

ASPECTOS DE NEUROCIÊNCIAS, SIMULAÇÕES E HABILIDADES COGNITIVAS APLICÁVEIS AO ENSINO SUPERIOR TECNOLÓGICO**NEUROSCIENCES, SIMULATIONS AND COGNITIVE ABILITIES IN HIGHER EDUCATION TECHNOLOGICAL COURSES**Roberto Correia de Melo¹**RESUMO**

Este artigo conceitua alguns tópicos básicos sobre neurociência cognitiva, explica modelos mentais, simulações, competências e habilidades cognitivas, e destaca como o conhecimento sobre esses assuntos pode contribuir para o aperfeiçoamento de atividades de ensino e de aprendizagem presenciais do ensino superior tecnológico. É legítimo deduzir que, quanto mais os docentes compreenderem os princípios básicos dessas áreas de conhecimento, mais tornar-se-ão aptos a melhorar suas atividades de ensino, sua comunicação com discentes e outros docentes, bem como a gestão da aprendizagem de suas turmas, em todos os seus níveis de operação. Como se concluiu com a pesquisa bibliográfica realizada, esses assuntos são extensos e complexos, por isso, este artigo foi escrito sob a premissa de apenas elencar e introduzir alguns princípios básicos e conceitos gerais sobre esses temas, e seu desenvolvimento dá-se sob essa perspectiva e limitação. Trata-se de um artigo teórico que busca criar uma base conceitual a qual, uma vez construída, abrirá possibilidades de realização de experimentos junto a docentes e discentes do CEETEPS, em cada uma das áreas focalizadas. Poder-se-á, desse modo, nestes trabalhos posteriores, pesquisar a existência e os efeitos dos fatores aqui elencados, em neurociência cognitiva, em modelos mentais e em competências e habilidades cognitivas.

Palavras-chave: Cursos superiores tecnológicos. Neurociências. Simulações. Habilidades cognitivas.

¹Bacharel em Matemática Aplicada pela Fundação Santo André-SP, Mestre em Ciências pela Universidade São Marcos-SP, Doutor em Ciências – Tecnologia Nuclear Aplicações pelo IPEN-USP-SP, Docente do Centro Paula Souza de São Paulo. Av. Antonia Rosa Fioravante, 804. Vila Fausto Morelli. Fatec Mauá. Mauá. CEP 09751-000. Fone: 011-4543-3221. Fax: 011-4519-5899. www.fatecmaua.com.br e-mail: robertomelo2006@uol.com.br Fone:011-99747-6823

ABSTRACT

This article conceptualizes some basic topics on Cognitive Neuroscience, explains mental models, simulations, cognitive competences and abilities, highlighting how the knowledge of these issues can contribute to the improvement of teaching activities and classroom learning in Higher Education Technological learning activities. It's possible to state that the more teachers understand the basic principles of these knowledge field the more they will be able to manage their teaching activities, communication with their partners as well as with their students. Results from the bibliographical research showed that such subjects are broad and complex therefore this paper outlines some basic principles on this topic hence being a theoretical paper which aims to create a starting point for future researches in teaching and learning activities at Higher Education Technological courses.

Keywords: Cognitive abilities. Neurosciences. Simulations. Technological higher education.

¹Bacharel em Matemática Aplicada pela Fundação Santo André-SP, Mestre em Ciências pela Universidade São Marcos-SP, Doutor em Ciências – Tecnologia Nuclear Aplicações pelo IPEN-USP-SP, Docente do Centro Paula Souza de São Paulo. Av. Antonia Rosa Fioravante, 804. Vila Fausto Morelli. Fatec Mauá. Mauá. CEP 09751-000. Fone: 011-4543-3221. Fax: 011-4519-5899. www.fatecmaua.com.br e-mail: robertomelo2006@uol.com.br Fone:011-99747-6823

1 INTRODUÇÃO

Neurociências, de acordo com Franklin (2006), é a denominação conjunta de um grupo de especialidades ligadas ao estudo do cérebro e do sistema nervoso humano. Em linhas gerais, é um termo que identifica as ciências que estudam os aspectos físicos das atividades de processamento de dados e de informações realizadas pelo sistema nervoso animal e humano, atividades essas desempenhadas pelas células nervosas principais do cérebro, os neurônios.

