e desagradáveis, envolvendo um incitamento à ação. As emoções baseiam-se nas nossas avaliações dos eventos e podem afetar profundamente os julgamentos que se possam realizar.

Em Espinosa (1675) as emoções estão baseadas em avaliações, em formas de pensar. Quando se vê o mundo tal como é, tem-se verdadeiras convicções e, a partir delas, fluem as emoções ativas do amor e outras do mundo, baseadas na aceitação.

No universo da ciência, durante todo o século XX, e até em um tempo muito recente, a ciência cognitiva e a neurociência não revelaram muito interesse em relação às emoções (DAMÁSIO, 2000).

Para Damásio (2000), isso ocorria porque a emoção era considerada muito subjetiva, oposta à razão, e acreditava-se que a razão era independente da emoção. A razão era algo ligado ao cérebro, e a emoção, ligada ao corpo.

Recentemente, uma nova geração de cientistas elegeu a emoção como novo tema de estudo. E os estudos já apontam para o fim da oposição razão / emoção, pois a emoção integra os processos de raciocínio e decisão.

O autor lembra que ninguém pode observar os sentimentos que um outro vivencia, mas alguns aspectos das emoções que originam esses sentimentos serão observáveis por outras pessoas. É possível mencionar que os mecanismos básicos subjacentes à emoção não requerem a consciência, ainda que acabem por usá-la: a cascata de processos que acarretam uma manifestação emocional

pode ser iniciada sem que se tenha consciência do indutor da emoção. Nessa etapa do desenvolvimento e em se tratando da vida adulta, o autor escreve que “podemos sentir consistentemente nossas emoções e sabemos que as sentimos” e se refere a esse processo como (p.64):

a trama de nossa mente e de nosso comportamento que é tecida ao redor de ciclos sucessivos de emoções seguidas por sentimentos que se tornam conhecidos e geram novas emoções, numa polifonia contínua que sublinha e pontua pensamentos específicos em nossa mente e ações em nosso comportamento.

As emoções para Le Doux (1998) “são os fios que interligam a vida mental. Elas definem quem somos, para nós e para as outras pessoas (p.11)”. Ainda, citando Lazarus (1991), o autor argumenta que as emoções podem ser deflagradas automática (inconscientemente) ou conscientemente. Contudo, ressaltou o papel dos processos de pensamento superiores e da consciência, em especial quando se trata de lidar com reações emocionais que se apresentam. Para ele, na concepção de Lazarus, a cognição é uma condição ao mesmo tempo necessária e suficiente da emoção, pois o estímulo precisa ser avaliado. A avaliação é a apreciação mental do dano ou do benefício potencial de uma situação.

As emoções estão relacionadas à avaliação cognitiva individual das circunstâncias, sendo possível identificá-las pedindo às pessoas para recordarem como são as diferentes emoções. O autor entende a emoção e a cognição como funções mentais interativas, mas distintas, mediadas por sistemas cerebrais interativos, mas distintos.

A representação perceptual de um objeto e a avaliação do significado de um objeto são processadas em separado pelo cérebro. O sentido emocional de

um estímulo pode começar a ser avaliado pelo cérebro, antes que os sistemas de percepção tenham processado inteiramente o estímulo.

Os sistemas envolvidos no processamento cognitivo, ao contrário, não estão diretamente vinculados aos sistemas de controle de reações. A característica importante do processamento cognitivo é a flexibilidade de escolha. Ao mesmo tempo, existem os mecanismos de avaliação. A união entre os mecanismos de avaliação e os mecanismos de resposta constitui a estrutura de determinadas emoções. O resultado é a presença de sensações físicas junto com avaliações, e elas tornam-se parte da experiência consciente das emoções (LE DOUX, 1998).

Le Doux concorda com as pesquisas que demonstram o papel dos processos cognitivos como fontes de sinais capazes de deflagrar reações emocionais predefinidas. Mas a cognição também tem seu papel na emoção, capacitando o organismo a tomar decisões.

Para Damásio (2000), a palavra emoção tem diferentes conotações: primária (alegria, tristeza), social (embaraço, ciúme), de fundo (calma, tensão), mas todas têm um núcleo comum que é serem:

conjuntos complexos de reações químicas e neurais, formando um padrão; todas as emoções têm algum tipo de papel regulador a desempenhar, levando, de um modo ou de outro, à criação de circunstâncias vantajosas para o organismo em que o fenômeno se manifesta, as emoções estão ligadas à vida de um organismo, ao seu corpo, e seu papel é auxiliar o organismo a conservar a vida. Todas as emoções usam o corpo como teatro (p.75).

As emoções têm dupla função biológica: produzir uma reação específica à situação indutora e regular o estado interno do organismo, de modo que ele possa estar preparado para a reação. Para o autor, as emoções dão aos organismos as

condições de sobrevivência. Os organismos que têm consciência, capacidade de saber que têm sentimentos, podem identificar os sentimentos. Então, a emoção, por meio do sentimento, permeia o processo do pensar, refletir e planejar.

O funcionamento da emoção típica, nas palavras do autor, seguiria o seguinte processo: certas regiões do cérebro enviam comandos a outras regiões do cérebro e a quase todas as partes do corpo. Os comandos seguem duas rotas. Uma delas é a corrente sanguínea, para onde os comandos são enviados em forma de moléculas químicas que atuam sobre receptores nas células constituintes do tecido do corpo. A outra consiste em vias de neurônios, e os comandos ao longo dessa rota assumem a forma de sinais eletroquímicos que atuam sobre outros neurônios, fibras musculares ou órgãos que, por sua vez, podem liberar substâncias químicas próprias na corrente sanguínea. Os órgãos que recebem esses comandos mudam. Tanto o cérebro como o corpo são afetados pelo conjunto de comandos. Após a emoção ter sido desencadeada, ela precisa ser conhecida, e para isso mais duas etapas devem ser cumpridas: a primeira é o sentimento, a transformação em imagem das mudanças que acabamos de verificar. A segunda é a aplicação da consciência a todo o conjunto de fenômenos. Conhecer uma emoção - sentir um sentimento – só ocorre nesse momento.

Assim, são reconhecidas três etapas: acionamento do organismo por um indutor de emoção (por exemplo, um objeto para ser visualizado); sinais decorrentes do processamento da imagem do objeto (partes do cérebro que processam a visão); outros sinais são disparados a outras partes do cérebro e ao corpo para as reações.

Os padrões neurais surgem em duas classes de mudanças biológicas: estado corporal e estado cognitivo. As mudanças relacionadas aos estados corporais envolvem sinais humorais (mensagens químicas) e sinais neurais (mensagens eletroquímicas transmitidas pelas vias nervosas). A arquitetura do corpo muda. As mudanças relacionadas ao estado cognitivo ocorrem quando o processo de emoção gera a secreção de certas substâncias químicas em núcleos do prosencéfalo basal, do hipotálamo e do tronco cerebral em outras regiões do cérebro. Quando esses núcleos liberam certos neuromoduladores no córtex cerebral, no tálamo e nos núcleos de base, provocam alterações significativas: indução de comportamentos para gerar laços afetivos, nutrição, exploração e jogo, mudanças no processamento em curso de estados corporais para serem percebidos e modificados, mudança no modo de processamento cognitivo (visual, auditivo, etc.).

Imaginando tudo isso ocorrendo de forma apropriada, pode-se afirmar que um organismo tem uma emoção, manifesta-a e transforma-a em imagem, sente a emoção. Mas, para um organismo saber que tem um sentimento, é necessário acrescentar ao continuum o processo da consciência aos processos de emoção e sentimento.

Damásio (2004) afirma que a emoção precede o sentimento porque na evolução biológica as emoções vieram primeiro, e os sentimentos, depois. As emoções foram construídas a partir de reações simples que promoveram a sobrevivência de um organismo e que foram facilmente adotadas pela evolução. Todos os organismos vivos nascem com dispositivos para resolver problemas básicos de sua vida: encontrar fontes de energia, transformar energia, manter

energia no interior de si, manter equilíbrio – homeostasia - processos de regulação da vida.

O genoma garante que todos esses dispositivos estejam ativos na data do nascimento, ou pouco depois, com pouca ou nenhuma dependência da aprendizagem. Entretanto, é a aprendizagem que vai desempenhar um papel importante na determinação das ocasiões em que esses dispositivos virão a ser usados. A aprendizagem passa a modelar a execução de certos padrões.

Portanto, os estudos de Damásio (2004, p. 61) podem nos levar à compreensão de que:

Uma emoção é uma coleção **de respostas químicas e neurais** que formam um padrão distinto. As respostas são produzidas quando o cérebro normal detecta um estímulo-emocional-competente (EEC), o objeto ou acontecimento cuja presença real ou lembrada desencadeia a emoção. As respostas são automáticas. O cérebro está preparado para responder a certos EEC com repertórios de ação específicos (definidos pela evolução) e outros adquiridos pela experiência. O resultado imediato dessas respostas é uma alteração temporária do estado do corpo e do estado das estruturas cerebrais que mapeiam o corpo e sustentam o pensamento. O resultado final das respostas é a colocação do organismo, direta ou indiretamente, em circunstâncias que levam à sobrevivência e ao bem-estar.

Os objetos emocionalmente competentes (EEC), para o autor, podem estar presentes na realidade atual ou serem recuperados da memória. O efeito é o mesmo, quer o objeto esteja de fato presente, como imagem perceptível acabada de construir, ou como imagem reconstruída a partir da memória. Se o estímulo tem competência emocional, segue-se uma emoção. É interessante notar que com a idade adulta há poucos objetos emocionalmente neutros.

Damásio (2004, 175) lembra de Espinosa e escreve: “Um homem é tão afetado, agradável ou dolorosamente, pela imagem de uma coisa passada ou futura, como pela imagem de uma coisa presente”.

As emoções são dessa forma desencadeadas e executadas através de um processo que se inicia com o aparecimento na mente do Estímulo-Emocionalmente - Competente (EEC). Em termos neurais, as imagens do estímulo competente são apresentadas nas diversas regiões sensitivas que mapeiam as suas características (ex: córtices visuais e auditivos). Essa fase é conhecida como “*apresentação*”. Depois, os sinais ligados à representação sensitiva do estímulo são enviados para vários locais do cérebro, sobretudo para os locais capazes de desencadear emoções. Damásio os chama de fechaduras, que são abertas com chaves específicas. As chaves são os estímulos emocionais competentes, pois elas selecionam uma fechadura preexistente. A atividade nesses locais desencadeadores é uma causa imediata do estado emocional que ocorre no corpo e no cérebro. Essa cadeia de acontecimentos pode *reverberar e amplificar-se ou reduzir-se e terminar*. Os sinais neurais são comunicados em paralelo a outras regiões do cérebro. Algumas das regiões do cérebro hoje identificadas como desencadeadoras de emoção incluem a amígdala, córtex pré-frontal ventromedial e uma outra região frontal no córtex do cíngulo e na área motora suplementar. Os estímulos competentes emocionais são detectados de forma extremamente rápida. As regiões desencadeadoras captam esses estímulos porque os sinais passam ao lado das cadeias de processamento normal. Logo, o cérebro pode detectar um estímulo, quer estejamos prestando atenção ou não.

O sentimento é uma percepção de um certo estado do corpo, acompanhado pela percepção de pensamento e pela percepção de um certo modo de pensar. Os sentimentos emergem quando a acumulação dos detalhes mapeados no cérebro atinge um determinado nível. O sentimento é uma idéia, uma idéia do

corpo, uma idéia de um certo aspecto do corpo quando o organismo é levado a reagir a um certo objeto ou situação (DAMÁSIO, 2004).

Damásio retoma a questão do papel da emoção e do sentimento nas decisões e afirma que a emoção e o sentimento desempenham papel benéfico e indispensável, pois, à medida que se acumula experiência pessoal, formam-se categorias de situação social que incluem: os fatos que se relacionam com o problema, as opções que se têm para possível resolução, o resultado factual da solução e o resultado em termos de emoção e sentimentos. Isso se deve porque cada experiência de nossa vida é acompanhada por algum grau de emoção.

Por si só afirma ele, as emoções e os sentimentos não têm condições de prever o futuro, mas quando uma emoção desencadeia um sentimento num contexto apropriado, é possível prever o que poderá acontecer no futuro.

Quando uma emoção correspondente a uma situação do passado é posta de novo em ação no presente, consciente ou inconscientemente passa-se a focar a atenção sobre certos aspectos de um dado problema e por isso melhora-se a sua análise. Quando o sinal emocional é avaliado conscientemente, produz um sinal de alarme automático que aponta de imediato para as opções. Esse sinal automático que se pode sentir sob a forma de alterações no corpo (batimentos cardíacos, contrações intestinais, etc.) levará a não escolher uma opção negativa. O sinal emocional pode produzir, também, o contrário de um alarme e levar a fazer uma determinada escolha ainda positiva. É possível produzir certas emoções/sentimentos sem utilizar o corpo propriamente, fazendo o uso do sistema de simulação “como-se-fosse-o-corpo”.

Portanto, pode-se perceber que a emoção e o sentimento têm papel fundamental na tomada de decisão, na racionalização, no comportamento social e na ética, como consequência. Os mapas neurais são fundamentais para que o cérebro possa coordenar as funções do corpo. É necessário saber aquilo que está acontecendo em diversos setores do corpo para que certas funções possam ser controladas, corrigidas e efetuadas. Por isso os mapas neurais são importantes para a regulação da vida.

Os sentimentos emergem como um subproduto do fato de que o cérebro está empenhado na gestão de sua própria vida. Eles são eventos mentais que chamam a atenção para as emoções de onde provêm e para os objetos que desencadearam essas emoções. Os sentimentos colocam um “carimbo” nos mapas neurais: “Preste atenção”.

Para Le Doux (1998), a interligação da amígdala e córtex envolvem fibras que saem do córtex para a amígdala e vice-versa. Com essa crescente ligação entre eles, é possível que razão e emoção possam ter uma relação mais harmoniosa, trabalhando em conjunto.

A aprendizagem e a recordação dos objetos e situações emocionalmente competentes são também apoiadas pela presença dos sentimentos, para Damásio (2004). Ele afirma, também, que a memória de uma situação sentida faz com que, conscientemente ou não, evitem-se acontecimentos associados com os sentimentos negativos e procuremos situações que possam causar sentimentos positivos.

Pesquisas realizadas por Klimchak (2004) sobre a comunicação emocional confirmam o sentido e o propósito da exteriorização perceptível dos sentimentos.

O processo de tomar consciência dos sentimentos sinalizados envolve outras regiões cerebrais – áreas sensoriais mais externas do córtex. Elas se distribuem por todo o córtex cerebral, separadas de acordo com o sentido em questão: visão, audição, e assim por diante.

O estudo da consciência humana requer perspectivas internas e externas. Damásio afirma que se está condenado a estudar a consciência por vias indiretas, assim como para todos os fenômenos cognitivos, e,

Goste-se ou não, todos os conteúdos de nossa mente são subjetivos, e o poder da ciência provém de sua capacidade para comprovar ou refutar objetivamente a consistência de muitas subjetividades individuais. A consciência ocorre no interior de um organismo e não em público, mas se associa a várias manifestações públicas[...] é possível estabelecer uma ligação de três entre: 1) determinadas manifestações externas, 2) as manifestações internas correspondentes do ser humano que as está apresentando, conforme elas são relatadas por esse ser humano; e 3) as manifestações internas que nós, como observadores, podemos verificar em nós mesmos quando em circunstâncias equivalentes às do indivíduo observado (p.113).

A solução para ele é teorizar constantemente sobre o estado de espírito dos outros a partir de observações de comportamentos, relatos sobre estados mentais e verificação de suas correspondências com base em experiências pessoais comparáveis.

Consciência é o termo abrangente para designar os fenômenos mentais que permitem o processo de um observador, conhecer as coisas observadas, o proprietário dos pensamentos formados, o agente potencial; o ser que toma consciência de sua própria existência e da existência dos outros.

O fato de o indivíduo ser agente, interagir com um objeto, desenvolver imagens do objeto não é suficiente para se ter consciência. Ele precisa ter conhecimento e só consegue isso quando mapeia a relação que se estabelece entre o objeto e o organismo.

Resende e Versignassi (2004, p. 25) compreendem a consciência como:

o conhecimento que você tem de você mesmo. É, portanto um modelo interno do mundo que seu “eu” constituiu. Tudo o que você vê e boa parte do conteúdo da sua memória são o que sua cabeça pode acessar. O resto fica “escondido” no seu cérebro. Isso mostra que o sistema nervoso divide claramente o que vai e o que não vai para a consciência.

Para os autores, “cada momento que você vive é processado ao mesmo tempo por vários neurônios em diferentes partes do cérebro. É como se o mesmo sinal passasse por vários processadores intimamente ligados, como se todos fossem um só” (p.30). Dessa forma, dentro do seu cérebro, segundo eles, tudo o que você sente e pensa está espalhado em áreas distantes.

Penrose (1998), por exemplo, afirma que os sinais que os neurônios transmitem poderiam ficar em vários lugares ao mesmo tempo, que nem os elétrons dos experimentos quânticos, por uma fração de segundos.

O mapeamento é feito através de vários subsistemas e sistemas (sistema somato-sensitivo) que transmitem ao cérebro sinais sobre o estado do corpo. Esses elementos trabalham paralelamente e em perfeita cooperação para produzir, em vários níveis do sistema nervoso central, da medula espinhal e do tronco cerebral aos córtices cerebrais, uma infinidade de mapas do corpo.

Rosenthal (2002) escreve que se alguém está totalmente não consciente de algum estado mental, aquele estado mental não é um estado consciente. Assim, o sujeito só está consciente de um estado consciente se consegue pensar sobre esse estado. E se isso ocorre, esse pensamento é baseado em outros estados mentais: Pensamentos de Ordem Superior.

O depoimento dos participantes no que se refere à consciência são bastante sugestivos aos aspectos subjetivos do processamento, pois:

“A consciência é estudar mais, refrescar a memória. Estudando e buscando o que se tinha na memória. Consciência de que eu sei. Memória que posso resgatar. Fixar o conhecimento ajuda a ter consciência” (Participante 2).

“A consciência ocorre quando os estudantes conseguem expor aquilo que sabem (tanto de forma oral quanto escrita) com segurança, sem ser solicitado com antecedência e preparo” (Participante 3).

“A consciência para mim é quando eu explico e analiso alguma coisa e demonstro para alguém esse fato, determinado tema, e os outros conseguem compreender o que eu expliquei” (Participante 9).

“Tenho consciência porque satisfaço minha curiosidade de conhecer e entender a natureza” (Participante 11).

Buser (1998) escreve que a consciência é uma operação integradora vivida, que faz parte da atividade mental. A esse nível chamou de consciência primária. Menciona também um outro nível de consciência que chama de consciência reflexiva, que é uma operação de tomada de conta das suas próprias sensações, pensamentos, reflexões, emoções, vontades, desejos, crenças, comunicações pela palavra e outras atividades lingüísticas. Essa percepção interna do segundo grau, no adulto, origina estados e raciocínios em cascata.

A consciência implica vários subsistemas que ativam e movimentam vários centros que incluem: nível de alerta, atenção, seleção do objeto de atenção, motivação e início da atividade motora e da cognição. Cada um desses aspectos da consciência tem uma relação com a atividade de neuromoduladores (químicos) específicos.

Após essa discussão e apresentações desses processos, os depoimentos dos participantes sugerem novas relações para os processos cognitivos: estímulos emocionais, emoção, sentimentos da emoção, motivação, atenção, consciência.

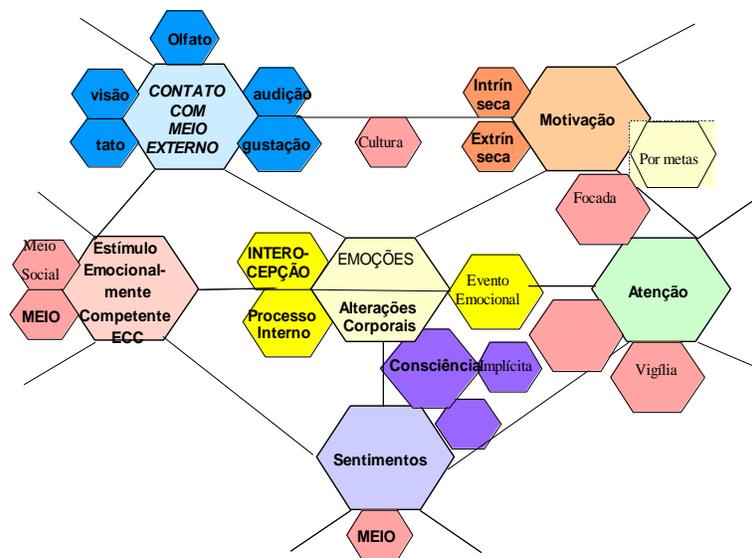
A dinâmica dos eventos da emoção ao sentimento e do sentimento do sentimento pode ser descrito da seguinte forma: 1) acionamento do organismo por um indutor de emoção (meio ambiente através dos receptores sensoriais); 2) sinais decorrentes do processamento das informações através de sítios neurais

que estão pré-ajustados para reagir ao objeto; 3) os sítios indutores geram reações do corpo e outros sítios cerebrais que desencadeiam as emoções; 4) mapas neurais são construídos, gerando sentimentos; 5) os sentimentos gerados por padrões de atividades neurais geram representações conscientes (DAMÁSIO, 2000).

A reconstrução dos eventos começa com o estímulo emocionalmente competente, a emoção, o sentimento da emoção, representação do estímulo emocionalmente competente, a motivação e a atenção.

Apresenta-se a seguir um ecocognigrama que ilustra a representação da dinâmica dos processos cognitivos.

FIGURA 2: ECOCOGNIGRAMA 1 – REPRESENTAÇÃO DOS PROCESSOS COGNITIVOS – 1ª ETAPA



Elaborado por Airton Mattos/2004

O segundo grupo de processos cognitivos, já iniciados com o processamento anterior, tem relação com a percepção desses eventos e prossegue até o raciocínio humano.