Segundo esse mesmo autor, as neurociências dividem-se em três áreas de estudos, que são: 1) *Neurofisiologia*, o estudo das funções do sistema nervoso; 2) *Neuroanatomia*, que estuda a estrutura física do sistema nervoso; e 3) *Neuropsicologia*, dedicada a estudar as relações entre as funções neurais e as psicológicas.

A ideia central deste artigo, referente às Neurociências, é a de que, de acordo com Carvalho e Barros (2012), “um diálogo criativo entre a Educação e a Neurociência pode fazer emergir, através da confrontação e da complementação de saberes, informações que se articulam entre si e que são fundamentais para otimizar a compreensão do ensinar e do aprender.”

Ainda segundo Carvalho; Barros (2012), saberes e descobertas sobre a relação entre cérebro, educação e conhecimento geram implicações neurocientíficas que as práticas pedagógicas não podem ignorar, reforçando o fato e a necessidade de que professores, tutores e coordenadores, além de dominarem os conteúdos de suas disciplinas e os conhecimentos didáticos para ministrá-las, precisam compreender também os fundamentos sobre o sistema nervoso humano e os eventos neurobiológicos que ocorrem nele e permeiam a aprendizagem. Para as autoras, o conhecimento das neurociências acarreta vários benefícios que podem ser utilizados no ambiente de ensino e aprendizagem do ensino superior tecnológico. Dentre esses benefícios estão as melhorias que podem ser alcançadas por discentes, em sala de aula e fora dela, identificando-se e tratando-se neles problemas como *afasias*, que são alguns dos distúrbios de fala, *alexias* e *agrafias*, desordens na habilidade de compreender/ produzir a linguagem escrita, *agnosia visual*, perda da habilidade de reconhecer objetos ou faces, e outras síndromes.

A compreensão, ainda que em termos gerais, de modelos mentais e simulações, abre a possibilidade para que docentes interajam de modo mais produtivo com uma

gama maior de discentes, tendo em vista uma melhor compreensão daqueles sobre como esses raciocinam e produzem seus trabalhos acadêmicos.

O entendimento das várias competências e habilidades cognitivas presentes nos discentes pode trazer para o ambiente de ensino e aprendizagem, em especial para os docentes, uma visão aprofundada sobre as características cognitivas dos discentes e, conseqüentemente, aumentar suas possibilidades de sucesso em suas atividades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Severino (2010), a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho é a da pesquisa bibliográfica, aquela realizada com base em registros impressos, tais como livros, artigos, teses etc., portanto, apoiada em trabalhos registrados já feitos por outros pesquisadores. Como outras pesquisas bibliográficas atuais, a coleta de seus elementos constituintes iniciou-se por meio de registros na *web*, prosseguindo posteriormente para livros, *papers* acadêmicos e artigos de terceiros.

As bases de dados acadêmicas consultadas, ainda que em caráter não aprofundado, devido ao objetivo deste artigo focar-se em esboçar um ‘cenário’ para pesquisas vindouras, foram *Scielo* e *Capes*, a partir de 2012.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fundamentos de Neurociência Cognitiva

O cérebro humano é um ‘computador biológico’ poderoso: tem várias CPUs e diversos níveis de memórias, tem cerca de 100 bilhões de neurônios e cerca de 100 trilhões de conexões entre eles (1.000 conexões cada), números esses que excedem a capacidade imediata de compreensão e de análise da maioria das pessoas, da mesma magnitude aos referentes, por exemplo, a quantidade de galáxias e de estrelas no Universo.

Conforme Carvalho; Barros (2012), o sistema nervoso humano divide-se em duas partes: o sistema nervoso central (SNC), composto pelo cérebro e pela medula espinal, e o sistema nervoso periférico (SNP), integrado por células distribuídas em outras regiões do corpo. É no SNC que estão localizadas a maior parte das células

nervosas, seus prolongamentos e as ligações entre elas. Já o SNP contém poucas células nervosas, mas concentra grande quantidade de fibras nervosas, os denominados nervos, que funcionam como linhas de transmissão de sensações/informações de todo o corpo em direção ao cérebro.

Os neurônios – células essenciais do SNC – possuem três partes: a soma, que é sua porção central e contém o núcleo celular; o axônio, que é um filamento longo que sai do núcleo, conecta-se a outras células nervosas e passa a elas informações chamadas eferentes; os dendritos, que ligam um neurônio a outros para receber deles informações denominadas aferentes. Os nervos aferentes levam informações para dentro do SNC, ou seja, da periferia para o cérebro, e os nervos eferentes levam informações para fora do SNC, ou seja, do cérebro para a periferia do sistema, de acordo com Carvalho; Barros (2012).