O estágio de processamento de informação nesse estágio do processamento cognitivo consiste de transdutores (conversores) que transformam o estímulo próximo (luz, som) em formas internas de energia (elétrica, bioquímica) específica ao sistema nervoso. E assim fazendo, os transdutores codificam o estímulo em uma forma apropriada para os próximos estágios: categorização, padronização, análise de estruturas, associações, reconhecimento, classificação, conceitualizações, utilização prática. Essas atividades cognitivas podem ocorrer de maneira modular (BOGDAN, 2003a).

A percepção é o conjunto de processos pelos quais o indivíduo reconhece, organiza e entende as sensações recebidas dos estímulos ambientais.

Laurie Lundy-Ekman (2002, p.371), ao analisar a importância da percepção na compreensão dos fenômenos mentais, escreve:

A percepção é a interpretação da sensação em formas com significado. A percepção é um processo ativo, exigindo interação entre o encéfalo, o corpo e o meio ambiente. Por exemplo, os movimentos oculares são essenciais para a percepção visual, e a manipulação dos objetos melhora a habilidade de reconhecer os objetos através de estímulos táteis. A percepção envolve a memória de experiências passadas, a motivação, as expectativas, a seleção de informação sensorial e a busca ativa de informação sensorial pertinente. O tálamo e muitas áreas do cérebro estão envolvidos na percepção.

O autor ainda enfatiza que o esquema corporal, também conhecido como imagem corporal, é uma representação mental de como o corpo está disposto. Os esquemas do próprio corpo em relação ao que nos cerca nos possibilitam localizar objetos no espaço e navegar precisamente. A informação visual, processada pelo córtex de associação visual, flui em duas direções (dorsal e ventral) nos auxiliando na localização.

Ramachandram e Blakeslee (2004) afirmam que o cérebro humano contém múltiplas áreas para processar imagens, cada uma das quais é composta de “uma

emaranhada rede de neurônios especializada em extrair da imagem certos tipos de informação”. Para eles, a percepção envolve muito mais do que a reprodução de uma imagem no cérebro. Envolve um ato de avaliação de julgamento. Mas não existe “um homenzinho dentro do cérebro” observando e apresentando suas conclusões.

O depoimento dos participantes permite analisar a questão da percepção, pois, para eles,

“Eu preciso prestar atenção e anotar tudo, tenho que ver escrito, preciso copiar. Eu preciso do apoio visual e auditivo. Tenho que escutar mais de uma vez, ler, repetir o que foi feito em aula” (Participante 3).

Aprende melhor vendo, ouvindo e interagindo, expondo de forma oral ou escrita, fazer relações, explicar para os colegas, fazer exercícios práticos. O professor deve provocar discussões” (Participante 4).

“Colocar as coisas que tu viu na prática, aplicar no dia-a-dia, sentir as experiências” (Participante 5).

“Preciso ler em voz alta e escrever. Tenho memória auditiva e visual. Lembrar as imagens da aula” (Participante 7).

“Preciso presenciar uma aula expositiva. Preciso fazer um resumo. Preciso escrever, preciso ter contato com a prática. Preciso eu botar a mão na massa. Fazer esquemas. Estímulos visuais e auditivos são fundamentais para eu aprender. As aulas devem ser interativas e na base de solução de problemas” (Participante 11).

A percepção começa, segundo Sternberg (2000), a partir da observação do estímulo físico ou um padrão observável que está sendo percebido, e depois chega gradualmente aos processos cognitivos de ordem superior, tais como a organização de conceitos, conhecidos como teorias ascendentes, teorias dirigidas pelos dados. Por outras vezes, teóricos utilizam as teorias descendentes, focalizando os processos de alto nível, o conhecimento existente e as expectativas prévias que influenciam a percepção, descendo depois até considerar os dados sensoriais.

“Aprendo quando vejo o objeto, Sou muito visual, mas gosto também de anotar. Exposição de colegas ajuda a aprender. Aulas com exploração visual, auditiva. Explico e analiso, demonstro” (Participante 10).

A percepção, para Eysenck e Keane (1994), depende, de maneira complexa, das expectativas e do conhecimento prévio de quem percebe, assim como das informações disponíveis no próprio estímulo.

Para eles, existem duas fontes óbvias de informações que servem de base para perceber o mundo externo: os estímulos sensoriais e o conhecimento das experiências passadas registradas na memória.

“Aprendo fazendo relações com o que eu já sabia. Depois tenho que repetir mais e mais e usar. Relacionar com algo para guardar, fazer conexões. Preciso visualizar, tocar, relacionar, discutir, falar sobre o assunto, reconstruir, transferir em uma atividade prática. Memorizar” (Participante 12).

Na percepção construtiva, Sternberg (2000, p.122) afirma que os Cognitivistas Bruner (1957), Richard Gregory (1980) e Rock (1983) escrevem que o perceptor cria (constrói) uma compreensão cognitiva (percepção) de um estímulo, usando a informação sensorial como o fundamento para a estrutura, mas utilizando também outras fontes de informação. De acordo com essa teoria, durante a percepção elaboram-se e testam-se mais rapidamente várias hipóteses relativas aos conteúdos de uma percepção, baseados no que sentimos (os dados sensoriais), no que se sabe (conhecimento armazenado na memória) e no que se pode inferir (utilizando processos de alto nível).

As teorias construtivistas partem de princípios em que a percepção é um processo ativo e construtivo, a percepção não é produzida diretamente pelo input, mas ocorre como produto final das influências interativas entre os estímulos

apresentados e as hipóteses internas, as expectativas e o conhecimento. A informação sensorial é utilizada como base para a elaboração de inferências sobre o estímulo apresentado.

A teoria da percepção direta afirma não serem precisos processos cognitivos, pois se obtêm as informações diretamente da realidade, no estímulo.

Marr (1982) propõe uma teoria da percepção visual e considera a riqueza da informação sensorial sem dispensar totalmente o valor do conhecimento e das experiências anteriores na percepção. Ele sugere que os dados sensoriais brutos das retinas oculares podem ser organizados mediante o uso de três espécies de características: limites, contornos e regiões de similaridade. Os limites formam as fronteiras entre objetos e partes de objetos, bem como em torno destes. As características de contorno diferenciam um tipo superfície de outro. As regiões de similaridade são áreas amplamente indiferenciadas pelas características distintivas (STERNBERG, 2000).

A Teoria dos Modelos estabelece que se armazena nas mentes grande quantidade de modelos, os quais são altamente detalhados para padrões que se podem reconhecer potencialmente.

A Teoria do Protótipo explica que se captam e se processam características de objetos que servem como representativos de padrões.

A Teoria das Características assume que se tentam comparar características de um padrão a características armazenadas na memória.

Sternberg (2000) escreve que um tipo particular de percepção de padrão é o que envolve as palavras, a linguagem. Para o autor, a leitura envolve linguagem, memória, pensamento e inteligência, bem como percepção. Você inicialmente

deve detectar e identificar as letras, depois, será necessário de alguma forma traduzir todos esses símbolos visuais em sons, deve encadear esses sons e formar uma palavra; então você identifica a palavra e calcula o que ela significa e assim sucessivamente, até frases e depois textos. Os leitores iniciantes têm de chegar a dominar processos léxicos e processos de compreensão.

A linguagem surge como produção humana voltada para o mundo exterior (um conjunto de símbolos corretamente ordenados, difundido para fora do organismo) e representação intercerebral desses símbolos e regras para associá-los (DAMÁSIO, A. e DAMÁSIO, H., 2004).

Para os dois pesquisadores, o cérebro elabora a linguagem mediante a interação de três conjuntos de estruturas neuronais:

- o primeiro, composto de numerosos sistemas neuronais dos dois hemisférios, representa interações não lingüísticas entre o corpo e seu meio, percebido por diversos sistemas sensoriais e motores; ele forja uma representação de tudo o que uma pessoa faz e percebe, pensa ou sente. Além de decompor essas representações não-lingüísticas (forma, cor, sucessão no tempo ou importância emocional), o cérebro cria representações de nível superior, pelas quais gere os resultados dessa classificação. Assim, ordenamos intelectualmente objetos, eventos e relações. Os níveis sucessivos de categorias e representações simbólicas produzidas pelo cérebro gerenciam nossa capacidade de abstração e de metáfora;
- o segundo conjunto menor de estruturas neuronais, geralmente situadas no hemisfério esquerdo, representa os fonemas, suas combinações e as regras sintáticas de ordenação de palavras e frases. Quando solicitadas pelo cérebro, esses sistemas reúnem palavras em frases destinadas a ser ditas ou escritas, se demandados em reação a um estímulo lingüístico externo (uma palavra ouvida ou um texto lido), asseguram os processamentos iniciais das palavras e frases percebidas;
- o terceiro conjunto, também presente no hemisfério esquerdo, coordena os dois primeiros. Produz palavras a partir de um conceito ou conceitos a partir de palavras.

O sentido é dado ao mundo, dividindo-o em categorias. As categorias, assim, servem para codificar o mundo. Categoria é uma classe de objetos que se acredita pertencer ao mesmo grupo. A categoria serve para explicar, codificar a experiência. A categorização é fundamental para a vida mental, uma vez que ela

reduz a necessidade de processos mentais, armazenamento, espaços e processos de raciocínio.

Eysenck e Keane (1998) citam Neisser (1976), que procurou fornecer uma síntese das diferentes posições teóricas e:

supõe que existe um ciclo perceptual envolvendo os esquemas, a exploração perceptual e o meio ambiente do estímulo. Os esquemas contêm coleções de conhecimentos obtidos da experiência passada, cuja função é direcionar a exploração perceptual para os estímulos relevantes do meio ambiente. Tal exploração envolve o movimento em torno do meio ambiente. A exploração perceptual leva o observador a experimentar algumas das informações do estímulo disponível. Se a informação obtida a partir do meio ambiente não consegue se correlacionar com os esquemas relevantes, então a informação dentro do esquema é modificada de forma a torná-la adequada (p86).

Ramachandran e Blakeslee (2004), quanto ao tema:

apresentam uma “visão mais nova da percepção sugerindo que ‘o fluxo de informações do cérebro se assemelha às imagens numa sala de parque de diversões cheia de espelhos, continuamente refletidas de um lado para outro, e continuamente alteradas pelo processo de reverberação”(p.149).

Eles concluem que o que chamamos de percepção é

realmente o resultado final de uma interação dinâmica entre sinais sensoriais e informações armazenadas em alto nível sobre as imagens visuais do passado. Toda vez que cada um de nós encontra um objeto, o sistema visual inicia um constante processo de questionamento. Indícios fragmentários chegam aos centros superiores e nosso cérebro faz muitas perguntas. Esses centros projetam respostas parciais “mais adequadas” de volta para as áreas inferiores, inclusive o córtex visual primário. Desta forma a imagem empobrecida é progressivamente trabalhada e aprimorada (p.152).

Guazzaniga (1998) afirma existir um dispositivo especial no cérebro esquerdo que ele chama de Intérprete, que executa mais uma atividade logo após a conclusão de uma infinidade de processos cerebrais automáticos. O intérprete reconstrói os eventos processados pelo cérebro. Esse dispositivo existe em nós para nos ajudar a entender as relações sociais e leis perceptuais já existentes no nosso cérebro enquanto crianças.

A aprendizagem transforma o próprio dispositivo de aprendizagem, por isso aquilo que foi aprendido pode influenciar a aprendizagem futura.

Embasado nos achados de Sjenowski, Guazzaniga (1998) acredita que o ambiente desempenha um papel crucial na estruturação do cérebro e que a experiência humana é um reflexo direto da realidade.

Embora cientistas creiam que o cérebro é um processo ordenado, intrincado desde o nascimento, há outros que afirmam que o cérebro adulto vai se religando a si próprio através da experiência (GUAZZANIGA, 1998).

O cérebro é um conjunto de circuitos dedicados a capacidades específicas. Sentir os sinais dessas capacidades através das interações dessas redes e da tarefa do intérprete, cuja missão é interpretar o comportamento e as respostas, sejam elas cognitivas ou emocionais, aos desafios colocados pelo ambiente. O intérprete elabora permanentemente uma narrativa contínua das ações, emoções, pensamentos e sonhos. Constrói as teorias próprias sobre a nossa própria vida.

Fodor (1983) defende a tese da modularidade da mente, em que a informação do ambiente externo passa primeiro por um sistema de transdutores sensoriais que transformam os dados em padrões com objetivo específico e um sistema de processamento. Cada sistema de entrada, por sua vez, produz dados em um formato específico para o processamento geral de domínio central. Os módulos são considerados duros, de arquiteturas neurais fixa, específicos, rápidos, autônomos, automáticos, dirigidos por estímulos, gerando saídas limitadas de acordo com os objetivos cognitivos centrais. Eles são encapsulados. Outras partes da mente não podem influenciar nem ter acesso às atividades internas do módulo, somente nas entradas. Os módulos têm acesso somente à

informação dos estágios de processamentos em níveis iniciais. Isso significa que o que a mente sabe e acredita não pode afetar a atividade do módulo.

Após o processamento e o trabalho do intérprete, a informação agrega uma série de traços, características que serão representadas no cérebro.

Teixeira (2004) explica que a teoria clássica da representação começa no século XVII e parte da pressuposição de estranheza do mundo em relação à mente que o concebe – uma estranheza que resulta de uma caracterização da mente como algo distinto e separado do mundo. Nesse sentido, a representação tem de recuperar esse mundo do qual a mente faz parte; é preciso instaurar uma garantia de correspondência com aquilo que se tornou externo.

De acordo com Palmer (1978); Markman (1999); Markman e Dietrich (2000), a representação está relacionada a:

a) o mundo representado, b) o mundo a ser representado, c) um conjunto de relações que especifica como o mundo a ser representado e o mundo representado se correspondem, e d) um conjunto de processos que extraem e usam informação da representação.

Representações mentais são carregadores de significado. As pessoas são capazes de interagir apropriadamente no seu ambiente e comunicar com outros, porque eles são capazes de representar informação sobre o mundo e manipular essas representações.

Uma vez que a representação mental carrega significado, então é importante saber como o elemento do mundo a ser representado vem a ter significado. Em uma teoria da correspondência do significado, um elemento a ser representado está em uma relação consistente com uma entidade que é externa

ao sistema. A correspondência oferece um mecanismo para manter a representação, conectado com o mundo externo (símbolo). Uma outra forma de estabelecer a correspondência é através de sua funcionalidade.

A representação pode ser espacial, por traços simbólicos, por redes semânticas, por representações estruturais.

A representação espacial utiliza o cálculo da distância como processo de representação.

Charles S. Peirce (1977) distinguia três formas em que um elemento poderia representar outro; isto é, poderia ser um ícone, um índice ou um símbolo. O ícone é um elemento que estabelece uma relação de semelhança com o objeto que ele representa. Um índice é algo que é casualmente relacionado com um objeto. Um símbolo é um elemento que estabelece uma relação arbitrária, fixa, convencional com o objeto representado.

Traços são símbolos na representação mental. Traços são elementos discretos no mundo da representação. Assim, um objeto será representado pelo conjunto de traços ou características no mundo da representação.

A representação funcional estabelece uma conexão do objeto com outros elementos da representação. Teorias funcionais do significado são holísticas. As redes semânticas são exemplos de representações funcionais.

As representações estruturadas utilizam relações de dependência entre as estruturas que compõem as relações entre o objeto e as características representadas.

As representações podem ser então imagens mentais, ou padrão neural, ou um padrão que é consistentemente relacionado a algo. A imagem que se vê

baseia-se em mudanças que ocorreram em nosso organismo - incluindo a parte do organismo chamada cérebro – quando a estrutura física do objeto interagiu com o corpo. Na há um retrato do objeto que seja transferido para a retina e desta para o cérebro. Há, isso sim, um conjunto de correspondências entre características físicas do objeto e modos de reação do organismo, segundo as quais uma imagem gerada internamente é construída (DAMÁSIO, 2000).

Para Damásio (2004), os acontecimentos do corpo são representados como idéias na mente. Existem “correspondências representacionais” (p.225), e elas caminham do corpo para a mente. Em sua perspectiva, o autor afirma que a mente é feita de imagens, representações ou pensamentos que dizem respeito a partes de nosso próprio corpo em ações espontâneas ou no processo de responder a objetos exteriores ao corpo. As imagens emergem do cérebro e, em uma grande proporção, moduladas por sinais do corpo. A mente humana, assim, percebe não só as modificações do corpo, mas também as idéias de tais modificações. Logo, consegue-se formar a idéia de um certo objeto, pode-se formar uma idéia dessa idéia, e uma idéia da idéia da idéia. Uma mente consciente é aquela que acaba de ser informada das suas relações simultâneas com o organismo dentro do qual se forma, e com os objetos que rodeiam esse organismo.

Pozo (2005), baseando-se em Goldberg, afirma que somente os sistemas cognitivos aprendem, uma vez que aprender é adquirir e modificar representações sobre o mundo (interno e externo). Para ele, os sistemas cognitivos adquirem seu sentido em nível ou ordem superior ao informativo, que seria o das representações[...]. Os processos de aprendizagem permitem aos organismos

uma crescente independência das pressões específicas do ambiente, ao permitir-lhes adaptarem-se a novos ambientes.

Os sistemas cognitivos não se caracterizam somente por processar informações, mas por gerar representações a partir dessa informação.

Nas teorias vigentes, os sistemas de atenção, percepção, memória ou aprendizagem constituiriam um conjunto universal de processos, independentemente da cultura e da aprendizagem (POZO, 2005).

Essas posições clássicas assumem que os processos são fixos, imutáveis, presentes, antes de qualquer interação com o ambiente.

As pesquisas apresentadas até aqui e as últimas pesquisas, citadas por Pozo (2005), demonstram que os processos não são fixos e imutáveis, e menos ainda que as representações sejam infinitamente moldáveis. Conclui Pozo (p.70) que:

a mente humana trabalha com representações, e essas representações, por sua vez, tratam daquelas partes do mundo com as quais essa mente interage. A mente e o ambiente se constroem mutuamente. Analisar, portanto, a aprendizagem como um processo de mudança de representações, diversamente do que acontece num sistema exclusivamente informativo ou computacional, implica estudar sua aquisição em domínios específicos do conhecimento.

O corpo, para Damásio (1994), contribui para o cérebro com algo mais que o suporte vital e os efeitos moduladores. Contribui com conteúdo, que é a parte fundamental dos mecanismos da mente normal.

Pozo (2005, p. 84) escreve:

há um mundo lá fora, mas o que nós representávamos, o que transformamos finalmente em informação e cálculos, não é o mundo – as mudanças físicas acontecem lá fora – , mas as mudanças que esse mundo produz em nosso corpo, a forma como essas mudanças físicas modificam nossa estrutura representacional.

Todos os aspectos discutidos até aqui sugerem que o sistema cognitivo humano dispõe de mecanismos gerais para processar informações e gerar aprendizagens como sistemas específicos para a representação dessa aprendizagem em contextos concretos.

Por um lado, as pesquisas demonstraram que as teorias específicas de domínio não são modulares unicamente.

Ramachandram e Blakeslee (2004) lembram as teorias antagônicas sobre o processamento cerebral – modularidade e holismo – e afirma que o pêndulo tem oscilado nos últimos 300 anos de um lado para outro desses dois extremos. Em um lado os modularistas defendem que diferentes partes do cérebro são altamente especializados para capacidades mentais: linguagem, memória, resolução de problemas cada um com o seu módulo e funcionam de modo autônomo. Cada um executa sua própria tarefa, sem falar com as outras regiões. De outro lado, os holistas defendem que o cérebro funciona como um todo e que nelas uma parte é tão boa quanto qualquer outra.

As pesquisas de Ramachandram e Blakeslee levam a inferir que os dois pontos de vista não são mutuamente excludentes. Essas mesmas experiências levaram a crer que as conexões no cérebro são extraordinariamente variáveis e dinâmicas. As recepções vêm à tona como resultado de reverberações de sinais entre diferentes níveis de hierarquia sensorial, na verdade até de diferentes sentidos.

Pesquisadores, como Flavell (1999), buscam uma terceira via representacional, levando em consideração a modularidade moderada, isto é,

módulos que possam ser desencapsulados e reconstruídos por processos de aprendizagem.

A teoria clássica da representação falha em resolver o problema da intencionalidade, pois a estocagem de informação na forma de símbolos e sua compreensão prática não contemplam o elemento extra-representacional, que permite estabelecer a ligação entre representação e o seu referente no mundo – porque esse elemento não tem uma representação (TEIXEIRA, 2004).

Para Teixeira, a representação enquanto significado surge do contato do organismo com o seu meio ambiente – um meio ambiente é modificado e se transforma no mundo para si dos diferentes organismos. Assim, faz-se necessário estudar não somente o sistema representacional dos diferentes organismos envolvidos, como também o meio ambiente onde as representações ocorrem e tem seus condicionantes, pois:

a intencionalidade, a representação e a vida mental não podem ser estudadas como fenômenos regionais, restrito aos cérebros ou às mentes dos organismos. A vida mental abrange contextos onde estão não apenas cérebros inteligentes, mas corpos que se tornam inteligentes devido à sua atuação num meio ambiente. [...] o estudo leva-nos em direção não apenas de uma teoria biológica, mas ecológica do significado, da representação e da vida mental (p.56).

Seguindo a etapa do processamento de informação, percepção, representação, os participantes consideram uma nova etapa a elevação das informações à memória, compreendendo-a como uma espécie de depósito em que tudo o que foi aprendido fica lá retido para que possam retomar quando necessário na sua integridade e originalidade, conforme os depoimentos dos participantes:

“A gente sabe retomar aquilo que aprendeu em uma abordagem diferente”
(Participante 2).

“Para ti ter aquelas sensações e obter aquilo como conhecimento adquirido tu tens que achar a maneira pela qual tu aprende melhor. Não adianta ouvir somente uma vez, a gente não aprende. Eu tenho que escutar uma vez, estudar, escutar uma segunda vez para poder ter aquilo realmente fixado na minha memória como aprendizado”.

“Para ter certeza que aquilo está fixado tem que reproduzir de alguma maneira. (...) Entender é saber reproduzir. Na faculdade, tudo é reprodução.”

“É necessário memória. Aprendizagem é memória de longa duração. Praticar. Fazer ligar as sinapses de longa duração. Sinapses maximizadas. Resgatar a informação através de pistas que ficam no cérebro”.

“Normalmente, eu decoro a matéria para tirar boas notas, pois preciso da nota pra passar na disciplina. Às vezes, não consigo memorizar tudo para outra situação e recuperar. Aprender é saber de modos diferentes os conteúdos” (Participante 6).

“Não adianta só ler. é preciso que o fato se repita. Eu preciso ver várias vezes. Todo o ambiente que me cerca ajuda a lembrar.”

Eu preciso repetir a matéria para gravar, para não esquecer. Isso ajuda a melhorar. Não repito a mesma frase, repito a matéria de forma diferente. Precisamos repetir, imitar, decorar, para vencer a matéria “(Participante 8).

“Precisamos decorar para a prova. A imitação de procedimentos, copiando os mais experientes, fazendo igual”.Exposição de assuntos e pesquisas feitas pelos alunos me ajuda muito a memorizar e aprender. Aprendemos quando vamos apresentar o conteúdo que preparamos para os colegas (Participante 9).

Ivan Izquierdo (2002) defende que a memória é “a aquisição, a formação, a conservação e a evocação de informações”; afirma que a “a aquisição é também chamada de aprendizagem”, uma vez que “só se grava” aquilo que foi aprendido. A evocação é a recordação, lembrança, recuperação. Só “lembramos aquilo que foi aprendido (p.9). Portanto, o autor conclui que” somos aquilo que recordamos”. O autor escreve sobre a importância e a necessidade de esquecer, para o cérebro e o ser humano (2004).

A personalidade está diretamente relacionada com as memórias de cada um de nós. Por isso, pode-se dizer com Izquierdo (2002, p.10) que:

Eu sou quem sou, cada um é quem é, porque todos lembramo-nos de coisas que nos são próprias e exclusivas e não pertencem a mais ninguém. As nossas memórias fazem que cada ser humano ou animal seja

um ser único, um indivíduo.(...) O acervo das memórias de cada um nos converte em indivíduos.

O ser humano é um ser social que vive em grupos, em comunidades, em sociedades e por isso necessita interagir com outros participantes da comunidade ou de até de outras comunidades, precisa aprender a ser e conviver com outros grupos, seres. Essa comunicação é fundamental para a manutenção e sobrevivência da sociedade: a defesa dos interesses comuns, o desejo de que todos os componentes de uma sociedade possam educar-se e conviver uns com os outros, respeitando, aceitando o outro como ele é, respeitando a ética e as emoções como metas de intercomunicação.

Izquierdo (2002, 2003,2004) afirma que a memória humana é parecida com a dos demais mamíferos no que se refere aos mecanismos essenciais e áreas envolvidas e a seu mecanismo molecular de operação, mas difere quanto ao seu conteúdo.

Ele diz que “as memórias são feitas por células nervosas (neurônios), são armazenadas em redes de neurônios e são evocadas pelas mesmas redes neuronais ou por outras” (2002 p.12).

As memórias, segundo Izquierdo (2003, p.99):

consistem basicamente na modificação da forma e, portanto, da função das sinapses que intervieram na formação dessas memórias. A maioria das informações que constituem memórias é aprendida através dos sentidos em episódios que são denominados experiências. Algumas, porém, são adquiridas pelo processamento interno de memórias preexistentes, modificadas ou não, o que se chama insight (em inglês).

É fundamental lembrar que, segundo o autor citado, “as memórias são” moduladas pelas emoções, pelo nível de consciência e pelos estados de ânimo “, pois o autor afirma que” todos sabemos como fica fácil aprender ou evocar algo

quando estamos alerta e de bom ânimo; e como fica difícil aprender qualquer coisa(...) quando estamos cansados, deprimidos ou estressados” (p.12). Para ele, então [e os depoimentos dos participantes têm confirmado], os maiores responsáveis pela aquisição, formação e evocação das memórias são as emoções e os estados de ânimo.

Usando um pouco das palavras simples, mas profundas de Izquierdo, quando brilhantemente assevera:

Nas experiências que deixam memórias, aos olhos que vêem, se somam o cérebro que compara e o coração que bate acelerado. No momento de evocar, muitas vezes, é o coração quem pede ao cérebro que lembre, e, muitas vezes, a lembrança acelera o coração (p.12).

As memórias dos humanos e dos animais provêm das experiências. Logo, as experiências são múltiplas e com isso as memórias serão inúmeras também. As memórias podem ser adquiridas em segundos, semanas, anos. Elas podem ser visuais, olfativas, auditivas, motoras ou musculares. Algumas dão prazer; outras, náuseas, medo, terror. Algumas necessitam associações de outras memórias existentes. Há também memórias que não requerem conhecimento anterior. Muitas outras memórias são um conjunto de traços embaralhados, sem uma lógica associativa (IZQUIERDO, 2002).

Izquierdo (2002) explicita que existe “um processo de tradução entre a realidade das experiências e a formação da memória respectiva; e outro entre esta e a correspondente evocação” (p.17). Ainda, “as emoções, o contexto e a combinação de ambos influenciam a aquisição e a evocação das memórias”.

Todo o itinerário de tradução na aquisição, consolidação e evocação das memórias utiliza complexas redes neuronais. Essa comunicação, transdução, tradução não é exatamente igual à realidade de onde provêm os estímulos

competentes. Por exemplo, uma experiência visual envolve sinais recebidos pela retina, esses sinais transduzidos para elétricos devem ser modificados mais uma vez pelo córtex occipital por processos bioquímicos. A leitura também sofre processos (já colocados antes) e acaba em outras áreas do córtex cerebral. A informação, auditiva, olfativa também percorre trajetos que deixam traços em todo o córtex cerebral. Todas essas regiões serão utilizadas para a formação e evocação de memórias. Observa-se algo semelhante a essa questão nos depoimentos:

“Eu tenho memória auditiva e visual e preciso utilizar as duas para aprender. Para entrar na cabeça, para memorizar”.

“Na verdade eu preciso estudar bastante em casa para gravar”.

“Eu preciso prestar atenção na aula, pois eu me lembro dos detalhes da aula”.

“Memorizar é ler bastante e gravar para quando a gente precisar está lá. Repetir ajuda bastante. Debates, participação dos colegas ajudam também a memorizar, gravar, aprender. Faço relações com conteúdo, com coisas que já aprendi” (Participante 7).

“Para eu guardar, aprender, é preciso presenciar uma aula explanativa.” Preciso fazer eu mesmo um resuminho. Só ouvindo eu não memorizo. Eu preciso escrever. Fazer esquemas. Ouvir para guardar, repetir várias vezes o mesmo tópico, praticar, realizar coisas com o assunto é importante. A repetição é para ver se tu guardaste os itens, tu tens que puxar para ver se tu lembra” (Participante 10).

“Algumas informações básicas estão relacionadas com a memória e servem de fundamento para construir as demais. Talvez tenha que repetir mais e mais. Eu não me preocupo em guardar informações ao máximo se eu sei o desenvolvimento, eu posso lembrar muita coisa a partir daquilo que eu sei. Usar é fundamental. Relacionar com algo para guardar, memorizar. Relacionar nomes com semelhanças. Quanto mais uso, mais conexões faço sobre o assunto, é possível que regiões do cérebro são ativadas, outras são bloqueadas. Visualizar, tocar, relacionar, discutir, falar sobre ele ajuda a construir conceitos e memória. Facilita. Se tenho uma aplicação, a prática ajuda a gravar, a memorizar” (Participante 11).

Em todo esse itinerário de conversão de realidades em um complexo código de sinais elétricos e bioquímicos, os neurônios funcionam como tradutores, permitindo que os sinais possam ser traduzidos e convertidos, servindo a duas

realidades (sensorial –interna; externa – mundo real). Entretanto, como todos os sistemas vivos, há perdas nesses processos de versão e conversão.

Izquierdo (2002) expressa esses eventos mentais de tradução e versão como transformação e diz que "Há algo de prestidigitação nessa arte que o cérebro tem de fazer memórias, de transformar realidades, conservá-las, às vezes, modificá-las e revertê-las ao mundo real" (p.18).

Há, segundo a literatura (IZQUIERDO, 2002, 2003,2004; SQUIRE, 2003; LENT (2001), KOLB e WHISHAW, 2002), dois tipos de memórias, seguindo a orientação funcional. Uma considerada "muito breve" tem a função de gerenciar a realidade e determinar o contexto em que os diversos fatos, acontecimentos ou outro tipo de informação ocorrem e se vale a pena ou não fazer memória ou se já há memória a respeito, que é a memória de trabalho ou memória imediata. Essa memória mantém a informação por apenas alguns segundos (minutos, por exemplo: quando se pergunta número de telefones, palavras, etc.), não deixa traços, esquece-se rapidamente. A memória de trabalho é processada pelo córtex pré-frontal. Depende da atividade elétrica dos neurônios dessa região. O córtex pré-frontal atua em conjunto com o córtex entorrinal, parietal superior e cíngulo anterior e com o hipocampo, através de troca de informações entre as regiões cerebrais e suas conexões.

A memória de trabalho tem papel importante, pois, ao receber uma informação, ela deve determinar se a informação é nova, útil ou não ao indivíduo. Ela deve questionar rapidamente os demais sistemas de memórias se há necessidade de continuar o processo ou não.

Assim , no que se refere ao aprendizado em uma determinada situação, a memória de trabalho tem papel fundamental de gerar, fazer emergir emoção, interesse e motivação ou não. Podem-se citar alguns depoimentos dos participantes, mas que não são explorados pelos professores para despertar as emoções e interesses dos alunos:

“Eu começo com a Leitura: contato com o tema repito a leitura, faço observações, analiso, extraio a essência do tema, procuro compreender as palavras, o sentido, os significados para a interpretação. Depois faço juízos de valor e aplico a matéria” (Participante 1).

“Primeiro, temos a exposição da matéria – anotações – procura fazer interações em aula com os professores - tirando dúvidas, re-estudo em casa, realizo atividades, reproduzo o conteúdo para fixação e guardar na consciência, depois procuro aplicar na prática” (Participante 2).

”Na sala de aula eu tenho o aprendizado individual. Troca de informação, interação entre professor e aluno - aprendizado socializado, coletivo. Conhecimento técnico é mais discutido com o objetivo de solidificar, unindo teoria-prática (estágios) e fazendo pesquisa com a realidade prática.” (Participante 3).

Há diferentes tipos de memórias: memórias declarativas e procedurais, para Izquierdo(2002,2003,2004), Squire(2003), Sternberg(2000).

As que registram fatos ou conhecimentos são conhecidas como declarativas, porque se declara (seres humanos) que algo existe e pode-se contar como se consegue representá-lo. Essas podem ser episódicas (autobiográficas), referentes a eventos com os quais se tem algum envolvimento; semânticas, quando se referem a conhecimentos gerais (IZQUIERDO, 2002).

As memórias que têm como base os procedimentos, habilidades, capacidades motoras, sensoriais, que se ligam aos hábitos são chamadas procedurais.

As duas memórias aqui descritas podem ser subdivididas em explícitas e implícitas. As memórias de procedimentos são consideradas implícitas, pois são ações que o indivíduo realiza de forma automática, ele sabe muito pouco sobre os processos envolvidos naquela aprendizagem, pois há pouca consciência e mais automatismo no processamento e na realização dessa ação. As memórias semânticas também podem ser implícitas (aquisição da linguagem), ou seja, há restrita intervenção da consciência.

As memórias que têm intervenção da consciência são chamadas de explícitas (declarativas). As memórias episódicas e semânticas requerem, na aquisição, formação, evocação e funcionamento, uma adequada memória de trabalho, isto é, um bom funcionamento do córtex pré-frontal. Izquierdo (2002) lembra que “as principais estruturas nervosas responsáveis pelas memórias episódicas e semânticas são duas áreas intercomunicadas do lobo temporal: hipocampo e córtex entorrinal, que trabalham associadas com o córtex cingulado e o córtex parietal” (p.23).

As memórias declarativas envolvem também regiões moduladoras: basolateral do núcleo amigdalino ou amígdala e as grandes regiões reguladoras dos estados de ânimo, alerta, ansiedade e emoções (substância negra, o locus cerelus, os núcleos da rafe e o núcleo basal de Meynert. Em uma linguagem menos taxonômica, Izquierdo (2002, p.23) reescreve assim a idéia acima: “os axônios delas atingem o hipocampo, a amígdala e os córtices entorrinal, cingulado

e parietal e liberam, respectivamente, os neurotransmissores dopamina, noradrenalina, serotonina e acetilcolina”.

As memórias de procedimentos ou implícitas envolvem o núcleo caudato e o cerebelo. As memórias de procedimentos ou implícitas sofrem modulação pelas emoções ou pelos estados de ânimo (IZQUIERDO, 2002).

Aparece também na literatura consultada (SQUIRE, 2003; IZQUIERDO, 2002; KOLB e WHISHAW, 2002; BEARS et al. 2002; e KANDEL, 2000) a expressão *priming*: memória adquirida e evocada por meio de “dicas”, “traços”, ou seja, fragmentos de uma imagem, letras, palavras ou partes dela, gestos, perfumes, sons ou visões. Alguns dos autores a consideram uma outra tipologia de memória. Os autores concordam que nós, assim como os animais, usamos esse tipo de recurso freqüentemente.

Esse fato ajuda a compreender a forma como muitas memórias semânticas, episódicas e procedurais são adquiridas, pois envolvem conjuntos de estímulos e o uso de fragmentos desses estímulos para sua constituição e evocação.

No depoimento dos participantes, pode-se observar essa preocupação com as pistas:

“Memorizar é resgatar a informação através de pistas que ficam no cérebro” (Participante 2).

“Quando eu presto atenção em aula, eu me lembro dos detalhes das aulas e das explicações dos professores, lembro imagens, a voz dos professores, desenhos ajudam a gravar na memória” (Participante 07).

“Todo o ambiente que me cerca me ajuda a lembrar” (Participante 8).

“Na memória as informações são decompostas para ser mais bem assimiladas, depois reconstruir de uma forma qualquer” (Participante 12).

No entanto, não conseguem explicitar como estas pistas estão dentro da cabeça.

As memórias podem ser divididas em: memórias de longa duração (declarativas) – necessitam de tempo para serem consolidadas, e as de curta duração permanecem poucas horas; segundo os autores, o tempo necessário para que as memórias de longa duração se consolidem. A memória de curta duração utiliza as mesmas estruturas nervosas que a de longa duração, mas envolve mecanismos distintos e próprios (IZQUIERDO, 2002).

As memórias de longa duração consolidadas que perduram por meses e anos são conhecidas também como remotas.

Em alguns depoimentos, os indivíduos procuram fazer uma distinção entre memórias mais duradouras, que chamam de aprendizagem, e memórias que não são aprendizagem, conforme:

“Aprendizagem é memória de longa duração. Praticar. Fazer ligar as sinapses de longa duração – sinapses maximizadas. Essa é a diferença entre decorar e ter conhecimento” (Participante 2).

“Tudo está conectado(...) essas coisas ficam dentro de ti, permanece como experiências, memórias, vivências” (Participante 5).

Na literatura consultada, os autores afirmam que há um grande grupo de memórias que utiliza a associação de um estímulo a outro estímulo com uma resposta, ou habituação, considerada a “forma mais simples de aprendizado e deixa memória” (IZQUIERDO, 2002).

Pavlov (1926) explicou que, em aprendizagens associativas, um estímulo novo é pareado com outro biologicamente significativo (dor, prazer), sendo que este produz respostas (fuga, salivação), e a resposta fica condicionada ao pareamento. A ligação entre um estímulo e a resposta é chamada de reflexo. O reflexo condicionado é a resposta condicionada a um estímulo inicialmente neutro. Há também o reflexo condicionado instrumental, em que o indivíduo ou animal

aprende a fazer ou omitir uma resposta condicionada para obter ou evitar o estímulo condicionado (IZQUIERDO, 2002).

Então, a repetição de um estímulo ou grupo de estímulos geralmente causa a diminuição gradual das respostas a esse estímulo. A habituação é o aprendizado mais simples e um dos mais importantes.(...) É também uma arte. (...) Nem sempre a habituação é involuntária; pode ser muito seletiva (IZQUIERDO, 2004, p.89).

O autor afirma que “as emoções determinam em grande parte o desenvolvimento da atenção seletiva e da memória seletiva” (p.89).

O uso reiterado do sistema de estímulo condicionado sem o reforço provoca a extinção da memória. A extinção é semelhante à habituação.

Podem-se citar exemplos dos depoimentos em que parece ser o uso da habituação e a extinção as maiores preocupações para a aprendizagem duradoura, o que parece equivocado:

“Normalmente, eu decoro a matéria para tirar boas notas, pois preciso da nota pra passar na disciplina. Às vezes, não consigo memorizar tudo para outra situação e recuperar. Aprender é saber de modos diferentes os conteúdos (Participante 6).

“Não adianta só ler, é preciso que o fato se repita. Eu preciso ver várias vezes. Todo o ambiente que me cerca ajuda a lembrar”.
Eu preciso repetir a matéria para gravar, para não esquecer. Isso ajuda a melhorar. Não repito a mesma frase, repito a matéria de forma diferente. Precisamos repetir, imitar, decorar para vencer a matéria” (Participante 8).

“Precisamos decorar para a prova. A imitação de procedimentos, copiando os mais experientes, fazendo igual. Exposição de assuntos e pesquisas feitas pelos alunos me ajudam muito a memorizar e aprender. Aprendemos quando vamos apresentar o conteúdo que preparamos para os colegas”(Participante 9).

No nosso cérebro há milhões de memórias e fragmentos de memórias. Usa-se esse repertório para se formar e evocam-se tantas outras. Durante nossas

atividades diárias aprendemos muitas coisas, mas muitas mesmo perdem-se (perda neuronal) ou são extintas por falta de reforço.

As memórias não são adquiridas na sua forma final de imediato. Elas sofrem influências de outras memórias, ou pelo uso de drogas, ou tratamentos (IZQUIERDO, 2002).

Para Izquierdo (2002,2004), a formação de uma memória de longa duração está relacionada a um processo metabólico envolvendo muitas estruturas cerebrais e ocupam diversas fases que duram entre três e oito horas até sua consolidação.

Há poucos estudos sobre as memórias de procedimentos ou do priming, mas estes revelam que as memórias procedurais ou hábitos são bastante semelhantes aos das memórias declarativas em que já há muitas pesquisas e estudos aprofundados.

A consolidação da memória de longa duração está ligada à descoberta do processo de Potenciação de Longa Duração (LTP), que é um “aumento persistente da resposta de neurônios à breve estimulação repetitiva de um axônio ou conjunto de axônios que fazem sinapses com elas”. Mais tarde foi descrita a Depressão de Longa Duração (DTP), a “inibição persistente de uma determinada resposta sináptica como consequência da estimulação repetitiva de uma via aferente” (IZQUIERDO, 2002).

O processo de formação da memória de longa duração, nas palavras do autor citado:

requer uma seqüência de passos moleculares que dura várias horas, durante as quais é suscetível a numerosas influências. Durante esse processo, a memória de curta duração mantém a memória funcionando até que a de longa duração se consolide.

Esses passos moleculares envolvem a atuação de várias regiões, pois:

A região CA1 do hipocampo é a estrutura da formação de memórias declarativas. Essa região não funciona isoladamente; é parte de um circuito que envolve o neocórtex vizinho (córtex entorrinal) e mais duas subáreas hipocâmpais: o gyrus dentatus e a subárea CA3. CA1 projeta, por sua vez, basicamente o córtex entorrinal, formando assim um circuito reverberante funcionalmente ativo. Por sua vez, o córtex entorrinal recebe fibras de, e emite fibras a: 1) vários núcleos da amígdala e do septum, que registram os aspectos emocionais das memórias e regulam sua função hipocâmpal; 2) córtex pré-frontal ântero-lateral, que é essencial para a memória de trabalho; 3) córtex parietal associativo; 4) córtex cingulado anterior e posterior; 5) a maior parte do córtex sensorial. Assim, a CA1 está interligada a todas as regiões do cérebro que registram qualquer tipo de experiência, às que determinam se essas experiências são novas ou não e às que lhes dão tom emocional.

Nesse momento, outras regiões juntam-se a essas para processar melhor as informações, e:

O hipocampo, a amígdala e o córtex entorrinal, pré-frontal e parietal recebem também terminações de vias nervosas vinculadas ao afeto, aos estados de consciência e ao maior ou menor grau de alerta, ansiedade ou stress.

O processo de formação das memórias de longa duração, portanto, é lento e frágil: consiste em muitas etapas e qualquer uma delas pode falhar e estão sujeitas a poderosos mecanismos de modulação.

A excitação ou inibição dessas áreas são importantes para determinar se cada memória de longa duração será efetivamente formada ou não.

O processamento da memória de curta duração é paralelo ao das memórias de longa duração e ocorre também no hipocampo, córtex entorrinal e córtex parietal associativo (IZQUIERDO, 2004).

As principais áreas envolvidas na evocação de memórias declarativas e de procedimentos são basicamente as mesmas utilizadas para a sua formação; só que, no caso das memórias declarativas, com o passar do tempo e à medida que as memórias se tornam mais velhas, o hipocampo, a amígdala e o córtex entorrinal passam a ter o papel menos importante. A memória de um dia requer a integridade de todas as estruturas. A memória de vários dias requer, para sua evocação, o córtex entorrinal, mas não mais o hipocampo ou a amígdala. Uma

memória suficientemente antiga requer a integridade física do córtex parietal posterior, mas não as demais estruturas mencionadas.