Sinapses são as ligações entre uma fibra nervosa e outra. Essas ligações – chamadas transmissões sinápticas – são feitas por meio de reações químicas e de impulsos elétricos. Conforme afirma Lent (2002), nessas reações pode haver alterações positivas, ou excitatórias, que é o caso quando ocorre um repasse adiante com aumento no estímulo recebido originalmente pelas células nervosas ou negativas, as inibitórias, quando há um bloqueio parcial ou total da transmissão ou uma redução de sinal. São essas variações nas transmissões sinápticas que provocam diferentes capacidades cognitivas, eventuais instabilidades de comunicação e/ou de processamento de dados e das informações. Para levar e trazer mensagens, o sistema nervoso conta com vários compostos químicos neurotransmissores, substâncias secretadas pelo próprio organismo, tais como adrenalina, dopamina, serotonina, acetilcolina, epinefrina e norepinefrina, entre outras, e cada uma delas desempenha funções específicas. Dopaminas por exemplo, causam sensações boas ligadas a recompensas e estímulos naturais ao corpo; interferem no humor, sensações de fome e de sono, sensibilidade à dor e comportamentos agressivos, entre outros.

Neurônios pouco usados, de acordo com Bear (2002), tendem a morrer; e um meio de prolongar suas vidas é por meio da aprendizagem, a qual, quando exercitada ao longo de toda a vida, tem o poder de fortalecer sinapses e até mesmo criar novas.

Os neurônios, conforme Franklin (2006), agrupam-se por especialidades, separados com base nos cinco sentidos humanos (visão, audição, tato, olfato, fala) e no cérebro ocorrem até mesmo migrações de funções entre suas regiões, como nos casos

em que as regiões originais sofrem alguma alteração como as causadas, por exemplo, por traumas, acidentes, extirpações. Os cinco sentidos são os meios/canais de entrada dos dados com os quais os processadores cerebrais vão trabalhar e a fala é o principal meio/canal de saída dos resultados dos processamentos efetuados no cérebro, por meio do qual se podem inferir os resultados dos processamentos que ocorreram. Ou seja, normalmente, é falando que uma pessoa explicita se entendeu – e o que entendeu – sobre determinado raciocínio e proposição lógica.

O cérebro é considerado triúnico pela ciência, conforme Lent (2002), ou seja, dividido em três partes. Seu núcleo é sua parte *reptiliana*, que exerce funções básicas como controle da temperatura do corpo e execução de comandos para controle da alimentação. Cobras e lagartos têm somente esse nível de estrutura cerebral. Adicionalmente, envolvendo o núcleo reptiliano de algumas espécies, há o sistema límbico, estrutura que controla, por exemplo, o humor e a memória. Gatos e ratos têm essa estrutura, além da parte reptiliana. A terceira, e mais externa estrutura do cérebro, presente em animais como os primatas e os humanos, é o *neocortex*, uma camada que garante extraordinárias capacidades a seus possuidores, como suas habilidades sociais, capacidades de planejamento, de elaboração de pensamentos abstratos.

A superfície cerebral externa é dividida mapeada em quatro áreas, denominadas lóbulos cerebrais. No lóbulo frontal, por exemplo, de acordo com Bear (2002), estão localizadas funções de raciocínio analítico e visuais; no parietal, funções motoras e de antecipação; no occipital, funções do olfato e de prazer; no temporal, funções semânticas.

Para Carvalho e Barros (2012), quanto a mecanismos de retenção de conteúdos de aprendizagem, dois recursos do cérebro são especialmente importantes: a memória de curto prazo (MCP) e a memória de longo prazo (MLP). A primeira é uma área com relativa pequena capacidade de armazenamento; a segunda é capaz de reter dados/informações por períodos extraordinariamente longos e também é de maior capacidade que a do primeiro tipo de memória.

Uma analogia bastante conhecida entre as memórias humanas e os tipos de memórias dos computadores atuais, de acordo com Franklin (2006), relata que a MCP humana equivale à memória de acesso aleatório (RAM) dos computadores, proporcionalmente menor que as memórias permanentes e voláteis, uma vez que são ‘apagadas’ quando se desliga a energia do sistema, e que a MLP equivale às memórias

secundárias dos computadores, tais como as memórias em discos, internos e externos, ou seja, as que não são ‘apagadas’ pela simples interrupção de energia no sistema.