A evocação das memórias declarativas e dos hábitos é tão sensível à modulação por fatores emocionais, pela ansiedade ou pelo stress quanto para a sua formação.

Todos os passos descritos até agora revelam “a interdependência entre as áreas que levam à alteração subsequente no nível molecular” (Cammarota et al. 2000, in Izquierdo, 2002), de tal forma que o mecanismo básico da formação de potenciação de longa duração ou de memória declarativa de longa duração é constituído por fenômenos que determinam a alteração duradoura da função das sinapses envolvidas em cada caso.

Esse fato pode ser explicado pela função plástica, isto é, a capacidade das células nervosas de mudar suas respostas a determinados estímulos como função da experiência, no nível celular e molecular.

Para que o uso desse conjunto de processos moleculares para construir uma potenciação de longa duração ou uma memória determinada, quer seja na mesma seqüência ou em outras, possa saturar os sistemas metabólicos das células piramidais e impedir a formação de outras memórias ou potenciações, Izquierdo (2002, p. 46) afirma que:

a sensação física que todos experimentamos alguma vez de que, ao acabar determinada atividade intelectual, como um período de estudo intenso ou uma aula, “ não cabe mais nada em nossa cabeça” corresponde a um fato real. A pré-exposição a uma potenciação de longa duração ou a um aprendizado alimentício compromete a capacidade de nosso sistema hipocampal de aprender outra tarefa similar ou diferente durante minutos ou horas: usa-se, cada vez, uma porcentagem bastante grande da “capacidade bioquímica instalada” de nosso hipocampo.

Ramon y Cajal, em 1893, postulou que o armazenamento das memórias obedecia a alterações morfológicas das sinapses envolvidas em cada uma delas. Para ele, essas alterações consistiam em alargamentos, estreitamentos, bifurcações ou outras mudanças estruturais das sinapses.

Há consenso, segundo Izquierdo (2002) entre todos os pesquisadores da área de que, de fato, as memórias consistem na modificação de determinadas sinapses de distintas vias, que incluem o hipocampo e suas principais conexões.

Ao se alargar a superfície da terminação pré-sináptica ou da área dendrítica que está à sua frente, aumentará a eficiência dessa sinapse; se for ao contrário, diminuirá a eficiência.

James (1890) observou que as memórias são avaliadas no momento em que são evocadas, são atualizadas, tornadas presentes, utilizadas.

A evocação das memórias são recriações do cérebro em instantes. As memórias são revividas.

Izquierdo (2002) escreve que no “momento da evocação ou lembrança, ocorre uma reativação das redes sinápticas de cada memória”. Ainda que a “evocação será tanto melhor quanto mais componentes do(s) estímulo(s) condicionado(s) sejam apresentados na hora do teste” (p.57).

Conclui o autor que “o processo de evocação é a única prova real de que alguma vez aprendemos algo e formamos as consequentes memórias” (p.60).

Fala-se em evocar e lembrar. No entanto, o autor menciona também a necessidade de esquecer para a memória. Esquece-se, segundo Izquierdo (2004, p.21),

em parte porque os mecanismos que formam e evocam memórias são saturáveis. Não podemos fazê-lo funcionar constantemente de maneira

simultânea para todas as memórias possíveis, as existentes e as que adquirimos a cada minuto. Isso obriga naturalmente a perder memórias preexistentes, por falta de uso, para dar lugar a outras novas. (...) Não sabemos se os mecanismos através dos quais se guardam no cérebro os elementos principais de cada memória são ou não saturáveis, é possível que não o sejam. Temos bilhões de neurônios em conexões e interconexões(...) As possibilidades de intercomunicações entre as células do cérebro são imensas, e de cada um destas conexões ou sinapses podem surgir memórias; sem contar o fato de que cada conexão pode participar de muitas memórias diferentes.

O autor lembra também que “precisamos esquecer para poder pensar, e esquecemos para não ficar loucos, para poder conviver e para poder sobreviver”.

Mantendo a estrutura dos processos cognitivos evidenciados na entrevista com os participantes, após a memorização, há condições para resolver problemas e tomar decisões, conforme os depoimentos abaixo:

“O ato de conhecer guarda intrínseca relação ao fato de teres o poder sobre algo, sobre aquele objeto de teu estudo tu poderes acrescentar sobre ele, fazer uma análise, síntese, fazer relações com ele, aprová-lo.”

“Usar critérios racionais. A partir das minhas experiências anteriores, raciocinar sobre aquilo e pesar. Isso é verdadeiro? Ter um pré-contato sobre aquela matéria que fecha com aquilo” (Participante 1).

“Conhecendo as teorias e os avanços tecnológicos aos quais os estudantes devem ter uma posição crítica” (Participante 3).

“É preciso jogo de cintura para resolver os problemas que surgem quando se está na prática”. “É preciso fazer para aprender a solucionar problemas” (Participante 10).

Nas atividades diárias precisam-se superar obstáculos, tais como planejar um jantar, estabelecer um roteiro, elaborar mapas, diagnosticar situações, jogar xadrez, resolver problemas matemáticos, gerenciar negócios, pessoas, etc. Quando se consegue responder ao obstáculo com uma resposta de nossa memória, não se considera necessariamente um problema, mas quando isso não é possível, precisa-se utilizar nossa capacidade cognitiva. Sternberg (1999) descreve esquematicamente o processo de resolução de problemas:

- a) Definição e representação do problema;
- b) Formulação da estratégia para solucioná-lo;
- c) Organização da Informação;
- d) Alocação de recursos;
- e) Monitoração;
- f) Avaliação.

O autor lembra a necessidade de flexibilidade no seguimento das várias etapas do ciclo.

A resolução de problemas envolve todo um processamento mental e, muitas vezes, precisa-se utilizar mais do que um tipo de atividade reflexiva para conseguir superar os obstáculos.

A habilidade de resolver problemas é uma das mais importantes manifestações do pensamento humano.

Holyoak (1991) afirma que essa habilidade envolve uma seqüência de atividades cognitivas, como percepção, linguagem, sequenciamento de ações, memória, categorização, juízo, tomada de decisão.

Até pouco tempo a discussão sobre a tomada de decisão estava baseada em teorias ligadas aos modelos matemáticos e computacionais. Mais tarde, as teorias começaram a reconhecer que os humanos usam critérios subjetivos para suas decisões (STERNBERG, 1999).

Os indivíduos utilizam processos de eliminação de aspectos para reduzir as possibilidades, como se fossem atalhos mentais.

Sternberg (1999) postula, então, que a tomada de decisão e a resolução de problemas envolvem o raciocínio.

Sloman (in STERNBERG, 1999) observou, como resultados de suas pesquisas, que as pessoas utilizam dois sistemas complementares de raciocínio: um sistema associativo, envolvendo operações mentais baseadas nas similaridades e nas contigüidades; e um sistema fundamentado em regras, envolvendo manipulações baseadas nas relações entre os símbolos.

Evidência de estudos neuropsicológicos (HOLYOAK, 1991) têm auxiliado a compreender os componentes envolvidos na resolução de problemas, pois essa não é uma tarefa fácil, uma vez que se tem que fazer inferências a partir de indivíduos lesados. Há envolvimento dos lobos frontais do córtex cerebral. Essa extensa área tem papel importante nas atividades cognitivas e emocionais.

Uma conclusão fundamental dos estudos é que, se o indivíduo não tem interesse no futuro e não estabelece objetivos a serem alcançados, a capacidade de resolução de problemas de desintegra, deixa de existir. A resolução de problemas envolve também a criatividade, expertise (perícia) e a intuição (insight) (HOLYOAK, 1991, EYSENCK e KEANE, 1994 e STERNBERG, 1999).

A tomada de decisão é a essência da inteligência, comportamento intencional .

Essa área de estudo também recebeu muita influência da filosofia, matemática, economia, estatística e psicologia e, por último, as ciências da informação e processamento (SLOVIC, 1991, STERNBERG, 1999).

Muitos estudos têm demonstrado que essa área de estudo está passando, também, por um período de re-exame e crítica. Estudos cognitivos têm revelado que as pessoas, de fato, escolham de acordo com suas expectativas e maior utilidade. Portanto, há interferência de decisões subjetivas e emocionais também.

As decisões dependem de muitos fatores cognitivos que envolvem, por sua vez, também valores. As pesquisas têm apontado para uma alternativa de gerenciamento entre duas reações potenciais colocadas pela instabilidade dos valores. A resposta conservadora (decisão-teórica) que propõe uma verdadeira expressão dos valores é possível, e necessitamos esclarecê-los através da educação (reduzindo a incerteza em torna das preferências) e do uso de uma sofisticada técnica de elicitación para reduzir vieses interpretativos.

Esse conceito de gerenciamento por preferência reflete a profunda interdependência entre os fenômenos descritivos e os princípios normativos. Para Slovic (1991), os estudos sobre a tomada de decisão estão forjando um novo conceito de preferência que requer uma re-estruturação das teorias e abordagens normativas.

Nesse sentido, aparece a segunda categoria, que diz respeito às etapas em que ocorrem ou que deveriam ocorrer as aprendizagens.

4.2 Etapas em que ocorrem os Processos

A segunda categoria de análise se refere às etapas em que os processos cognitivos ocorrem. Os depoimentos revelam uma posição construída na relação educacional formal (escolas) em que a cognição é uma questão de como o professor ensina, e não como o aluno aprende. Demonstra que já existe, portanto, uma arquitetura da mente organizada através dos anos anteriores de educação formal: Educação Infantil, Educação Primária, Ensino Fundamental, Ensino Médio e, inclusive, Ensino Universitário. Parece ainda que

na visão dos alunos essa arquitetura está fortemente arraigada e baseada nas etapas de apresentação do conteúdo na sala de aula pelo professor e aí se evidenciam certas contradições. Por exemplo:

“Os processos ocorrem da forma como o professor apresenta a matéria em aula” (Participante 4).

“O meu processo cognitivo depende muito do estímulo inicial. O professor deve ter didática, trazer novidades, fazer coisas diferentes” (Participante 6).

Ou ainda, certos alunos dizem que há diferenças individuais que caracterizam a aprendizagem, como, por exemplo:

“Cada um tem seus processos cognitivos” (Participante 7).

“Os processos cognitivos precisam de vários fatores. Não adianta só ler, estudar, decorar para as provas” (Participante 8).

“Os processos cognitivos ocorrem quando aplico conhecimento em coisas” (Participante 9).

As etapas em que ocorrem os processos cognitivos na concepção dos participantes são:

“Eu começo com a Leitura: contato com o tema repito a leitura, faço observações, analiso, extraio a essência do tema, procuro compreender as palavras, o sentido, os significados para a interpretação. Depois faço juízos de valor e aplico a matéria” (Participante 1).

“Primeiro, temos a exposição da matéria – anotações – procuro fazer interações em aula com os professores - tirando dúvidas, re-estudo em casa, realizo atividades, reproduzo o conteúdo para fixação e guardar na consciência, depois procuro aplicar na prática” (Participante 2).

“Inicia-se com a aula expositiva (professor apresenta o conteúdo), os alunos tiram suas dúvidas, procuramos fazer relações, perguntas, análises. Depois, estudamos em casa com o material da aula, fazemos exercícios. No próximo encontro, testamos para ver se guardamos a informação na

memória, falando sobre o assunto, atividades práticas e, às vezes, aplicação” (Participante 4).

“Recebo a matéria(teoria), presto atenção – retomo em casa para aprofundar (não ficar somente com o que o professor deu em aula), pesquiso mais na biblioteca, Internet, outros textos, livros. Procuo fazer relações (conexões), essa idéia tem a ver com a outra que estudei antes, no semestre passado, na disciplina tal. Junto as coisas, tudo tem sentido. Relaciono com a prática minha. [Penso que muita prática é importante para aplicar conhecimento]. Fazemos simulações, passagem teoria-prática e isso funciona mesmo. A gente deve viver a situação” (Participante 5).

As percepções ou depoimentos dos acadêmicos revelam uma postura bem definida quanto à forma como têm sido submetidos a processos cognitivos e de aprendizagem, bem como à forma como eles pensam que deveria acontecer a aprendizagem. As concepções epistemológicas e pedagógicas dos professores, frente à realidade educacional no ensino superior, parecem de grande relevância, pois está claro para os acadêmicos que a forma como o professor desenvolve o ensino motiva ou não a aprendizagem:

“Começa com a exposição do professor – ouvir, participar com perguntas durante a exposição. Aproveitamos o momento da aula. Mais tarde leio em casa o caderno e começo o processo de memorização - retomando o que foi memorizado – memória visual, auditiva, imagens da aula. Após, faço relações com as coisas que já aprendi. Escrevo, debato com os colegas, leio mais. Vou para a prática - contato com os pacientes - aplicação do conhecimento estudado” (Participante 7).

“Tenho primeiro o contato com o assunto. A partir daí busco mais informações sobre o tema, acompanho a aula, faço perguntas e vejo os pacientes. Algumas coisas se repetem: contatos com os pacientes, conversas com os colegas e outros contextos e isso ajuda a gravar na

memória. Para gravar na memória eu preciso entender o porquê, para quando eu precisar esse conteúdo novamente eu posso buscar esse raciocínio de forma lógica” (Participante 8).

A pedagogia científica estabeleceu os passos formais de aprendizagem: clareza, associação, sistema e método (Preparação, apresentação, associação, sistematização e aplicação). Fica evidente, portanto, a ênfase no método.

O movimento escolanovista enfatizou o agente ativo da aprendizagem e a valorização da criança e sua natureza individual. Para Pimenta e Anastasiou (2002,p.45):

a didática decorrente dessa visão constitui o: “fundamento do liberalismo econômico, pois a escola está disponível a todos, e os professores estão prontos a ensinar; se os alunos não aprendem, é por sua responsabilidade, e não dos professores e da escola. Portanto, o professor não precisa de didática, precisa de técnicas de ensinar.”

Nos anos 60, com o advento da informática, surgiram as novas tecnologias virtuais, desenvolveram-se as novas técnicas de ensinar e sua aplicação no controle do processo de aprendizagem. Nesse mesmo período, observava-se que em função das novas tecnologias, as escolas passam a preparar os estudantes para o mercado de trabalho. Havia, então, uma preocupação em encontrar uma única saída, um único método de ensinar tudo a todos, uma forma padrão.

A educação acadêmica é claramente conceitualizada em termos de corpos de conhecimento; disciplinas ou campos interdisciplinares. Os critérios usados no planejamento e avaliação dos cursos são primariamente epistemológicos relacionados à razão, evidências, argumentos, verificação lógica. Ao mesmo tempo, a educação de adultos sempre teve relação com os papéis, a mudança social e a consciência e desenvolvimento pessoal.

Squires (1997, p.90) questiona: "Será que a educação de adultos é simplesmente educação para pessoas que se tornam adultas?"

A educação do adulto é a que é centrada no aluno – não no sentido simples de controle de currículo e do ensino, mas no sentido profundo em que toda atividade de educação envolve o estudante em torno de outros estudantes e outros adultos.

A educação de adultos gira primariamente na natureza de seus alunos, portanto, espera-se uma grande ênfase em experiências individuais e coletivas, em papéis, vivências significativas, conceitos próprios e relações com os outros. Essa ênfase deve aparecer nas quatro formas de pensar a educação de alunos adultos: a aprendizagem, o pensamento, as experiências de vida e o seu desenvolvimento.

A vida adulta representa o período da vida no qual os indivíduos propositadamente re-avaliam o papel do pensamento formal, isto é, pensamento não-contraditório e durante o qual eles podem ter sucesso novamente e aceitar contradições no seu pensamento e ação.

Sternberg (1992) sugere que as pessoas não estão fechadas em um estilo particular, mas podem de alguma forma escolher como pensar e abordar problemas. É necessário continuar pesquisando mais sobre o processamento cognitivo do adulto.

Squires (1997) refere a pesquisa de Chickering et al. e sugere uma nova abordagem para o ensino superior e do adulto, pois a vida adulta não é um platô, mas é cheia de altos e baixos e mudanças, uma vez que o adulto tem várias identidades e papéis no emprego, em família que clama por diferentes

relacionamentos e atitudes, além de crenças e mudanças físicas. Esses fatores colocam em dúvida a visão de maturidade como rotina previsível.

Os modelos educacionais ainda estão direcionados para o modelo liberal-acadêmico-individual, orientação essa que vem sendo desenvolvida e não considera aspectos específicos dos estudantes, além de estar em desacordo com a realidade.

“Temos o estímulo inicial, que é a aula do professor, estudo do vocabulário, depois, exercícios e aplicações” (Participante 11).

“Recebo a matéria do professor, presto atenção. Procuo fazer relações. Faço estudos em casa. Depois faço relações com coisas. Faço exercícios para memorizar a aprendizagem “ (Participante 6).

A noção básica é que há uma constante dialética entre a pessoa em mudança ou desenvolvimento e a mudança ou evolução da sociedade. Isto é, a pessoa cria e é criada pela sociedade em que ela vive. Há uma dinâmica em que pessoa é construída como um ser em transformação em um mundo em transformação.

A aprendizagem é um processo pelo qual o conhecimento é construído através da transformação de experiência. O conhecimento é um processo de transformação, sendo continuamente criador e reconstrutor. Precisa-se compreender como se dá esse processo de transformação da experiência em formas objetivas e subjetivas de real.

As operações em um sistema de aprendizagem e ensino envolvem um número de tarefas e papéis diferentes que parecem ser divididos entre os diferentes componentes do sistema. Em sistemas baseados em uma estrutura tradicional (professor, grupo), é o professor que desempenha a maioria das tarefas e dos papéis, sendo ele o componente principal da situação.

Entretanto, as pesquisas citadas até agora sobre a aprendizagem enfatizam a importância do processo de aprendizagem, reforçando que é o “aprendente” o componente essencial no evento pedagógico.

O objetivo das tarefas pedagógicas é criar as condições necessárias para o aprendente aprender. E o objetivo do processo de ensino e de aprendizagem é a aquisição do conhecimento, e somente o aprendente pode realizar essa operação final. Contudo, o que se ouve falar dos alunos é um pouco diferente; como exemplo, destaque:

“Há professores que se preocupam em dar sua matéria, fazer provas”
(Participante 2).

“Alguns professores despejam o conhecimento para os alunos, quantidade é aprender” (Participante 5).

De fato, entre o momento em que o professor oportuniza o contato com o real e o momento em que este é assimilado, um número de fenômenos cognitivos ocorre sobre os aprendentes e sabe-se muito pouco ainda hoje a respeito desse tema. Podem-se avaliar os processos citados através da informação que retorna dos estudantes (GREMMO, M.J.; ABÉ, D. in THORPE et al., 1997).

O ensino envolve ações entre seres humanos, usando ferramentas ou instrumentos, como mediação, em um contexto historicamente situado, os quais modificam e são modificados durante o processo.

Essa relação/mediação é um dos maiores desafios da docência superior, devido à expansão e à falta de formação de professores e à questão da construção do conhecimento pelo estudante em sala de aula-laboratório e outras atividades.

O conhecimento teórico não é comunicado na sua totalidade ao aluno, havendo um processo de intermediação/mediação/representação, pouco conhecido atualmente.

O ensino é um fenômeno social, interacional, em que identidades são construídas durante o processo interacional. Os alunos estão em um contexto social concreto, interagindo uns com outros, trocando idéias, compartilhando emoções, posicionamentos, construindo regras e comportamentos. Conforme os depoimentos abaixo:

“Aprende-se melhor vendo, ouvindo, interagindo com colegas e professores” (Participante 3).

“É interessante a gente estudar alguma coisa em aula e depois levar para fora da aula, aplicar, mostrar para as pessoas que a gente está estudando e pode explicar porque está acontecendo tal fenômeno” (Participante 4).

Todas essas atividades exigem uma elaboração cognitiva e social. Interação social é um conceito, segundo Toschi (2001), utilizado para salientar o estudo entre estrutura social e educação. A observação de condutas concretas no processo de ensino-aprendizagem permite verificar não só os processos cognitivos (...), mas também em que medida, e como, na interação que se estabelece com as pessoas com estatutos diferenciados (professor, colega), se adquire uma certa compreensão social da situação e do problema com os quais ele é confrontado.

É o conhecimento e a capacidade de aprender das pessoas que muda o mundo, isto é, torna-se importante o conhecimento como produção própria. O estudante não pode ser ensinado, ele deve apreender. O conhecimento de fato útil ocorre de forma ativa (JOHNSON, 1993). Pode-se observar nas falas deles:

“É importante que o professor questione o aluno, provoque discussões, relacione com outras disciplinas, relacione os conteúdos com o mundo, ajudando o aluno a fazer ligações com a realidade”(Participante 4).

“O processo de aprendizagem é construtivo, faz-se no dia-a-dia, à medida que as pessoas vão se comprometendo em construir o seu conhecimento” (Participante 5).

Se realmente se deseja melhorar o ensino superior, é necessário saber o que se passa nas mentes das pessoas quando aprendem. Compreender é a competência vital. Significa conhecer as formas pelas quais os estudantes apreendem e distinguem fenômenos relacionados ao sujeito (RAMSDEN, 1992).

Na mesma obra, afirma o autor que o ensino superior está baseado na teoria de que os alunos irão aprender se o professor transmitir a eles informações e os fizerem realizar provas, tarefas sobre a matéria repassada.

Os estudos de Thorpe (1993), Ramsden (1992) e Bennet (1993) evidenciam que, do ponto de vista da aprendizagem como mudança de compreensão, muitos alunos na Educação Superior não estão aprendendo efetivamente como deveria ser. Há clara variação na qualidade e nos desenvolvimentos da última década.

No modelo tradicional – bancário, ou linha de montagem – a sala de aula baseia-se no pressuposto de que o importante é a razão, a formação intelectual. A aprendizagem por livros e aulas expositivas permanece a única e melhor opção. Os acadêmicos são receptores do conhecimento – fatos – e precisam dar respostas predeterminadas e corretas.