Alguns dos distúrbios cerebrais referentes à fala e à compreensão humanas, que, quando presentes, podem afetar fortemente as atividades de ensino e aprendizagem do ensino superior tecnológico, são os denominados *afasias* e podem decorrer de acidentes acontecidos quando o cérebro já estava operando normalmente, ou de fatores genéticos, presentes no indivíduo desde seu nascimento.

De acordo com Lent (2002), as afasias são classificadas em: 1) afasias de expressão, 2) afasias de compreensão, 3) afasias de condução. A afasia de Broca, por exemplo, também denominada *afasia motora* ou *não-fluente*, é aquela em que o indivíduo tem dificuldade em falar e em construir frases gramaticalmente completas. A afasia de compreensão (ou de Wernicke), por outro lado, caracteriza-se pela incapacidade do indivíduo compreender o que lhe é dito e também em compreender o que ele próprio diz.

Há vários outros distúrbios cerebrais – além das afasias - que afetam a cognição e a comunicação humanas, sobre os quais docentes devem estar cientes, ao menos para encaminhar seus portadores aos tratamentos possíveis existentes para saná-los. Entre eles, os mais comuns são: *alexia* (dificuldade em compreender a linguagem escrita), *agrafia* (inabilidade em escrever), *apraxia* (inabilidade em coordenação motora), *agnosia visual* (dificuldade em reconhecer a presença de objetos) e *síndrome da negligência* (tendência em ignorar objetos em determinada região do espaço), de acordo com Lent (2002).

O cérebro é também focalizado pela ciência por meio das funções de seus dois hemisférios (Quadro 1); estima-se que é no esquerdo (do lado esquerdo do indivíduo que está falando) que estão localizados os controles da fala humana, ficando para o direito aspectos relativos à afetividade, essenciais também à comunicação, conforme Lent (2002).

Quadro 1 – Funções cerebrais e os hemisférios

| HEMISFÉRIO | FUNÇÕES COGNITIVAS |
|------------|------------------------------------------|
| Direito | Cálculos matemáticos |
| | Compreensão musical |
| | Compreensão prosódica |
| | Reconhecimento das categorias de pessoas |
| | Reconhecimento das categorias de objetos |
| | Relações espaciais quantitativas |
| Esquerdo | Preferências motoras lateralizadas |
| | Cálculos matemáticos |
| | Escrita |
| | Fala |
| | Leitura |
| | Identificação de objetos e animais |
| | Compreensão linguística |
| | Relações espaciais qualitativas |

(Adaptado pelo autor a partir de LENT, 2002)

Uma característica do cérebro, em termos de processamento de dados, é sua capacidade de processamento paralelo. Ou seja, é o conceito de desmembramento de um programa em várias partes (ou *tasks*) e o seu processamento simultâneo por diferentes CPUs, nos computadores, ou por regiões de neurônios dos dois hemisférios, no caso do cérebro, de acordo com Bear (2002).

De acordo com Santos (2013), tem-se como importantes os fatos sobre aprendizagem apresentados no quadro 2:

Quadro 2 – Como o cérebro aprende

| Fato | Significado e consequências |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aprendizagem e memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem. | A aprendizagem é um fato social e os aprendizes precisam envolver-se socialmente. |
| O cérebro se modifica aos poucos tanto fisiológica quanto estruturalmente como resultado da experiência. | Aulas práticas e com maior intensidade de envolvimento ativo do discente reforçam as associações entre experiências prévias e o entendimento atual. |
| O cérebro apresenta períodos ótimos para certos tipos de aprendizagens. | Atividades de ensino devem ajustar-se às características etárias específicas dos alunos. |
| O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade de aprender. | Os aprendizes precisam sentir-se proprietários das atividades e temas que desenvolvem; isso aumenta suas possibilidades de aprendizagem. |
| Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas durante nova experiência de aprendizagem. | O docente deve selecionar situações que reflitam o contexto da vida real, de modo que novas informações conectem-se em |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | informações anteriores. |
| O cérebro percebe e gera padrões quando testa hipóteses. | Deve-se promover situações educacionais que gerem hipóteses, como a resolução de ‘casos’ e simulações. |
| O cérebro responde, devido a heranças primitivas, a gravuras, imagens e símbolos. | Criar situações para que os alunos expressem seus conhecimentos por meio de artes visuais, música e dramatizações. |

(Adaptado pelo autor a partir de SANTOS, 2013)

Outro fator interagente nas atividades de ensino e aprendizagem de alunos de cursos superiores tecnológicos são os dois tipos de pensamentos presentes em quaisquer pessoas: o primeiro é o *pensamento rápido e intuitivo*, aquele que é disparado no cérebro de modo ‘automático’, independentemente da vontade da pessoa que está raciocinando conscientemente, aquele que o cérebro executa em frações de segundos e é baseado na experiência, na memória, nos sentimentos e na necessidade de tomada de decisões ultrarrápidas pelos seres humanos, de acordo com Franklin (2006).