Senge (2005, p.32) escreve sobre a forma mecânica em que a educação clássica se estabeleceu e prevaleceu como modelo mental, nos dias de hoje, em quase todas as instituições educacionais nas práticas de seus professores:

a maior parte de nós desenvolveu suas técnicas de sobrevivência para as instituições da era industrial [...] Aprendemos como agradar o professor, pois precisaríamos mais adiante agradar o chefe. Aprendemos como evitar respostas erradas e levantar a mão quando soubéssemos a resposta certa,

hábitos que, mais adiante, moldariam a dança organizacional contínua de evitar a culpa e buscar crédito por sucessos. Aprendemos como ficar quietos quando nos sentíssemos perdidos, razão pela qual ninguém questiona o chefe na reunião oficial, mesmo quando diz coisas que não fazem sentido.

Para ele, representa-se e pratica-se o poder de modelos mentais compartilhados que não são questionados, são “teorias em uso” que, muitas vezes, são opostas às teorias que as pessoas acreditam ser modelos naturais de pensar e agir.

Bentley (1998) diz que há dois testes cruciais para um sistema educacional efetivo: Quão bem os estudantes podem aplicar o que aprenderam em situações, além dos limites de sua experiência educacional formal, e quão bem estão preparadas para continuar aprendendo e resolvendo problemas através de sua vida. Conforme os depoimentos dos participantes:

“O contato com o paciente é melhor, especialmente com a presença dos supervisores. Tu faz os exames e tu realiza o procedimento. O supervisor fica orientado. E refletimos sobre os procedimentos” (Participante 8).

“É preciso fazer para aprender a solucionar os problemas reais” (Participante 10).

O objetivo do sistema de educação é preparar jovens de forma adequada para os desafios e responsabilidades que eles enfrentarão durante todas as suas vidas, e, se a sociedade está mudando, então se deve mudar a forma como se inserem as pessoas na sociedade.

Bentley (1998) propõe a tarefa de educar para um mundo em que há menos ordem, menor previsibilidade, mais caos, onde soluções estão constantemente em movimento para superar desafios.

O depoimento dos participantes demonstra, então, já haver uma forma de representação do mundo e de suas articulações, ou seja, já há uma cabeça bem feita durante todos esses anos de educação formal e informal.

Nessa categoria analisada, observa-se a contradição entre o modelo mental internalizado e incorporado pelas instituições formais de educação e a dificuldade de desenvolver um processo reflexivo, prático, que acompanhe a mudança da sociedade.

A escola e o sistema educativo, em seu conjunto, podem ser entendidos como uma instância de mediação entre os significados, os sentimentos e as condutas da comunidade social e desenvolvimento particular de novas gerações.

Essa escola impõe certos modos de conduta, pensamento e relações próprias de uma instituição que se produz a si mesma, independente das mudanças radicais que ocorrem ao redor. Os docentes e os estudantes acabam reproduzindo as rotinas que geram a cultura da escola, com o objetivo de conseguir a aceitação institucional (PÉREZ GOMÉZ, 2001).

A educação é entendida como um complexo processo de enculturação, pois, segundo Pérez Gómez (2001), a escola é um espaço de cruzamento de culturas: a cultura crítica, a cultura social, a cultura institucional, a cultura experiencial, a cultura acadêmica.

Gardner (2005) fala na necessidade de “mudar mentes” e esclarece que a mente humana muda a todo o momento, enquanto o sujeito está cochilando ou dormindo. Mesmo quando “ficamos senis”, nossas mentes está mudando, embora sempre de maneira desejável “(p.17).

Os cognitivistas, segundo o autor, falam em imagens, idéias, operações mentais e a mente, e que as pessoas assimilam informação, a processam de várias maneiras e criam diversas representações mentais. Nossas representações mentais mudam o tempo todo de uma maneira modesta.

Gardner (2005, p. 27) identificou sete fatores que chama de ferramentas, alavancas para oportunizar a mudança da mente, as quais são:

- **razão**: uma abordagem racional envolve fatores relevantes, pesar cada um separadamente e fazer uma avaliação global;

- **pesquisa**: a coleta de dados relevantes complementa o uso da argumentação. A pesquisa não precisa ser formal; ela só precisa permitir a identificação de casos relevantes e um julgamento sobre eles justifica a mudança de opinião;

- **ressonância**: denota o componente afetivo. Uma visão ou perspectiva ressoa na extensão em que parece certa para o indivíduo, parece se encaixar na situação e convence a pessoa de que não há necessidade de considerações adicionais;

- **redescrições representacionais**: uma mudança mental torna-se convincente na extensão em que se presta à representação em diferentes formas, com essas formas reforçando-se mutuamente;

- **recursos e recompensas**: as possibilidades de mudança mental estão ao alcance de qualquer pessoa com a mente aberta. No entanto, a mudança mental é mais provável quando há recursos mais consideráveis dos quais se pode lançar mão;

- **eventos do mundo real**: a mudança acompanha um evento na sociedade mais ampla que afeta muitos indivíduos, não apenas aqueles que estão contemplando uma mudança mental;

- **resistências**: há resistência à mudança, e isso se deve a visões perspectivas sólidas que resistem à mudança.

Quando se fala em mudar a mente, mudar a cabeça, a forma de ver o mundo está se falando em mudança de “conceitos, histórias, teorias e habilidades”. Um conceito é um termo amplo que se refere a qualquer conjunto de entidades relacionadas. As histórias são narrativas que descrevem eventos que se desenrolam com o passar do tempo. As teorias são explicações formais de processos do mundo. As habilidades ou práticas consistem em procedimentos que a pessoa tem de executar (GARDNER, 2005). Logo, segundo ele, cada um é, de acordo com as “idéias, conceitos, histórias, teorias e habilidades”.

O autor apresenta o paradoxo da mudança, isto é, a mente pode mudar com facilidade, especialmente quando se é jovem, mas, ao mesmo tempo, a mente é conservadora, resiste à mudança.

Desenvolvem-se desde crianças teorias poderosas sobre o mundo: teorias intuitivas da matéria, teorias intuitivas da vida, teorias intuitivas da mente, teoria intuitiva das relações humanas. Essas teorias não saem do vazio. Elas são plausíveis e se baseiam em evidências dos sentidos e parecem ser validadas de vez em quando (GARDNER, 2005).

Gardner (2005) considera a imagem das teorias infantis como leves depressões no terreno inicialmente macio da mente/cérebro e diz que, quanto mais uma teoria parece confirmada, mais profundas tornam-se as depressões que acabam com vales significativos. Esses vales tendem a permanecer, caso não ocorra algum evento que os mudem, pois são como gravações duradouras.

Assim, pode-se afirmar que as teorias são difíceis de mudar, e as teorias iniciais mostram-se especialmente mais difíceis de alterar. Parece que as pessoas

são educadas explicitamente para que se tornem conservadoras, e isso fica evidente quando se inicia a escola.

Um dos fatores que ajudam a manter aprendizagens, conservar conhecimentos, é a ressonância emocional, isto é, quanto mais emocional for o comprometimento, mais difícil é a mudança (GARDNER, 2005).

Logo, o professor ou aquele que está imbuído da mudança deve descobrir quais experiências, perspectivas ou argumentos apresentam maior probabilidade de contestar essa representação e construir experiências que ajudarão na descoberta de um conceito mais poderoso, uma história mais convincente, uma teoria mais sólida, uma prática mais efetiva – construindo uma representação mental superior.

Vygotsky (1987), interessado também com a mudança da mente da criança, afirmava que em um empreendimento pedagógico o profissional deveria determinar o nível de competência do sujeito para depois fazer a intervenção, ampliando sua zona de desenvolvimento proximal.

A escola é uma instituição formalmente encarregada de mudar mentes. Elas criam currículos e disciplinas que tentam cristalizar o atual estado de conhecimento, e ela assume a responsabilidade por monitorar como e em que extensão as mentes dos alunos foram de fato modificadas.

Para Gardner (2005, p.73), nossa mente muda:

porque queremos mudá-la ou porque alguma coisa acontece no mundo real ou em nossa vida mental que justifica uma grande mudança. A mudança pode ocorrer em qualquer esfera: nossas crenças políticas, nossas crenças científicas, nosso credo pessoal, nossas visões sobre nós mesmos.(...) Embora, às vezes, a mudança mental possa ser suave, ela pode ser especialmente pungente quando promove uma mudança completa em nossa visão de mundo ou estilo de vida.

A educação é considerada uma das aquisições mais importantes na sociedade. Para tanto, as escolas são essenciais para atingir tal objetivo. Entretanto, o tipo de aprendizagem que ocorre na instituição educacional contribui para fossilizar uma estrutura de ensino e aprendizagem que não acompanhou a realidade.

As disciplinas da forma como estão estruturadas são consideradas as melhores opções lógicas para o pensamento, mas a lógica obtida nas pesquisas demonstra que a lógica natural não segue as lógicas das disciplinas educacionais (POZO, 2005).

Gardner (2005, p. 140) afirma que “os estudos cognitivos documentam que tanto o conteúdo disciplinar quanto os hábitos mentais disciplinares podem ser profundamente contra-intuitivos”. Ele considera necessário mudar a mente dos aprendizes, ensinar os segredos das disciplinas, declarando que são necessárias três condições. Na primeira, é necessário confrontar diretamente as concepções erradas dos alunos, confrontando também conteúdos e métodos. As resistências precisam ser claramente conhecidas e confrontadas. A compreensão precisa emergir da confrontação regular e sistemática de seus modos de conclusão de pensamento “naturais”, mas tipicamente inadequados. Em segundo lugar, os indivíduos precisam vivenciar exemplos, situações de realidade. E, por último, oportunizar a chance de abordar um tópico de várias maneiras diferentes.

Pozo (2005, p.100) lembra que as pesquisas com os conhecimentos científicos têm demonstrado que:

inclusive, depois de amplos esforços de instrução, as pessoas persistem em suas representações implícitas, ou, como são chamadas às vezes na pesquisa instrucional, em suas misconceptions (concepções errôneas), muito mais além do que a analogia com o pensamento científico suporia,

embora com todas as cautelas em relação aos mecanismos de mudança conceitual na própria ciência.

4.3 Atividades e/ou Experiências Acadêmicas Relevantes

A terceira categoria evidenciada pela pesquisa, através das entrevistas, elencou as atividades e/ou experiências acadêmicas que os estudantes consideram relevantes para seu desenvolvimento cognitivo. Mais uma vez nota-se um movimento dialético entre o modelo mental, estabelecido pelo professor e pela Instituição, já descrito nesse capítulo, e o que os alunos consideram importante para a sua aprendizagem. Algumas atividades são realizadas conforme alguns depoimentos, e outras são só lembradas como importantes, mas não realizadas, às vezes, por dificuldade da instituição (o que é alegado), e outras, por princípios dos professores.

As atividades mais citadas foram: atividades práticas, estágios, pesquisas, contatos com a realidade, atividades que produzam aprendizagem, desenvolvidas por professores entusiasmados, atividades comunitárias, sala de aula criativa, desafiante, laboratórios, clínica (atendimento), saídas de campo, situações, simulações, visitas, novas didáticas, experiências dos alunos (valorização), atendimento real a pacientes, experiências práticas, debates, exposições, conforme os depoimentos abaixo:

“Aprender em sala de aula é diferente de aprender em estágios, laboratórios. Na sala de aula é o professor que nos forma e temos de aprender a ter avaliações” (Participante 2).

“O acadêmico é inserido em um ambiente que sugere contato com a informação; métodos de estudo, interações com pacientes, situações vivenciais, referindo-se à necessidade de trabalho com pacientes reais. “As atividades mais importantes são aquelas que exigem comprometimento e dedicação, satisfação pessoal e desafios” (Participante 3).

“Atividades envolventes, dinâmicas de pesquisa, pois a gente se envolve em procurar para ter o conhecimento.” “Situações de estágios em que os alunos realmente estão enfrentando a realidade são inesquecíveis e consagradoras” (Participante 5).

“Tudo o que eu sei foi compreendendo, e com as experiências práticas fica tudo mais presente”. “O que mais me ajudou foram os estágios práticos”. “Não basta ler e olhar os outros fazerem. É importante tu vivenciá-los, é o que mais fica cognitivamente falando” (Participante 7).

Ilenkov (1974), em *Atividade e Conhecimento*, escreve que há um problema de “aplicação prática do conhecimento para a vida” e que o graduado da faculdade encontra-se no quadrante de não saber aplicar o “conhecimento aos problemas que surgem fora da escola-faculdade”.

Esse fato tem uma relação com a habilidade especial de correlacionar o conhecimento ao objeto real. Para Ilenkov (1974), deve haver um tipo especial de atividade que correlaciona o conhecimento a seu objeto, em que o conhecimento e o objeto são pensados como duas coisas diferentes, distintas, da pessoa, isto é, o conhecimento contido em fórmulas gerais, instruções e proposições. E a outra coisa é o caos desestruturado do fenômeno como é dado à nossa percepção (p.1). A teoria clássica instrucional tenta resolver esse problema de saber “como aplicar o conhecimento para a vida” criando um sistema de regras e formas de aplicação (p.2).

Pelo depoimento dos participantes, nota-se que o conhecimento oferecido no ensino é inadequado na sua forma de apresentação, o que na percepção dos acadêmicos não se constitui em conhecimento real, mas algum outro tipo de conhecimento.

“É necessário sair da sala de aula. Interações fora da sala de aula é muito importante para aprender” (Participante 2).

“O melhor é fazer coisas no laboratório, na prática e depois tentar descobrir o que aconteceu. Da prática para a teoria” (Participante 4).

“Os professores vêm preparados para passar conteúdo e fazer provas”
(Participante 5).

Na faculdade o acadêmico tem contato com imagens prontas da realidade e as fórmulas verbais que as expressam, mas a realidade ele encontra somente fora da sala de aula, fora da escola. Os acadêmicos não conseguem estabelecer uma ponte entre esses dois mundos na sala de aula. O acadêmico se sente perdido quando não encontra na vida real atividades que tenham sido tratadas cientificamente na sala de aula. Ele somente se sente capaz de aplicar regras descritas em sala de aula se encontrar situações iguais. Ou seja, “situações em que o objeto de estudo já tenha sido sistematizado pela atividade de outro (professor, especialista)”. A visualização de fórmulas e regras verbalmente dadas. A fórmula organiza a imagem e dirige a atividade de construir a imagem ou representação visual (ILENKOV, 1974).

A pessoa que passa por esse processo, para Ilenkov (1974), torna-se escrava de fórmulas prontas, até mesmo no ato de contemplar, no processo de percepção do dia-a-dia, mesmo no objeto, isto é, torna-se acostumada a ver aquilo que foi ensinado em aula.

A aprendizagem tradicional se reduz ao processo de assimilar conhecimento pronto, informação pronta, concepções prontas, isto é, realizado através da incorporação de imagens prontas.

Para Ilenkov (1974), o verdadeiro pensamento é formado precisamente – quando e somente quando – o trabalho da linguagem é “indissolúvelmente ligado ao trabalho das mãos”. Não as mãos delineando letras, palavras e proposições em um papel, mas “mãos fazendo coisas”.

“O estágio e a vivência prática me ajudam a pensar melhor o curso.”
Aplicar e aprender são o mesmo método” (Participante 1).

“A prática é fundamental. A aplicação é parte importante, situações de aplicação, o laboratório” (Participante 3).

“É importante vivenciar, pois é o que mais fica cognitivamente”
(Participante 7).

“Eu prefiro partir da prática para a teoria” (Participante 9).

“Na prática, observamos a teoria, quando vamos ao laboratório. Quando nós mesmo executamos as tarefas” (Participante 10).

A atividade externa e interna (LEONTIEV, 1978) do sujeito é mediada e regulada por um reflexo psíquico da realidade. O que o sujeito vê no mundo objetivo são motivos e objetivos, e as condições e sua atividade devem ser recebidas por ele de uma forma ou de outra, apresentadas, compreendidas, retidas e reproduzidas em sua memória. Isso também se aplica aos processos de sua atividade e ao próprio sujeito (p.1).

Leontiev (1978) escreve que o Marxismo considera a percepção – atividade de reflexão sensória direta, uma forma base de cognição que alcança o nível mais alto no processo histórico de desenvolvimento humano. Para que uma imagem sensível, visual, auditiva de um objeto apareça na cabeça de um homem, é necessário que um relacionamento ativo seja estabelecido entre o homem e o objeto.

Para o autor, o pensamento representa um processo natural, mas o pensamento não existe fora da sociedade, fora do conhecimento humano acumulado e os métodos da atividade do pensamento desenvolvida pela raça humana. O pensamento humano tem uma natureza socioistórica.

Entre as condições iniciais e a realização prática da ação, há agora uma cadeia longa de processos internos de pensamento, comparação, análise que assume relativa independência e capacidade de ser separada da atividade prática.

A atividade não é uma reação e nem uma totalidade de reações, mas um sistema que tem uma estrutura, suas transições e transformações internas, seu próprio desenvolvimento (1978, p.6).

“Recursos de laboratório, simulações ajudam a relacionar e aprender os conteúdos. Mas a imaginação é muito importante também para a aprendizagem” (Participante 11).

“É muito mais fácil compreender depois de ter feito a prática, tu ter experimentado por si mesmo” (Participante 10).

“Usar é fundamental. Quanto mais uso, mais conexões faço sobre o assunto” (Participante 9).

“O ambiente construído e o contexto de aprender também são processos de aprendizagem, pois devem oferecer alternativas, espaços” (Participante 12).

Toda atividade para Leontiev tem uma estrutura circular: condição inicial ---- processos efetores ----contatos com o ambiente objetivo ---- correção e enriquecimento por meio de conexões reversas da imagem aferente original. O ponto principal, diz Leontiev, não é a estrutura circular em si mesmo, mas a reflexão psíquica do objeto do mundo que é gerado diretamente não por forças externas, mas por aqueles processos através dos quais o sujeito entra em contato prático com o objeto do mundo. Há uma transferência dupla: a transferência do objeto -----processo da atividade ----- e a transferência da atividade -----seu produto subjetivo.

O conceito de atividade está necessariamente ligado ao conceito de motivo. Atividade não existe sem um motivo: atividade não-motivada, a atividade sem um motivo, mas atividade com motivo subjetivamente ou objetivamente escondido (LEONTIEV, 1978).

A atividade humana não existe, exceto na forma de ação ou cadeia de ações. A ligação entre o motivo e o objeto de uma ação não reflete relações e ligações naturais, mas ligações e relações objetivas sociais.

As investigações atuais mostram que toda a atividade é, de um ponto de vista fisiológico, um sistema funcional dinâmico, regido por sinais complexos e variados, provenientes – quer do meio exterior quer do próprio organismo. Estes sinais penetram nos diversos centros nervosos (que estão ligados entre si), entre os centros proprioceptivos, e são sintetizados (LEONTIEV, [s.d.], p.104)

Vigotsky (1982) propõe a atividade como reprodutora, tendo como objetivo a manutenção das experiências passadas; e criadora, possuindo uma capacidade de re-elaboração das experiências passadas, gerando novas experiências.

A última categoria evidenciada pela pesquisa foram as condições necessárias ausentes para que os processos ocorram.

4.4 Ausência de Condições Favoráveis para que ocorra a Aprendizagem

Nessa categoria, os participantes registraram suas maiores insatisfações com relação ao processo de aprendizagem institucional, conduzido pelos professores.

Os professores universitários são mais bem identificados pela sua capacidade científica (como biólogos, médicos, informatas) do que como docentes. Eles consideram mais o conhecimento sobre a especialidade do que a capacidade de ensinar (ZABALZA, 2004).

“Há professores que dão sua matéria e era isso. Não incentivam nada”.
“Há professores que são reprodutores do conhecimento clássico; não refletem e não estimulam reflexão. Reprodutores de livros jogam informação”.

“O ensino superior tem sido igual ao ensino médio e fundamental” (Participante 2).

“Há professores que despejam o conteúdo. Alegam que tem que cumprir o programa, o horário, o conteúdo da disciplina sem se preocupar muito se o aluno está captando o conteúdo”.

“Os professores vêm preparados para passar o conteúdo e fazer provas. Não para saber se os alunos aprendem” (Participante 5).

O professor, na realidade, tem se acostumado a ser o transmissor de conhecimentos, embora o discurso, às vezes, apresente o professor como facilitador.

Para Zabalza (2004 p.111):

Ensinar é uma tarefa complexa na medida em que exige um conhecimento consistente sobre a disciplina específica, as atividades, mas exige também conhecimento acerca da maneira como os acadêmicos aprendem, o modo como serão conduzidos os recursos de ensino, a fim de que ajustem melhor às condições em que será realizado o trabalho.

Zabalza (2004, p. 111), citando Brown e Atkins, relaciona as capacidades que os professores precisam aprender além do domínio dos conteúdos:

- analisar e resolver problemas;
- analisar um tópico até detalhá-lo e torná-lo compreensível;
- observar a melhor maneira de se aproximar dos conteúdos e de abordá-los nas circunstâncias;
- selecionar estratégias metodológicas adequadas e os recursos que maior impacto possam ter como facilitadores da aprendizagem;
- organizar as idéias, a informação e as tarefas para os estudantes.

Lembra Zabalza que “o ensino é uma atividade interativa realizada com determinado sujeito, os estudantes, cujas características e cuja disposição são muito variadas” (p.111). Isso faz com que o docente tenha que desenvolver competências para:

- saber identificar o que o aluno já sabe (e o que não sabe e necessita saber);

- saber estabelecer uma boa comunicação com seus alunos (individual e coletivamente): dar explicações claras e manter uma relação cordial com eles;

- saber agir de acordo com as condições e características apresentadas pelo grupo de estudantes com que se tenha de trabalhar (jovens e acadêmicos); ser capaz de estimulá-los a aprender, a pensar e a trabalhar em grupo; transmitir-lhes a paixão pelo conhecimento, pelo rigor científico, pela atualização.