O segundo tipo é o *pensamento lento e analítico*, aquele que atua como um guardião do primeiro, que efetivamente analisa em detalhe as situações a que estão expostas as pessoas. Esse tipo de raciocínio pode reconsiderar o que o raciocínio de primeiro tipo ‘decidiu’, porém ele é mais ‘lento’ que o primeiro. Se dependêssemos apenas de um dos tipos de raciocínios que temos, estaríamos correndo riscos frequentes.

Para Kahneman (2011), o segundo tipo de raciocínio, o lento e analítico “... é mais influente. É o autor secreto de muitas decisões e julgamentos que você faz.” Ele também argumenta que a existência dos dois tipos de raciocínios tem uma explicação evolutiva: segundo ele, o córtex pré-frontal, onde ocorrem os pensamentos lentos e analíticos, surgiu, na espécie humana, depois que emoções e instintos já estavam presentes em nossos ancestrais há muito mais tempo. Isso nos permite dizer que o pensamento rápido e intuitivo é o mais primitivo, está sempre presente nos seres humanos, porque, sem eles, não teríamos condições mínimas para sobreviver, enquanto que os pensamentos lentos e analíticos são abstratos e intelectuais e nem sempre estiveram presentes; apareceram depois em nossa espécie, comandados por mecanismos evolutivos.

3.2 Modelos Mentais e Simulações

Cientistas consideram que os cérebros humanos não captam diretamente o mundo exterior em que vivem, mas o fazem por meio de representações mentais do mundo, que são construtos internos do cérebro, seus modelos mentais. De acordo com Johnson-Laird (1983) *apud* Moreira (1997), “um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado.” Um modelo mental é composto por elementos (ou *tokens*) e relações entre os elementos. Cada pessoa tem seus próprios modelos mentais acerca da realidade que a cerca e, inclusive, a mesma pessoa pode ter diferentes versões de modelos mentais para os mesmos objetos ou conceitos, dependendo da finalidade para qual o utiliza. Por exemplo, o modelo mental de um avião possui diferentes versões conforme os diferentes usos que o proprietário do modelo possa fazer de um avião: reconhecê-lo, construí-lo, pilotá-lo, embarcar em um, falar sobre um. Outros fatores também interferem na elaboração e utilização de um modelo mental, tais como: a competência técnica do sujeito no assunto em questão, sua idade, sua cultura.

Para Johnson-Laird (1983) *apud* Moreira (1997), as pessoas usam modelos mentais como auxílio para raciocinar. E isso acontece assim porque modelos mentais já contêm uma grande carga de raciocínio prévio embutidos neles. Para pensar em um avião, é muito mais fácil ‘carregar’ um modelo mental de avião para a memória – e assim ‘pensar’ sobre ele – do que construir um novo modelo mental a cada vez e partindo-se do zero. Todas as pessoas raciocinam por meio de modelos mentais, até porque, principalmente na atualidade, esses são abundantes e fartamente divulgados por meio das mídias modernas, como a TV e a Internet. Em épocas anteriores, raciocínios – tanto os indutivos quanto os dedutivos – eram mais dificultados devido à ausência de compreensão de muitos aspectos de nossa realidade física e biológica.

Os modelos mentais são usados como blocos de construção cognitivos, que podem ser combinados e recombinaados à vontade, como se fossem tijolos na construção de uma parede, e grande parte da essência de processos de ensino e aprendizagem, pode-se dizer, está na utilização dos blocos (dos modelos mentais), mais do que em sua criação, uma vez que, para o ensino superior tecnológico, quase todos os blocos já estão criados. Basta reconhecê-los, usá-los e recombinaá-los.

Modelos conceituais são esquemas criados por pesquisadores do conhecimento a fim de facilitar sua própria compreensão ou a de terceiros sobre aspectos da realidade; objetivam ser representações completas e consistentes de sistemas físicos ou de estados de sistemas físicos.

A relação entre modelos mentais e modelos conceituais é que esses últimos são projetados e usados a partir de modelos mentais, ou seja, modelos conceituais são usados para comunicar modelos mentais entre pessoas, conforme Ribeiro (2003).

De acordo com esse autor, o modelo conceitual é preciso, consistente e completo sobre um modelo físico e é introduzido para criar ou alterar no receptor um modelo mental. Modelos conceituais estão ligados à realidade física, enquanto que modelos mentais estão ligados a realidades abstratas.

Conforme Johnson-Laird (1983) *apud* Moreira (1997), há seis tipos de modelos conceituais. São eles: 1) *Relacional*: é um *frame* fixo com um conjunto finito de elementos (*tokens*) e um conjunto de relações entre eles; 2) *Espacial*: igual ao anterior, com a relação entre os elementos sendo visuais; 3) *Temporal*: sequência de *frames* colocados em ordem temporal; 4) *Cinemático*: modelo temporal em forma de fluxo, em que os movimentos são contínuos, ininterruptos; 5) *Dinâmico*: é igual ao anterior, mas com relação de causa e efeito entre os frames; 6) *Imagem*: vista congelada de um modo cinemático ou dinâmico.

Modelos, além de poderem ser classificados como *conceituais* ou *mentais*, podem também ser representados *física* ou *virtualmente*. De um modo ou de outro, uma das importantes utilizações de modelos é percorrê-los com fins de ensino e aprendizagem. Esse é o conceito-chave de simulações.

Atividades de ensino e de aprendizagem baseadas em simulações apresentam grandes vantagens sobre atividades pedagógicas tradicionais instrutivas, aquelas em que se privilegia o aspecto da transmissão de informações entre professores e alunos, e sua introdução enseja a utilização de atividades pedagógicas construtivistas.

Simular é realizar um percurso cognitivo sobre um modelo, seja esse físico ou virtual, com fins pedagógicos. Quando se trata de uma simulação realizada em computadores, usando seu hardware e software, ela pode ser realizada sobre um *ambiente colaborativo virtual (CVE)*, um recurso que integra várias facilidades além do próprio modelo virtual.

De acordo com o ressaltado por Melo (2000), simulações envolvem um princípio-chave valorizado pelos cientistas cognitivistas, o de “aprender-fazendo”. Simulações permitem que as pessoas explorem modelos mais complexos e em maior quantidade do que quando estão restritas aos recursos de sua imagística mental e de sua memória de curto prazo.

Como os modelos mentais existem dentro do cérebro das pessoas, uma questão crítica para atividades de ensino e de aprendizagem é como investigá-los ou, em outras palavras, como podemos construir modelos mentais sobre os modelos mentais das pessoas? A premissa fundamental, neste caso, é que podemos inferir (e modelar) os modelos mentais que as pessoas detêm por meio da observação de seus comportamentos e verbalizações.

Muitas pesquisas sobre a representação de modelos mentais têm sido realizadas por equipes científicas nas últimas décadas e as estudaremos na sequência de nossos trabalhos, em etapas posteriores, e as reportaremos em artigos futuros.

3.3 Competências e Habilidades Cognitivas

Competências e habilidades são dois eixos de referência para atividades de ensino e aprendizagem em cursos superiores tecnológicos, tanto para docentes quanto para discentes. De acordo com Brasil (1999), “*competências* são as ações e operações da inteligência que utilizamos para estabelecer relações entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As *habilidades* decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do saber fazer. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências.”

Segundo Primi et al. (2001), os modelos explicativos de inteligência podem ser classificados em três grandes grupos: 1) a psicométrica (ou fatorial), 2) a desenvolvimentista e 3) a da abordagem do processamento humano da informação. A psicométrica, por exemplo, foca-se em definir as estruturas da inteligência e sua organização. A desenvolvimentista, por outro lado, baseia-se nos conceitos de Piaget e de Vygotsky e preocupa-se com as estruturas da inteligência e o seu desenvolvimento dinâmico.

De acordo com Primi et al. (2001), habilidades representam o potencial de alguém expresso por meio de suas realizações e desempenhos, como a apresentação de respostas corretas para problemas e o seu conhecimento de conteúdos determinados.

Esses autores conceituam que existem dois aspectos da competência, que são: a) o conhecimento em si, e b) a capacidade de mobilização do conhecimento. Para eles, competência significa erudição e capacidade de mobilização do conhecimento diante de uma situação-problema. Em outras palavras: o saber e o saber-fazer.