- ter condições de estimular o desenvolvimento e a maturidade de seus estudantes, de fazê-los pessoas mais cultas e, por sua vez, mais completas sob o ponto de vista pessoal e social.

Nesse aspecto, os depoimentos dos participantes demonstram mais uma vez a distância entre as pesquisas e a realidade a que são submetidos no processo de cognição em situações formais de aprendizagem:

“Os professores não levam em consideração os processos cognitivos de aprendizagem dos alunos” (Participante 1).

“Interações na sala de aula são muito importantes” (Participante 2).

“É importante que o professor questione os alunos, provoque discussões, relacione com outras disciplinas, conteúdos, relacione com o mundo, ajudando o aluno a fazer ligações maiores, fica mais fácil entender” (Participante 3).

“A maioria dos professores não demonstra interesse na forma como os alunos aprendem” (Participante 8).

“Demonstra despreparo para saber se os alunos estão aprendendo ou não” (Participante 12).

Os alunos enfatizam que as turmas estão muito sobrecarregadas de alunos, 50/60 por turma. Essa massificação reduz e empobrece as formas de contato

entre professores e alunos, assim como o fizeram as novas tecnologias da informação e da comunicação (ZABALZA, 2004).

A fala dos entrevistados revela que são poucos os professores que assumem o compromisso como docentes de fazer com que os alunos aprendam. Gostam do ensino: dominar os conteúdos e saber transmiti-los aos alunos. Quando os alunos não aprendem, alegam outras questões, tais como falta de motivação por parte dos alunos, capacidade, tempo para estudar, estratégias de aprendizagem, mas todos esses elementos estão fora do controle dos professores.

Zabalza (2004) propõe em síntese que:

O desafio da formação dos professores universitários (e dos professores em geral) é ter uma orientação distinta para sua função, é transformá-los em profissionais da “aprendizagem”, em vez de especialistas que conhecem bem um tema e sabem explicá-lo, deixando a tarefa de aprender como função exclusiva do aluno, o qual terá de esforçar-se muito até conseguir assimilar, de fato, o que o professor lhe ensinou. Antes do compromisso com sua disciplina, está o compromisso do docente com seus alunos.(...) Por isso fala-se em dupla competência: a competência científica e a competência pedagógica, como pessoas comprometidas com a formação e com a aprendizagem de seus estudantes (p.169).

Os professores não se preocupam com o modo como os alunos aprendem e atribuem os fracassos deles à falta de capacidade, de interesse ou de conhecimentos.

A orientação para aprendizagem envolve transformar o aprender em aprender continuamente, pois, para Zabalza (2004, p.176):

Não se pode insistir na idéia de “a sociedade atual é da aprendizagem”, se os professores permanecem com práticas reprodutivas. Faz-se necessário também refletir sobre a disciplina não a partir dela mesma, mas a partir da perspectiva dos acadêmicos: como poderiam abordá-la melhor, com que tipo de dificuldades podem se deparar, que esclarecimentos ou apoios complementares poderiam lhes ser úteis. Os professores devem ter conhecimento sobre o modo com os alunos aprendem (ZABALZA, 2004).

Os alunos que ingressam na universidade são considerados sujeitos adultos e “que sabem o que querem”, têm o direito de seguir seu próprio caminho, têm um amplo background cultural. Levar em conta essa condição é um passo importante para as outras inovações metodológicas. No entanto,

“Os professores passam a informação, hoje, da mesma forma que foi passado para ele na época em que ele cursou a faculdade” (Participante 12).

A aprendizagem surge como uma interação entre professor, aluno, ambiente em um marco de uma instituição. Logo, a Instituição de Educação Superior é uma instituição de aprendizagem, ou uma comunidade de aprendizagem.

“As aulas precisam ser interativas, pois há recursos, mas os professores não utilizam” (Participante 8).

“As aulas são muito faladas, tu não consegue aprender, nem trocar com os colegas”.

“É importante que o professor questione os alunos, provoque discussões (...), fica mais fácil de aprender” (Participante 9).

“Os professores não permitem que os alunos façam debates, diálogos com os colegas: a participação dos alunos” (Participante 10).

Uma das questões fundamentais sobre a aprendizagem hoje é a reconsideração constante dos processos e das estratégias por meio dos quais os estudantes chegam à aprendizagem.

Zabalza (2004) considera importante refletir sobre os três fatores que afetam a aprendizagem: cognitivo, social e institucional.

Mais uma vez, a discussão coloca-se em volta da necessidade de ter conhecimento sobre “como aprendem os estudantes e sob quais condições a aprendizagem é eficiente” (p.191). Lembra que os professores universitários constroem uma “determinada imagem” sobre o que é aprender e como se aprende.

Para o autor, aprender é (p.194):

como conversar: recriamos nosso próprio discurso à medida que interagimos com o discurso alheio, ou seja, o que os outros dizem ou fazem modifica o que eu mesmo digo ou faço; caso contrário, isso não seria um diálogo em que cada um intervém sem considerar o que o outro diz e sem mesmo considerar o que dissemos em fases anteriores da conversa, agindo à margem das condições que o próprio contexto determina.(...) É um processo mediado pela interação com o meio e com as pessoas que fazem parte dele, especialmente professores e colegas. Assim, quanto mais rica for essa interação, quanto mais se transformar em espaço de trocas (de experiências, de idéias), mais e melhor se habilita cada sujeito para que elabore sua própria aprendizagem a partir da análise de suas idéias e de sua experiência em relação às experiências alheias.

Logo, percebe-se a necessidade de criar situações em que a interação e a troca de idéias e experiências dos aprendizes sejam possíveis.

Zabalza (2004) apresenta algumas dimensões básicas da aprendizagem:

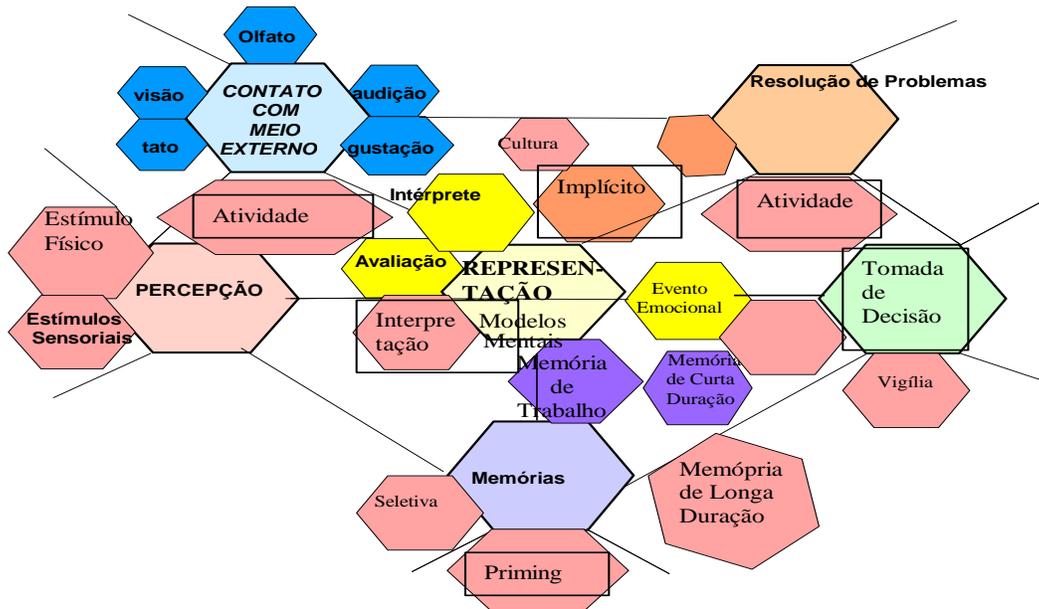
- a) a aprendizagem está condicionada pelo conjunto de capacidade e habilidades que os alunos têm como equipamento pessoal e que lançam mão adequadamente como estratégia de uso: o aprendizado não depende apenas dos alunos, mas também das condições em que se dá o processo de aprendizagem e da capacidade dos professores para ajudá-los. As habilidades são aprendidas e aperfeiçoadas através de estratégias facilmente aplicáveis em sala de aula, e, quanto mais cedo esse processo for iniciado, mais efetivo ele será, devido à flexibilidade neurológica e à disposição positiva para a aprendizagem.
- b) A aprendizagem é também o produto da prática do aprendiz, do trabalho solicitado e das condições para realizá-lo;
- c) A aprendizagem tem estrita relação com a percepção que os estudantes têm da tarefa e dos processos instrutivos;

- d) A aprendizagem dos sujeitos está condicionada pela singular negociação de expectativas presentes entre professores e alunos;
- e) A aprendizagem tem grande relação com a atenção;
- f) A aprendizagem também tem relação com o feedback nos processos realizados.

Os participantes relataram que são necessárias as condições materiais mínimas: salas de aula adequadas, equipamentos, como retroprojetor e outros específicos, recursos visuais e auditivos, bibliotecas e laboratórios, professores que gostam do que fazem e que entendam como os alunos aprendem, que tenham metodologia para ensinar.

Ao encerrar essa etapa de análise, seguindo a mesma orientação estabelecida anteriormente, elaborou-se um outro ecocognigrama, demonstrando como se compreende, pelo entrelaçamento entre o que emergiu da fala dos estudantes e a teoria aqui apresentada.

FIGURA 3: ECOCOGNIGRAMA 2 – REPRESENTAÇÃO DOS PROCESSOS COGNITIVOS – 2ª ETAPA



Elaborado por Airton Mattos/2004

A análise dos dados da categoria Processos Cognitivos permitiu afirmar que é uma construção/apropriação não-linear, envolvendo muitas atividades internas e externas, e exigem dos sujeitos participantes do processo muitas atividades conscientes e, às vezes, inconscientes. Dessa forma, os processos cognitivos descritos interagem dinamicamente com reverberações, gerando movimentos processuais emergentes.

5 IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS E CONCLUSÕES PROVISÓRIAS

Como aluno que fomos e somos, temos presente as (des)motivações normais que nos acompanham, quando sentamos no bancos das salas de aula para, de maneira consciente ou inconsciente, repetir conteúdos insignificantes que nos são transmitidos, ou sermos induzidos a compreender o sentido de ser ajudados a construir novos conhecimentos (...). Às vezes, perguntamos: Que sentido tem esse conteúdo, professor? Para que serve isso? (HENGEMÜHLE, 2004, p.15).

Ao chegar ao final de uma pesquisa dessa natureza, considera-se relevante destacar alguns sentimentos de emoções que ocorreram no seu decorrer. Entre eles, registram-se sentimentos de satisfação de concluir a investigação e, de certa forma, contribuir para a compreensão dos processos cognitivos que ocorrem com os acadêmicos, bem como de esperança de que os achados possam ajudar na melhoria da qualidade do ensino. Um outro sentimento é de que o trabalho está inacabado, pois muitas cordas dessa rede – ecocognigrama – ficaram à espera de amarras para melhor colaborar no processo. Alguns outros elementos ainda precisam aguardar novos achados para que ocorra maior desenvolvimento científico e, com isso, compreensão dos processos de ensino e aprendizagem.

Entretanto, todo trabalho científico, embora inacabado e provisório, tem etapas conclusivas para que possa alimentar a rede e gerar mais iniciativas científicas. Portanto, apresentam-se a seguir elementos conclusivos parcialmente, pois, em um processo dinâmico como os processos cognitivos e as aprendizagens, as cordas e redes que se ligam e se unem estão sempre em movimento.

Os processos cognitivos foram sendo compreendidos, pelo pesquisador, à medida que os participantes respondiam e argumentavam, buscando a

compreensão intersubjetiva do que ocorria durante as experiências de aprendizagem a que foram submetidos na educação superior.

Nessa trajetória, as falas de participantes dos diferentes cursos e de diferentes escolas, em diferentes períodos de vida e maturidade, foram se juntando às outras falas, compartilhando representações, delineando modelos de aprendizagem, saberes fundamentais que auxiliaram na compreensão do aprender acadêmico.

As categorias de análise: **processos cognitivos evidenciados, etapas em que ocorrem os processos cognitivos, experiências acadêmicas relevantes, ausência de condições para que os processos ocorram**, foram propostas a partir do que emergiu dos depoimentos, captados do movimento dinâmico da cognição humana.

Maturana e Varela (1995) escrevem que a cognição não é a representação de um mundo que existe como uma entidade independente, mas é um contínuo de produção de um mundo através do processo de viver. As interações do ser vivo com o mundo são interações cognitivas, pois viver é um ato cognitivo. A aprendizagem e o desenvolvimento são realmente interligados, já que o constante processo de aprendizagem com o meio ambiente gera o desenvolvimento.

É possível dizer que, de acordo com Damásio (2003, 2004), os processos cognitivos formam redes de interações intersubjetivas, internalizadas e externalizadas à medida que se instaura um processo desencadeador via estímulo emocionalmente competente (EEC), que possibilita percepções.

Lengruber (2005, p. 25) escreve que:

ainda que seja possível diferenciar os processos mentais de seu substrato orgânico, entende-se o cérebro humano como um órgão dotado de enorme

plasticidade e extremo dinamismo que, diferentemente dos outros, representa para si mesmo algo que está ocorrendo no exterior, enquanto a mente é um conjunto de processos que emergem desse funcionamento cerebral.

Esse fenômeno explica a complexidade do ato cognitivo e a extensão de sua influência na aprendizagem e no comportamento do aprendente.

Não há uma função neural pura, mas uma combinação muito complexa de ações fisiológicas e psicológicas em cada ato que os indivíduos realizam. Cada neurônio se encontra em um mapa em estado de equilíbrio dinâmico com outros neurônios adjacentes; seu significado depende acentuadamente do que outros neurônios da vizinhança estão (ou não) fazendo (LENT, 2001).

Maturana (2003) lembra que as capacidades cognitivas devem ser combinadas de modo permanente e dinâmico. Dessa forma, os mapas cognitivos podem ser modificados ao longo da vida. Para tanto, o cérebro exige experiências sensoriais e motoras contínuas, as quais ocorrem através das mais diferentes atividades que o ser humano é submetido, pois o ser humano está sempre em processo de interações.

Portanto, os processos cognitivos e sua forma de ocorrerem formam um todo interdependente que atua como circuitos reverberantes ativando zonas de desenvolvimento proximal que precisam ser atentamente observadas e alimentadas através das atividades, vivências e experiências de aprendizagem que se oportunizam aos acadêmicos.

É importante afirmar que as condições para que os processos ocorram são fundamentais, portanto professores e alunos devem planejar melhor as atividades de aprendizagem, levando em consideração o desenvolvimento das capacidades cognitivas, o meio e a construção individual.

Os pesquisadores da neurociência e da ciência cognitiva têm considerado e concordado sobre alguns pontos quanto ao cérebro e à aprendizagem, entre os quais destaca-se a mudança da estrutura física, pois a aprendizagem organiza e reorganiza o cérebro; os diferentes períodos de aprendizagem estão de acordo com a maturação de certas partes do cérebro; a importância da experiência para organização funcional do cérebro; a interdependência interacional indivíduo-meio –experiências e as diferenças entre experiências de aprendizagem e transferência do conhecimento.

No que se refere aos acadêmicos, às experiências relativas e às etapas em que ocorrem os processos cognitivos na concepção deles, foi possível concluir que são pessoas que já desenvolveram experiências cognitivas em áreas específicas do conhecimento, sendo capazes efetivamente de pensar nessas áreas de forma interdependente. É relevante considerar também que já possuem habilidades gerais, tais como memória, inteligência e conhecimento de estratégias gerais de compreensão de problemas. Portanto, pode-se considerá-las pessoas com alguma experiência e vivência cognitiva, não são iniciantes. Elas não são “tábula rasa”.

Bransford et al. (1999), em suas pesquisas, classificam-nas como pessoas com certo nível de experiência adquirida de conhecimento que interferem no que eles observam e como organizam, representam e interpretam as informações à sua volta, e esse fato interfere em suas habilidades cognitivas.

Os resultados das pesquisas citadas anteriormente apontam vários elementos fundamentais para a aprendizagem e o ensino dessas pessoas.

Aquelas que já possuem algum nível de experiência costumam observar traços e padrões significativos de informação não notados por iniciantes.

Elas adquirem conhecimento expressivo, organizado de maneira que refletem a compreensão mais aprofundada do assunto.

Os conhecimentos dessas pessoas com certo nível de experiência prévia não podem ser reduzidos a grupos de fatos isolados ou proposições para serem memorizados, sem aplicabilidade real, contextual.

Essa categoria de aprendizes é capaz de reter, de forma flexível, aspectos importantes do seu conhecimento com pouco esforço de atenção.

Essas pessoas possuem flexibilidade e capacidade variável de abordar novas situações de aprendizagem. São mais sensíveis a observações e novos padrões em situações e contextos novos.

Logo, é fundamental, segundo Bransford et al. (1999), oferecer aos acadêmicos que já possuem vivências prévias experiências de aprendizagem que especificamente estimulem suas habilidades de reconhecer padrões significativos de informação.

Para esses estudantes, o conhecimento não é simplesmente uma lista de fatos e fórmulas relevantes para sua área de saber e realizar provas para obter nota e ser aprovado. O conhecimento, para eles, está organizado em núcleos de conceitos ou “macroidéias” que guiam o pensar e o fazer na área escolhida.

Portanto, saber mais significa estabelecer mais interações, conexões entre a realidade e as teorias. Assim, o conhecimento está sempre condicionado ao contexto em que ele é útil. Esta idéia tem implicações para o desenho do currículo, ensino, avaliação e aprendizagem efetivos, pois os currículos atuais e a forma de

instrução na educação superior não ajudam os estudantes a mapear e utilizar os conhecimentos em contextos que os ativem. Pelo que emergiu dos participantes da pesquisa, é deixada aos estudantes a obrigação de gerar a condição-ação (motivação) e aplicabilidade necessárias para aprender.

Para os aprendentes alcançarem esse nível de competência de aprendizagem, é necessária a habilidade de reconhecer os limites de seu conhecimento e então tomar medidas para melhorar a situação. Essa habilidade é conhecida como metacognição e é extremamente importante para aprendizagem em todas as idades.

Pesquisadores, como Bransford et al. (1999), consideram importante a substituição do modelo de ensino vigente por um modelo compatível com o desenvolvimento dos acadêmicos. O conceito de desenvolvimento adaptativo de experiência pretende desenvolver uma resposta melhor sucedida para a aprendizagem, pois leva em consideração que os aprendentes com experiências prévias são capazes de abordar novas situações de forma flexível e ao longo de sua vida. Eles usam o que aprenderam e metacognitivamente questionam seu atual nível de habilidades para com esforço superar esses limites. Fazem as coisas de forma mais eficiente, desenvolvem experiências adaptativas.

Outro aspecto importante para a pesquisa relacionada aos processos cognitivos é a transferência da aprendizagem. Os educadores em geral esperam que os acadêmicos transfiram as aprendizagens de um problema para outro rapidamente e para a situação real mais facilmente. A transferência envolve os processos cognitivos, as etapas e as condições para uma aprendizagem bem sucedida. A maior parte do tempo envolve o reconhecimento e o processamento

de informação com vistas a selecionar padrões aplicáveis ao objeto real de estudo. Esse processo envolve tempo para explorar os conceitos e gerar conexões com outros, emergindo uma lógica que, muitas vezes, não é compatível com as atividades utilizadas nas salas de aula das instituições de ensino superior.

Na maior parte do tempo, os professores estão preocupados em cobrir muitos tópicos, conforme os alunos, de forma rápida, e isso acaba levando a retardar a aprendizagem e à subsequente transferência. Para Bransford et al. (1999, p.5), isso acontece porque:

- os estudantes aprendem somente conjuntos isolados de fatos que não estão organizados e conectados;
- são introduzidos a princípios de organização que eles não podem captar porque não têm conhecimento específico para tratá-los significativamente

Assim, os acadêmicos precisam tempo para desenvolver os processos cognitivos, motivação e desafios adequadamente planejados, contextualizados e, atividades que levam a pensamento reflexivo.

Sem dúvida, é um processo dinâmico que requer dos acadêmicos habilidades de resolução de problemas, tomada de posição, estratégias de avaliação, memória e reconhecimento de traços. Portanto, a transferência envolve uma constante atenção, motivação e interpretação das condições de conhecimento e de contexto.

A transferência pode ser aperfeiçoada ajudando os alunos a tornarem-se mais conscientes de si mesmos como aprendizes que monitoram suas estratégias e recursos e acessam sua prontidão ao desempenho. O programa envolve atividades de modelar, elaboração de andaimes (Vygotsky, 1997) e tomada de posição que são desenvolvidas para ajudar os alunos a externalizar eventos

mentais em um contexto colaborativo. Os acadêmicos devem ter um papel ativo em sua aprendizagem, focando a atenção em elementos críticos, encorajando abstração de temas comuns ou procedimentos e avaliando seu progresso em direção e compreensão.

Pesquisas atuais sobre a cognição já apontam que até nas fases iniciais da aprendizagem já há transferência. Toda aprendizagem envolve, então, transferências de experiências anteriores. É também conhecido que os alunos podem ter conhecimento relevante para uma situação de estudo, mas que não está ativado ainda. O professor pode ajudar a ativar esses conhecimentos para que não ocorram as compreensões errôneas da informação (BRANSFORD et al., 1999).

Resultados de pesquisas já apresentados nesta tese revelam que o pensamento dos estudantes precisa ser externalizado, através de discussões, debates, artigos, e o retorno precisa ser fornecido claramente. Dessa forma, o aprender com compreensão ocorre, e o aluno aprende a avaliar o seu próprio trabalho e o dos colegas.

Um aspecto levantado na análise dos dados por Guazzaniga (2000), que sugere a existência de um intérprete no cérebro localizado no hemisfério esquerdo, não é uma tentativa nova, pois já se falou em homúnculo dentro do cérebro, o fantasma do cérebro, o espírito do cérebro.

Edelman (1995) afirma que uma maneira de resolver esse problema seria propor a materialidade do espírito e da consciência, sugere incorporar a biologia nas teorias do conhecimento, uma explicação do modo como conhecemos e somos conscientes.

O cérebro é a mais complexa estrutura que conhecemos. É uma entidade material, bem localizada, pode se visualizado, tocado, manipulado, possui em sua estrutura substâncias químicas, enzimas, hormônios, neurônios, sinapses. A questão é como esses componentes: neurônios, sinapses, células e moléculas geram a consciência, o pensar, o ser, a cognição e a consciência de suas existências? Que correlação existe entre os eventos mentais, os processos cognitivos e a aprendizagem, o comportamento?

Radu Bogdan (2003a, b) busca uma solução com a teoria da Interpretação da mente, ou metamentalização (metacognição), a idéia de a mente pensar sobre os seus próprios pensamentos ou atividades mentais, superando a consciência reflexiva, a auto-avaliação, a moral, o julgamento, a habilidade de pensar preditivamente. Ele afirma que os homens pensam reflexivamente porque eles interpretam a mente um dos outros em contextos sociais de cooperação, comunicação, educação e política.

Mental tem relação com o mental, e mente reflexiva significa “uma mente que pensa sobre os próprios pensamentos”. Pensar reflexivamente ou metamentalmente é pensar sobre os próprios pensamentos deliberada e explicitamente. Pensar sobre os pensamentos exige compreender os pensamentos como pensamentos, como estruturas mentais que representam; também requer uma habilidade para relacionar pensamentos em outros pensamentos e reconhecer tais relações inter-pensamentos. Essa capacidade é o que distingue o ser humano. O slogan para esse fenômeno pode ser: “mentes são metamentalizadas porque as mentes mentalizam mentes”. A mente evolui para mente reflexiva porque elas mentalizam outras mentes, representando suas

relações com o mundo, manipulando e usando essas relações por algum objetivo ou algo semelhante. Tudo isso levará à interpretação de outras mentes em contextos sociais de cooperação, comunicação, educação, política e assim por diante (BOGDAN, 2003 a, 2003 b).

A interpretação pode ser tomada como rótulo, gramaticalmente flexível, para o que é conhecido na filosofia como senso comum, ou psicologia popular, teoria da mente, leitura da mente. A interpretação é uma abordagem cognitiva.

A emergência da reflexividade mental a partir da interpretação deveria ser compreendida como evolução pela seleção natural (nos estágios iniciais filogenéticos e ontogenéticos) e desenvolvida sob restrições culturais (em estágios ontogenéticos posteriores).

A reflexividade evolui a partir da interpretação através da imaginação, planejamento, solução de problemas - em resumo, trabalho mental avançado ou imitação mental (ensaio mental) (BOGDAN, 2003b).

A metacognição começa como interpretação mental imitada. Interpretação e imitação mental são os dois pilares sobre os quais descansam a construção da mente primitiva e os pisos superiores em particular. Um terceiro pilar é a protoconversaç o ou predicac o topical. Esse fenômeno   o que move o foco da interpreta o do seu princípio estrito sujeito-mundo para um novo patamar triangular mente – mundo – mente, de partilhamento comum entre os dois indivíduos (interpretante e sujeito).

Pesquisadores da área de Psicologia (Bogdan, 2003, b) dizem que há convergência conceitual, isomorfismo entre as tarefas de interpreta o e aquelas de metamentaliza o, bem como existe uma linha evolucionária, de que a

interpretação é o modelo fundamental para as categorias e esquemas do pensamento reflexivo. A interpretação emergiu como atividade mental mais efetiva na evolução da mentalização primária, através do social.

O social evolui primeiro e permanece o mais proeminente e efetivo estímulo para o desenvolvimento do planejamento, do controle e do desenvolvimento cognitivo e da imaginação. Este e a pressão dão conta melhor do que a atividade mecânica para explicar a evolução da mentalização. O pensamento reflexivo mostra sinais de ter evoluído sob pressões sociais na interpretação e imitação mentais.

Para esse autor, a teoria de Vygotsky (1997) é semelhante ao que ele chamou de socialização intersubjetiva, baseada na troca de experiências mútuas que envolvem emoções e a coordenação comportamental em condições externas, típicas de socialização. Tais trocas intersubjetivas com adultos são internalizadas pelas crianças, modelando a sua mente. Mas Vygotsky não fala muito de como essa internalização ocorre, e a compreensão de Bogdan (2003 b) é de que a interpretação é a força-guia e estimuladora da internalização e socialização da mente quando se olha o processo através dos olhos e interesse da criança.

A socialização intersubjetiva envolve trocas internas, emocionais, afetivas, vivenciais e ocorre em etapas.

De acordo com Bogdan (2003), a primeira fase é a interpretação necessária para o mapeamento das relações sociais na mente do sujeito. A segunda etapa é a imitação mental (ensaio mental), necessário para re-agir e mentalmente manipular tais mapas em antecipação de intervenção causal no domínio social.

A segunda fase é a internalização, que opera em duas fases: a) a interpretação mapeia alguma relação comportamental ou relação observável em um esquema que correlaciona várias categorias interpretativas; b) direcionado por pressões para imitar mentalmente em um script causa-causação, o esquema interpretativo é re-enagido, possivelmente generalizado e usado em novas tarefas – é imitado. O processo de internalização pode então ser subdividido.

A mente, dessa forma, se relaciona com o mundo através da Interpretação, que representa as relações da mente com o mundo. Interpretar relações mente-mundo é reconhecer e representá-las em uma maneira apropriada para a ação social. Sem representação das relações mente-mundo, não há base e oportunidade para desenvolver o pensamento reflexivo (BOGDAN, 2003 a, b).

A socialização da mente é afetada pela interpretação e ensaio mental.

A interpretação parece ler mentes, ela o faz do lado de fora em termos de configurações públicas definidas pelas normas, metas e acesso à informação, assim como os papéis e atributos.

Todas essas perspectivas estudadas: os processos cognitivos, etapas de ocorrências, as experiências acadêmicas mais relevantes e as condições de aprendizagem e cognição alinhadas representam as condições fundamentais para a aprendizagem.

Quanto à categoria condições de aprendizagem, foram mencionadas pelos entrevistados as questões relacionadas às tecnologias, pois, segundo os acadêmicos, as instituições dizem ter diferentes tecnologias para melhorar a aprendizagem, mas a utilização é criticada pela falta de preparo dos professores.

Há uma visão romântica da tecnologia de que sua mera presença na escola melhoraria a aprendizagem e sua aquisição.

As Tecnologias de Informação e Comunicação foram introduzidas na educação na parte administrativa, posteriormente passaram para a área do ensino e de aprendizagem como uma atividade adicional, como aula de informática ou projetos extraclasse, desenvolvidos com a supervisão de um professor de área específica.

Essas atividades mais o acesso à internet contribuíram para o acesso à informação atualizada. Acreditava-se que a tecnologia privilegiaria a comunicação e facilitaria a aprendizagem na escola. Mas isso não ocorreu, não basta ter informações mais rápidas e equipamentos modernos. Por outro lado, há grupos que criticam a tecnologia e seu alto custo. A tecnologia não garante aprendizagem.

Uma utilização da tecnologia seria sua capacidade de criar novas oportunidades para o currículo, trazendo problemas do mundo real para a sala de aula. Essas ferramentas tecnológicas poderiam melhorar o desempenho dos alunos quando integradas ao currículo e a suas realidades.

Assim, a partir das análises realizadas e os achados registrados, pode-se re-organizar o ato cognitivo em uma representação visual, o ecocognigrama a seguir:

FIGURA 4 : ECOCOGNIGRAMA 3 – A REPRESENTAÇÃO DOS PROCESSOS DA EMOÇÃO À METAMENTALIZAÇÃO



A presente investigação pretendeu demonstrar quais processos cognitivos ocorrem durante o processo de aprendizagem de acadêmicos dos diversos cursos superiores em universidades locais e que outras dimensões concorrem na realização desses processos durante a aprendizagem dos acadêmicos, tendo presente a convicção de que esses achados contribuiriam fortemente para a compreensão dos processos dinâmicos de aprendizagem, uma vez que ninguém melhor do que o sujeito aprendente pode explicar como ele se apropriou do conhecimento. Acredita-se que a tese foi trabalhada ao longo do estudo, considerando como realmente o processo ocorre. Conclui-se que, de acordo com os achados que emergiram do texto refletido à luz das teorias apresentadas:

1. A emoção é fator fundamental na ativação dos processos cognitivos representando o estímulo.

2. Os acadêmicos demonstraram já ter uma arquitetura mental, baseada na cultura escolar, especialmente no Ensino Superior.
3. Essa estrutura está constituída de etapas conhecidas, como preparação, apresentação, associação, sistematização, exercícios e aplicação do conteúdo.
4. Os resultados corroboram as pesquisas que apontam para a plasticidade do cérebro, mas também para a capacidade de adaptação do ser humano, utilizando suas competências afetivas e emocionais; a modificação da arquitetura do cérebro de acordo com as experiências, vivências de aprendizagem.
5. Os processos cognitivos não ocorrem de forma isolada, mas são desencadeados por interações resultantes das trocas interativas.
6. Os processos afetivos têm uma relação com a forma como os acadêmicos se envolvem na aprendizagem.
7. A atenção é uma atividade cognitiva que está relacionada com a percepção e consiste em um mecanismo de sensibilização e facilitação que, por sua vez, envolve a motivação;
8. A motivação envolve a atenção, a concentração, o processamento, a elaboração, o raciocínio e a tomada de decisão – atividades socioemocionais integradas; a motivação envolve, portanto, atividades de processamento profundas;
9. A consciência é um termo abrangente para designar os fenômenos mentais, uma operação integradora vivida, que leva à tomada de decisão por meio de sensações, pensamentos, emoções e desejos.

10. O processamento cognitivo envolve conversões de informações e traduções em sistemas de comunicação interno e externo;
11. O sistema cognitivo humano dispõe de mecanismos gerais para processar informações, e gerar aprendizagens como sistemas específicos para a representação dessas aprendizagens e contextos concretos.
12. A memória é importante para armazenar, conservar e evocar informações e está ligada com a emoção.
13. As atividades, tanto do ponto de vista fisiológico como metodológico, desempenham papel relevante no processamento da aprendizagem interna e externa (social).
14. O ensino é uma tarefa complexa que exige conhecimento consistente acerca do conteúdo e das atividades compatíveis com o processo pelos quais os estudantes aprendem; é uma atividade interativa realizada entre sujeitos cujas características são variadas;
15. A exposição constante à ameaça provoca, para os acadêmicos em aula, traumas e altera o comportamento do cérebro;
16. Os professores devem estimular os alunos a utilizarem os seus conhecimentos, propiciando discussões, debates, trabalhos em grupo, entrevistas, análise de casos em sala de aula, vinculados aos conteúdos teóricos, a fim de possibilitar que os alunos façam a sua apropriação de conhecimentos em ambiente agradável, compatível com o desenvolvimento dos processos cognitivos.

A abordagem qualitativa dos depoimentos foi capaz de proporcionar dados referentes à questão fundamental de pesquisa e às questões norteadoras, possibilitando, assim, pelas categorias evidenciadas, a reconstrução dos processos, seus significados através da interpretação.

Dessa forma, da análise dos dados selecionados foi possível demonstrar, através das redes ecocognitivas descritas e sua reconstrução, que a emoção e a cognição são elementos fundamentais no processo de aprendizagem e de ensino na educação superior; no entanto, a emoção principalmente parece não ter sido valorizada adequadamente.

A atividade cognitiva se caracteriza por uma série de ações e coordenações dessas ações, desencadeadas por estímulos externos e internos, envolvendo o sujeito, o objeto e as interações ou mediações em contextos específicos. A emoção está sempre relacionada a atividades fisiológicas, sociais e culturais. O sentimento de que essas emoções ocorreram são detectados pelos traços que são deixados em nosso corpo e fora dele. Essas atividades internas provocam alterações interoceptivas que geram imagens mentais percebidas. Surge, então, o segundo achado da pesquisa: toda atividade realizada necessita ser interpretada, pois o interpretador relaciona imagens, símbolos, linguagem com o mundo externo e interno, dele emergindo o pensamento como “a mente social”. Imagens, linguagens passam a ter sentido e são transformadas em elementos com valor social, histórico, contextual, que novamente, através da atividade externa, lê o mundo e o internaliza subjetivamente – metamentalmente. Essa grande atividade cognitiva ocorre em etapas, até alcançar o ensaio mental, quando reinterpretemos reflexivamente, imita-se mental o “ente” internalizado. Essa internalização

intersubjetiva reflexiva provoca a mudança na arquitetura do cérebro: a consciência, gerando novos mapas neuronais, passíveis de modificar o comportamento cognitivo, social, cultural e físico do ser humano: “a aprendizagem incorporada ou encarnada”.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Diego. Mathematical Skills. In: **Report on the Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning.** Granada: Espanha, 2001.25p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.

ARAÚJO, Y e MAURER, S. (org.) Arqueologia das emoções. Petrópolis: Vozes, 2001.126p.

BEAR, M. ; CONNORS, B. e PARADISO, M. A. **Neurociências:desvendando o sistema nervoso.** 2. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2002. 843p.

BENNETT, N. e CARRÉ, C. **Learning to teach.** New York. Routledge,1993.

BENTLEY, Tom. **Learning beyond the classroom: education for a changing world.** London and New York: Demos,1998.

BALL, Christopher. Conclusions. In: **Report on the Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning.** Granada: Espanha, 2001.25p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.

BENGTSSON, Jarl. Emotions in an Educational Perspective. In: **Report on Emotions & Learning planning symposium.** Germany: 2003.18p.

BAUER, Martin w. e GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático.** Rio de Janeiro: Vozes,2002.

BLISS, T. V. ; COLLINGRIDGE, G. L. A synaptic model of memory: Long –Term potentiation in hippocampus. **Nature**, 361:31-49, 1993.

BOGDAN, R. e BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Portugal: Porto Editora, 1994.

BOGDAN, Radu. **Interpreting Minds: evolution of a practice.** Cambridge: MIT Press, 2003 a. 304p.

BOGDAN, Radu. **Minding minds: evolving a reflexive mind by interpreting others.** Cambridge: MIT Press,2003 b.215p.

BORUCHOVITCH, Evely e BZUNECK, J. A. (orgs.) **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea.** Petrópolis,RJ: Vozes, 2000.183.

BRANSFORD, J. et al. **How people learn: brain, mind, experience and school.** EUA: National Research Council, 1999. 250p.

BRUER, J. Education and the Brain: a bridge too far. In: **Report on the Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning**. Granada: Espanha, 2001.25p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br.Pdf>. Acesso em 2003.

BRUER, John T. In Search of...Brain-Based Education. On Line Article.Phi Delta Kappa International, 1999. Disponível em : <http://www.pdfintl.org/kappan/kbru9905>. Acesso em 2004.

BRUER, J. **Neural Connections: some you use, some you lose**. Phi Delta Kappan 81, nº4 264-77D,1999.

BUNGE, Mário. **El problema mente-cerebro: un enfoque psicobiológico**. Madrid:Tecnos,1985.253p.

BUSER, P. **Cérebro de si cérebro do outro: neurologia, consciência e inconsciência**. Lisboa: Instituto Piaget, 2000. 434p.

CAINE, Geoffrey & CAINE, R. N. Making **Connections:teaching and the human brain**. USA: Addison-Wesley, 1994.

CAJAL, Ramón. [1909] Histology of the nervous system of man and vertebrates. Inglaterra: Oxford University Press,1995.

CAINE,Geoffrey & CAINE, Renate. Brain-based Learning. Disponível em :www.fcae.edu. Acesso em: 16.09.2004.

COLL, César S. **Psicologia da Educação**. Porto Alegre: Artmed, 1997.

CALVIN, H. W. **Como o cérebro pensa: a evolução da inteligência, ontem e hoje**. Rio de Janeiro: Rocco,1998. 196.

CATANIA, A. C. Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED,1999. 467p.

CECCATTY, Max de. **Comunicações celulares e comunicações humanas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. 255p.

CHALMERS, David J. **Philosophy of mind: classical and contemporary readings**. New York: Oxford University Press, 2002. 669p.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

CHARLOT, B.(org.) **Os jovens e o saber: perspectivas mundiais**. Porto Alegre: ARTMED,2001.

CHAUÍ, M. S. **Convite à filosofia**. 3 ed. São Paulo: Ática,1995.

CHANGEUX, Jean-Pierre. **O homem neuronal**. Lisboa: Dom Quixote, 1991. 309p.

CHIESA, Bruno Della. Brain and learning Project, OCDE-CERI. In: **Report on Emotions & Learning planning symposium**. Germany: 2003. 18p.

CHUGANI, H.: PHELPS, M. E. e MAZZIOTA, J.C. Positron Emission Tomography Study of Human Brain Function Development. **Annals of Neurology**, v. 22, 1987, p.487-97.

COLL, César S. **Psicologia da Educação**. Porto Alegre: Artmed, 1997.

DAMÁSIO, A. **O Erro de Descartes**. São Paulo: Companhia das Letras, 1994. 289p.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. 475p.

DAMÁSIO, A. **Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2004. 358p.

DAMÁSIO, A. e DAMÁSIO, Hanna. Cérebro e Linguagem. **Viver : mente e cérebro**. Ano XII, n. 143, dez.2004, p.42-49.

DEHAENE, Stanislas. Numeracy. In: **Report on the First high Level Forum on Learning sciences and brain research: potential implications for education policies and practices. Brain mechanisms and early learning**. New York City, USA, 2000. 28p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.

DEHAENE , Stanislas. Brain Damages and Acquisition of Mathematics. In: **Report on the Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning**. Granada: Espanha, 2001. 25p Disponível em :<http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.

DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y.S. **Handbook of qualitative research**. London: SAGE, 1994.

DENNETT, Daniel C. **Tipos de Mentes: rumo a uma compreensão da consciência**. Rio de Janeiro: Rocco, 1997. 166p.

DEMO, Pedro. **Educação & Conhecimento: relação necessária insuficiente e controversa**. Petrópolis: Vozes, 2000.

DARWIN, Charles. **A expressão das emoções no homem e nos animais**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. 376.

ECCLES, John. **A evolução do cérebro: a criação do eu**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. 423p.

ECCLES, John. **O conhecimento do cérebro**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979. 257p.

ECCLES, John. **Cérebro e consciência: o self e o cérebro**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994. 241p.

ECCLES, J. e POPPER, K. **O eu e seu cérebro**. São Paulo: Papyrus, 1991. 512p.

EDELMAN, Gerald M. **Biologia da Consciência: as raízes do pensamento**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. 394p.

ENGERS, Maria Emilia Amaral (org.) **Paradigmas e metodologias de pesquisa em educação: notas para reflexão**. Porto Alegre: Edipucrs, 1987. 160p.

ESTEVE, José Manuel. **O mal-estar docente: a sala de aula e a saúde dos professores**. São Paulo: EDUSC, 1999.

ERICKSON, F. Qualitative methods in research on teaching. In: WITTRICK, M. C. **Handbook of research on teaching**. Nova Iorque: Macmillan, 1986.

ESPINOSA, Baruch de. **Ética: da origem e da natureza das afecções**. São Paulo: Nova Cultural, 1991. 299p.

EYSENCK, M. e KEANE, M. **Psicologia Cognitiva: um manual introdutório**. Porto Alegre: ARTMED, 1994. 490p.

EYSENCK, M. W. **Principles of Cognitive Psychology**. London. SAGE Publications, 2001. 400p.

FLAVELL, J. **A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget**. São Paulo: Pioneira, 1975. 630p.

FIELDEN, J. O pessoal do ensino superior: um permanente desafio. In: **Tendências da Educação Superior para o Século XXI: anais da Conferência Mundial sobre o Ensino Superior**. França: Unesco/Crub/Capes, 1998

FLICK, Uwe. **An introduction to qualitative research**. London: SAGE, 1999.

FLORACK, A.; SCARABIS, M. Poderes invisíveis. **Viver: mente & cérebro**. Ano XIII, n.144, jan. 2005. p.30-39.

FODOR, Jerry A. **The modularity of mind: an essay on faculty psychology**. Massachusetts: MIT Press, 1987.

FUENTES, Luis. Bridging Neurosciences, Genetics and Learning. In: **Report on Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning**. Granada: Espanha, 2001. 25p. Disponível em [:http://www.ocde.org.br.Pdf](http://www.ocde.org.br.Pdf). Acesso em 2003.

HEBB, D. O. **The organization of behaviour: a neuropsychological theory**. John Wiley, 1949.

GAGE, F. Auto-recuperação cerebral. **Scientific American**. Ano 2, nº17, out. 2003. p.40-48.

GARDNER, Howard. **Inteligência: um conceito reformulado**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2000. 347p.

GARDNER, Howard. **Mentes que mudam: a arte e a ciência de mudar as nossas idéias e as dos outros**. Porto Alegre: Bookman e ARTMED, 2005. 229p.

GAUTHIER, Clermont et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: Editora Unijuí, 1998.

GOPNIK, Alison. Early Cognition. In: **Report on the First high Level Forum on Learning sciences and brain research: potential implications for education policies and practices. Brain mechanisms and early learning**. New York City, USA, 2000.28p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.

GREENOUGH, William. Brain Plasticity & Lifelong Learning. In **Report: First high Level Forum on Learning sciences and brain research: potential implications for education policies and practices. Brain mechanisms and early learning**. New York City, USA, 2000.28p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.

GREENFIELD, Susan. **O cérebro humano:uma visita guiada**. Rio de Janeiro: Rocco, 2000. 148p.

GREMMO, J-M e ABÉ, D. Teaching learning: redefining the teacher's role. In: THORPE, Mary; EDWARDS, Richard e HANSON, Ann. **Culture and process of adult learning**. New York. Open University, 1997.

GUAZZANIGA, Michael S. **O passado da mente: como o cérebro constrói a nossa experiência**. Lisboa: Instituto Piaget. 2000. 201p.

GUAZZANIGA, Michael S. **O cérebro Social: a descoberta das redes do pensamento**. Lisboa: Instituto Piaget. 1995. 268p.

GUAZZANIGA, M.; IVRY, R. B.; MAGNUM, G.R. **Cognitive Neuroscience; the biology of the mind**. New York: Norton, 1998.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BORUCHOVITVH, E. e BUZNECK, J. A. (orgs.). **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.183p.

GUSDORF, G. **Ciência e Poder**. São Paulo: Papyrus, 1983.

HARRÉ, R. **Cognitive science: a philosophical introduction**. London: SAGE Publications, 2002.

HOLYOAK, Keiyh J. Problem Solving. In: OSHERSON, Daniel e SMITH, E. **Thinking: an invitation do cognitive science**. Massachussets: MIT Press, 1991, p.117-146.307p.

HOLLOWAY, M. O cérebro reconfigurado. **Scientific American**. Ano 2, nº17,out. 2003, p.70-78.

HOUDÉ, O. & MAZOYER, B. The roots of cognitive science: American, yes, but European too. **TRENDS in Cognitive Sciences**, 7(7), 283-4, 2003.

HUMPHREYS, g. Cognitive neuroscience. In: MEDIN, D.(Vol. Ed). & PASHLER, H. (Ed. in Chief), Steven's handbook of Steven's handbook of eimental psychology. Vol 2, 2002.

ILENKOV, E. V. **Activity and Knowledge**. (1974). Disponível em: www.marxists.org. Acesso em: 7.04.2004.

ILENKOV, E. V. **The concept of ideal**.(1977) Disponível em : www.marxists.org. Acesso em 7.04.2004.

IZQUIERDO, Iván. **Memória**. Porto Alegre: ARTMED, 2002. 95p.

IZQUIERDO, Iván. Mecanismos da memória. In: **Scientific American/Brasil**.Ano 2,n. 17, out. 2003.p. 98-194.

IZQUIERDO, Iván. **A arte de esquecer: cérebro, memória e esquecimento**. Rio de Janeiro: Vieira&Lent, 2004.114p.

IZQUIERDO, Iván. Tipos e Mecanismos de Memória. **Viver: mente & cérebro**. Ano. XII, n. 143, dez. 2004. p.88-93.

JAMES, William. **The principles of psychology**. USA: Harvard University Press 1890.

JENSEN, Eric. How Julie's Brain Learns .In: **Educational Leadership**.v.56, n.2, novembro, 1998.

JENSEN, Eric. Teaching with the Brain in Mind (1994). Disponível em: www.ascd.org/publications. Acesso em 2004

JOHNSON, Richard. Really useful knowledge, 1790-1850. In: THORPE, Mary; EDWARDS, Richard e HANSON, Ann. **Culture and process of adult learning**. New York. Open University,1997.

KANDEL, E. et al. **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Rio de Janeiro: GuanabaraKoogan, 1997.591p.

KANDEL, E.; SCWARTZ, J.; Jessel, T. **Neurociência**. RJ. GuanabaraKoogan, 2000.

KARMILOFF-SMITH, A. **Beyond Modularity: a developmental perspective on cognitive science**. London: MIT Press, 1995. 234p.

KOLB, B. ; WHISHAW, I. **Neurociência do comportamento**. São Paulo: Manole, 2002. 574p.

KOSSLYN, Stephen M. Visual Cognition. In: OSHERSON, Daniel N. et al. **Visual Cognition and Action**. Massachusetts Institute of Technology. USA: MIT, 1990.355p.

KOSSLYN, Stephen M. Mental Imagery. In: OSHERSON, Daniel N. et al. **Visual Cognition and Action**. Massachusetts Institute of Technology. USA: MIT, 1990.355p

KOSSLYN, Stephen. Mental Simulation. In: **Report on the Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning**. Granada: Espanha, 2001.25p Disponível em [:http://www.ocde.org.br.Pdf](http://www.ocde.org.br.Pdf). Acesso em 2003.

KOTULAK, R. Learning to use the brain. Disponível em: www.newhorizons.org. Acesso em: 10.09.04.

KOZULIN, A. O conceito de atividade na psicologia soviética: Vygotsky, seus discípulos, seus críticos. In: DANIELS, Harry (org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 1996.

KREBS, C., HÜTTMANN, K. e STEINHÄUSER, C. Depois de décadas de desprezo pelas células gliais, neurocientistas agora dizem que elas podem ser quase tão importantes para o pensamento quanto os neurônios. In: **Viver: mente e cérebro**: Ano XIII, n.146, mar, 2005, p.63-65.

KRAFT, U. Em busca do Gênio da Lâmpada. **Viver: mente e cérebro**. Ano XII, n. 142, nov, 2004, São Paulo: Ediouro. p.44-51.98p.

KRAFT, U. Pesquisa cerebral no século XXI: Admirável (neuro) mundo novo. **Viver: mente & cérebro**. Ano XIII, n.144, jan.2005, São Paulo: Ediouro.p.62-69.

KULLOK, M.G.B. Uma nova concepção de educação superior. In: FERNANDES, C. M. B. e GRILLO, Marlene(Org.). **Educação Superior: travessias e atravessamentos**. Canoas: Editora da Ulbra, 2001.

LAPLANE, A. L. **Interação e silêncio na sala de aula**. Ijuí: Unijuí, 2000.127p.

LENT, Robert. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. 651p.

LESSARD-HÉBERT, Michelle; GOYETTE, Gabriel e BOUTIN, Gérald. **Investigação qualitativa: fundamentos e práticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

LEDOUX, Joseph. **O Cérebro emocional: os misteriosos alicerces da vida emocional**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998. 332p.

LENFRANÇOIS, G. R. **Psychological theories and human learning**. Monterey, Call., Brooks/Cole Publishing Co. 1982.

LEMGRUBER, V. As bases neurocientíficas da psicoterapia. **Viver: mente & cérebro**. Ano XIII, n.144, jan, 2005. p.24-28.

LEONTIEV, A. **A linguagem e razão humana**. Lisboa: Editora Presença.[s.d.].

LEONTIEV, Alexis. **O Desenvolvimento do Psiquismo**. Lisboa: Livros Horizontes, 1978. 352p

LEONTYEV, A. N. **Activity and Consciousness (1977)**. Disponível em : www.marxists.org. Acesso em: 7/04/2004.

LEONTIEV, A. N. **Atividade Consciência e Personalidade (1978)**. Disponível em: www.marxists.org. Acesso em : 18.05.2004.

LEONTIEV, A. N. **The problem of Activity and Psychology.(1978)**. Disponível em: www.marxists.org. Acesso em: 07.04.2004.

- LIBÂNEO, J.C. Que destino os pedagogos darão à pedagogia? In: PIMENTA, S. G. (org.) **Pedagogia, ciência da educação?** São Paulo: Cortez, 1996.
- LINCOLN, Y. S. e GUBA, E. G. **Naturalistic inquiry.** London: SAGE, 1985.
- LORENZ, K. The companion in the bird's world. **Aux.** 54, 245-273, 1937
- LURIA, LEONTIEV, VYGOTSKY e outros. **Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento.** São Paulo: Editora Moraes, 1991. 120p
- LUNDY- EKMAN, L. **Neurociência: fundamentos para a reabilitação.** 2. ed. São Paulo: Elsevier Editora, 2004. 477p.
- MARSAHLL, C. e ROSSMAN, G. **Designing qualitative research.** 2d. London: SAGE, 1995.
- MARKMAN, A. B. Knowledge Representation. In: MEDIN, D. (Vol. Ed). & PASHLER, H. (Ed. in Chief), **Steven's handbook of experimental psychology.** Vol 2, 2002.
- MCCANDLISS, Bruce. Mechanisms of Reading. In: **Report on the First high Level Forum on Learning sciences and brain research: potential implications for education policies and practices. Brain mechanisms and early learning.** New York City, USA, 2000. 28p. Disponível em : <http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.
- McCANDLISS, Bruce. Reading Skills. In: **Report on the Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning.** Granada: Espanha, 2001. 25p Disponível em : <http://www.ocde.org.br>. Pdf. Acesso em 2003.
- MATURANA, Humberto. **Da Biologia à Psicologia.** 3 ed. Porto Alegre, Artes Médicas, 1998.
- MATURANA, Humberto , VARELA, Francisco. **A árvore do conhecimento.** São Paulo: Editorial Psy. 1995.
- MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. **De máquinas e seres vivos: autopoiese- a organização do vivo.** 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- MATURANA, Humberto. **A ontologia da realidade.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 1997.
- MATURANA, Humberto. **Emoções e linguagem na educação e na política.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 1998. 98p.
- MAYOR, F. e FORTI, A. **Ciência e Poder.** Campinas: Papyrus, 1998. 160p.
- MATURANA, Humberto. **Cognição, ciência e vida cotidiana.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001. 203p.
- MERZENICH, M.M., et al. Somatosensory Cortical Map Changes Following Digit Amputation in Adult Monkeys. **J. Comp. Neurol**, 224:591-605, 1984.

- MERZENICH, M. M. et al. Neural Plasticity. **Harvard Brain**, v.16,p.16-20, 1999.
- MILES, M. B. e HUBERMAN, M. Drawing valid meaning from qualitative data: toward a shared craft. In **Educational researcher**, 1984, p.20-30.
- MILLER, G. A. The cognitive revolution: a historical perspective. **TRENDS in Cognitive Sciences**, 7 (3), 141-4, 2003.
- MOLL, Luis C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Porto Alegre: Artes Médicas,1996.
- MORA, Francisco. **Continuum: como funciona o cérebro?** Porto Alegre: ARTMED,2004.200P.
- MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.195p.
- NEVILLE, Helen. Brain-based Design of Educational Programs. In: **Report on First high Level Forum on Learning sciences and brain research: potential implications for education policies and practices. Brain mechanisms and early learning**. New York City, USA, 2000.28p.Disponível em [:http://www.ocde.org.br. Pdf](http://www.ocde.org.br.Pdf). Acesso em 2003.
- NÚRIA, Sebastian Gallés. **A Primer on Learning: A Brief Introduction from neurosciences**. Paper delivered at the Social Brain Conference held in Barcelona em 2004.
- OECD. **Learning seen from a neuroscientific approach**. 2002.
- OCDE. **Entendendo o cérebro:rumo à nova ciência do aprendizado: Overview**, 2002.
- OCDE. **Compreendendo o cérebro: rumo a uma nova ciência do aprendizado**. São Paulo: SENAC, 2003.178p.
- OATLEY, K. e JANKINS, J. **Compreender as emoções**. Lisboa: Instituto Piaget, 2002. 505p.
- PENNA, A. G. **Introdução à motivação e emoção**. Rio de Janeiro: Imago, 2001.121p.
- PENROSE, Roger. **O grande, o pequeno e a mente humana**. São Paulo: Unesp e Cambridge, 1998. 193p.
- PEREIRA JR. A. **Neurologia e Cognição**. Interface-Comunicação, Saúde e Educação. São Paulo,2001.
- PÉREZ GOMÉZ, A. I. **A cultura escolar na sociedade neoliberal**. Porto Alegre: ARTMED, 2001. 320p.
- PERRY, Bruce. D. How the brain learns best. Scholastic On Line article. Disponível em:www.scholastic.edu.br. Acesso em 2004.

PIMENTA, Selma Garrido; ANASTASIOU, Lea. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, v. 1, 2002.

PINKER, Steven. **Tábula Rasa: a negação contemporânea da natureza humana**. São Paulo: Companhia da Letras, 2004. 684p.

POSNER, M. **Of Cognitive science**. Cambridge: MIT Press, 1998. 170p.

POPPER, K. R. e ECCLES, J. C. **O eu e seu cérebro**. São Paulo e Brasília: UNB/Papirus, 1991.

POZO, Juan Ignacio. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. London and New York: Routledge, 2000.

POZO, Juan I. **Aquisição de Conhecimento**. Porto Alegre: ARTMED, 2005. 239p.

RAMSDEN, Paul. **Learning to teach in higher education**. London: Routledge, 2000.

RAMACHANDRAN, V. S.; BLAKESLEE, S. **Fantasmas no cérebro: uma investigação dos mistérios da mente humana**. Rio de Janeiro/ São Paulo, 2004. 417p.

RESENDE, R. ; VERSIGNASSI, A. Eu : quem é esse cara?. **Sapiens**. São Paulo: Abril. n. 2, dez. 2004, p.24-31.

RIEBER, Robert W. **The collected works of L. S. Vygotsky**. The history of the development of Higher Mental functions. v. 4. New York: Plenum Press, 1997. 286p.

RIEGEL, K. F. **Foundations of dialectical Psychology**. New York: Academic Press, 1976.

RIMMELE, U. Emotions, Learning and Brain Research. In: **Report on Emotions & Learning planning symposium**. Germany: 2003. 18p.

RICHARDSON, Alexandra. Brain Development, Nutrition and Cognitive Performance. In: **Report on Emotions & Learning planning symposium**. Germany: 2003. 18p.

RIKEN Brain Science Institute. **Report on the LIFELONG LEARNING NETWORK**. Japan: OCDE, 2002.

ROBERT, Jacques - MICHEL .**A aventura dos neurônios**. Lisboa : Instituto Piaget,1997.252p.

ROGOFF, Bárbara. **Aprendices del pensamiento**. Barcelona: Paidós, 1993.

ROSENTHAL, D. Explaining Consciousness. In: CHALMERS, David J. **Philosophy of mind: classical and contemporary readings**. New York: Oxford University Press, 2002. 669p.

ROTTA, N., OHLWILER, L. e RIEGO, R. **Transtornos da Aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed,2006.

SENGE, P. **As escolas que aprendem**. Porto Alegre: ARTMED, 2005. 336p.

SERVAN-SCHREIBER, David. The emotional brain. In: **Report on the First high Level Forum on Learning sciences and brain research: potential implications for education policies and practices. Brain mechanisms and early learning**.New York City, USA, 2000.28p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br.pdf>.Acesso em 2003.

SERVAN-SCHREIBER. Making the brain ready for learning.In: **Report on Emotions & Learning planning symposium**. Germany: 2003.18p.

SHORE, Rima. **Repensando o cérebro: novas visões sobre o desenvolvimento inicial do cérebro**. Porto Alegre: Mercado Aberto ,2000.156p.

SMITH, E. Categorization. In: OSHERSON, Daniel and SMITH, Edward. **Thinking**. Massachusetts, 1991, p. 33-55,307p.

SLOVIC, Paul. Choice. In: OSHERSON, Daniel and SMITH, Edward. **Thinking**. Massachusetts, 1991, 89-117. 307p.

SOUSA, David. **Is the fuss about brain research justified? In a word, Absolutely**.Article available at the Center for Development & Learning's Web site: <http://www.cdl.org>. Acesso em: 2004.

SQUIRES, G. Education for adults. In: THORPE, Mary; EDWARDS, Richard e HANSON, Ann. **Culture and process of adult learning**. New York. Open University,1997.

SQUIRE, L. R.; KANDEL, E. **Memória: da mente às moléculas**. Porto Alegre: ARTMED,2003. 251p.

STERNBERG, R. J. e cols. **As capacidades intelectuais humanas**. Porto Alegre: ARTES MÉDICAS, 1992.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: ARTMED,2000. 494p.

STIX, G. O refinamento da lapidação cerebral. **Scientific American**. Ano 2, n. 17, out. 2003, 38-40.

TENNANT, Mark. Is there a way out of the andragogy morass? In: THORPE, Mary; EDWARDS, Richard; HANSON, Ann. **Culture and process of adult learning**. New York. Open University, 1997.

TEIXEIRA, João de Fernandes. **Filosofia e ciência cognitiva**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004. 143p.

THORPE, Mary; EDWARDS, Richard e HANSON, Ann. **Culture and process of adult learning**. New York. Open University, 1997.

TOSCHI, Eny. Interação social: um estudo psicossociológico do cotidiano de sala de aula. In: FERNANDES, C.M.B. e GRILLO, M.(orgs.) **Educação Superior: travessias e atravessamentos**. Canoas: Editora da Ulbra, 2001.

TRIPICCHIO, A. ; TRIPICCHIO, Ana C. **Teorias da mente**. São Paulo: Tcmmedd, 2004. 289p.

TUDELA, Pio. The adolescent Brain as a “ Work-in-Progress and Youth Learning. In: **Report on the Second High Level Forum on Learning sciences and brain research; brain mechanisms and youth learning**. Granada: Espanha, 2001. 25p. Disponível em :<http://www.ocde.org.br.pdf>. Acesso em 2003.

TURATO, Egberto Ribeiro. **Tratado da metodologia da pesquisa clínico-qualitativa**. Rio de Janeiro: Vozes, 2003

VAUCLAIR, J. & PERRET, P. The cognitive revolution in Europe: taking the developmental perspective seriously. **TRENDS in Cognitive Sciences**, 7(7), 284-5, 2003.

VEER, René der e VALSINER, Jaan. **Vygotsky: uma síntese**. São Paulo: 1996.

VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, Lev S **A Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, Lev, LURIA, Alexander R. **Estudos sobre a história do comportamento.O macaco, o primata e a criança.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A . R. e LEONTIEV, A. N. **Linguagem , desenvolvimento e aprendizagem (coletânea de textos).** São Paulo, ícone, 1992.

VIGOTSKY, L. S. et al. **Psicologia e pedagogia (coletânea de textos).** São Paulo: Moraes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **The collected Works: the history of the development of Higher Mental functions.** London: Plenum Press, 1997.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica.** Porto Alegre: ARTMED, 2003.

VARELA, F. **Sobre a competência ética.** Lisboa: Edições 70,1992.

VARELA, F. Conhecer: as ciências cognitivas tendências e perspectivas. Lisboa: Instituto Piaget,[s.d]. 100p.

VARELA, F. O cérebro não é um computador. Entrevista a Pluriversu. Disponível em www.pluriversu.org. Acesso em: 23.01.2004.

VARELA, F.; THOMPSON, E. e ROSH, E. A mente corpórea:ciência cogntiva e experiência humana. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.353p.

WOLCOTT, Harry F. **Writing up qualitative research.** London:SAGE,1990.

WATKINS, Alan. Program for emotional management training in the UK system.In: **Report on Emotions &Learning planning symposium.** Germany: 2003.18p.

ZABALZA, Miguel A. O ensino universitário:seu cenário e seus protagonistas.Porto Alegre: ARTMED, 2004,239p.

ANEXOS

ANEXO A

ROTEIRO PARA A ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Desde que iniciaram seus estudos, vocês aprenderam muitas coisas e de muitas maneiras: na escola infantil, no ensino fundamental e médio. Gostaríamos que pesassem nessa etapa que vocês estão concluindo – educação superior- e falassem sobre: **Como perceberam os processos cognitivos que ocorrem quando são envolvidos em experiências de aprendizagem e que outras dimensões estão presentes neste processo de aprendizagem?**

Relacionamos, também, algumas questões norteadoras para ajudá-los a refletir, que são:

1. Como se dá a construção do conhecimento do ponto de vista dos acadêmicos/as?
2. Em que tipos de processos os acadêmicos/as estão engajados?
3. Quais são as experiências de aprendizagem mais significativas para os acadêmicos/as?
4. Como os alunos avaliam a qualidade das experiências de aprendizagens dos acadêmicos /as?
5. Há diferenças qualitativas (formas de aprender) nos processos de aprendizagens dos acadêmicos/as?
6. Como se dá ou se estabelece o fenômeno da consciência do conteúdo apreendido pelos estudantes?

7. Quais são as condições necessárias para que os acadêmicos/as aprendam e quais são os elementos facilitadores e/ou limitadores?
8. Quais são as reações dos estudantes em relação ao contexto de aprendizagem?

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: **EDUCAÇÃO SUPERIOR: PROCESSOS COGNITIVOS E DE APRENDIZAGEM: PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES**

A presente pesquisa tem como objetivo descrever como são percebidos os processos cognitivos e aprendizagens do ponto de vista dos estudantes adultos do ensino superior.

O procedimento a ser utilizado para a obtenção dos dados para a presente pesquisa se constitui em uma entrevista semiestruturada em que o participante terá que responder a algumas questões relacionadas ao tema e deverá ser gravado para facilitar a reconstrução das idéias e dos processos declarados pela participante.

Portanto, o procedimento descrito acima não produzirá algum desconforto ou riscos para os respondentes. Será respeitado a privacidade e o sigilo do local, data e horário da entrevista.

Com a minha participação na pesquisa, poderei auxiliar os pesquisadores na compreensão dos processos cognitivos no adulto e na aprendizagem, podendo dessa forma o pesquisador desenvolver modelos de atividades de aprendizagem que beneficiarão outras pessoas em situações de aprendizagem formal e não formal.

O pesquisador se compromete a responder qualquer pergunta ou dúvida do respondente.

O participante tem a liberdade de abandonar a pesquisa sem prejuízo a qualquer momento.

O pesquisador compromete-se a manter a privacidade das informações e somente usar os dados para efeito de análise em sua pesquisa.

Eu,, fui informado dos objetivos da pesquisa acima, de maneira clara e detalhada. Recebi informação a respeito do procedimento a ser efetuado e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim o desejar. O Sr. Airton Pozo de Mattos (responsável pela pesquisa) certificou-se de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais, bem como não será modificado e nem terei tratamento diferenciado em função da pesquisa, e tendo a liberdade de retirar o meu consentimento de participação na pesquisa, face a essas informações.

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Assinatura do Entrevistado

Nome do Entrevistado.....

Assinatura do pesquisador

Nome do pesquisador

Data:...../...../2003.

Este documento foi lido para em
....., pelo.....enquanto eu estava
presente(testemunha).

Assinatura da testemunha e data

.....