Nas abordagens de inteligência citadas, duas estruturas estão sempre presentes: a) o conceito de *inteligência cristalizada*, a que prioriza o conhecimento e se refere à extensão e profundidade das informações adquiridas por meio da escolarização recebida pela pessoa, e b) o conceito de *inteligência fluida*, a que prioriza o raciocínio, e é referente à capacidade de processamento cognitivo, ou seja, as diversas capacidades de processar informações, tais como: relacionar ideias complexas, inferir, deduzir, formar conceitos abstratos.

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) estrutura suas atividades de avaliações por meio de uma matriz de cinco competências e vinte e uma habilidades, conforme exibido no quadro 3:

Quadro 3 – Competências e habilidades

| COMPETÊNCIA | HABILIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 1. DOMINAR LINGUAGEM | X | X | X | X | X | X | | | | | X | X | X | X | | | | | | | |
| 2. COMPREENDER FENÔMENOS | X | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| 3. ENFRENTAR SITUAÇÕES-PROBL. | X | X | X | X | | | X | | | | | X | X | | X | X | X | | X | | X |
| 4. CONSTRUIR ARGUMENTAÇÕES | | | X | | | X | | | | | | | X | X | X | X | | | | X | X |
| 5. ELABORAR PROPOSTAS | | | X | | X | | X | X | | | | X | X | | X | X | X | X | | | |

(Adaptado pelo autor a partir de BRASIL, 1999)

O significado das cinco competências listadas pelo ENEM está resumido no quadro 4:

Quadro 4 – Competências

| COMPETÊNCIA | | SIGNIFICADO |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | DOMINAR LINGUAGENS (DL) | Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica. |
| 2 | COMPREENDER FENÔMENOS (CF) | Engloba construir e aplicar conceitos de várias áreas do conhecimento para a compreensão dos fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas. |
| 3 | ENFRENTAR SITUAÇÕES-PROBLEMA (SP) | Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema. |
| 4 | CONSTRUIR ARGUMENTAÇÕES (CA) | Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas para construir argumentação consistente. |
| 5 | ELABORAR PROPOSTAS (EP) | Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para a elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e a diversidade sociocultural. |

(Adaptado pelo autor a partir de BRASIL, 1999)

As vinte e uma habilidades listadas pelo ENEM estão resumidas no quadro 5.

Quadro 5 – Habilidades

| HABILIDADE | SIGNIFICADO |
|------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | Compreender e utilizar variáveis |
| 2 | Compreender e utilizar gráficos |
| 3 | Analisar dados estatísticos |
| 4 | Inter-relacionar linguagens |
| 5 | Contextualizar arte e literatura |
| 6 | Compreender as variantes linguísticas |
| 7 | Compreender a geração e o uso de energia |
| 8 | Compreender a utilização dos recursos naturais |
| 9 | Compreender a água e sua importância |
| 10 | Compreender as escalas de tempo |
| 11 | Compreender a diversidade da vida |
| 12 | Utilizar indicadores sociais |
| 13 | Compreender a importância da biodiversidade |
| 14 | Conhecer as formas geométricas |
| 15 | Utilizar noções de probabilidade |
| 16 | Compreender as causas e consequências da poluição ambiental |
| 17 | Entender processos e implicações da produção de energia |
| 18 | Valorizar a diversidade cultural |
| 19 | Compreender diferentes pontos de vista |
| 20 | Contextualizar processos históricos |
| 21 | Compreender dados históricos e geográficos |

(Adaptado pelo autor a partir de BRASIL, 1999)

Por meio do estímulo da utilização dos recursos biológicos do SNC e do SNP, além do estímulo ao desenvolvimento das competências e habilidades dos discentes, os docentes do ensino superior tecnológico devem verificar se há a formação de modelos mentais neles sobre os assuntos abordados em sala de aula ou laboratórios.

Modelos mentais são, conforme Moreira (1997), imagens, pressupostos, experiências e histórias que trazemos em nossas mentes sobre tudo o que nos cerca, inclusive sobre nós mesmos, sobre outras pessoas, objetos, ideias, instituições, sobre todo e cada aspecto material e imaterial da realidade que nos cerca.

Eles determinam o que vemos. Diferenças entre modelos mentais explicam porque duas pessoas, observando ao mesmo tempo o mesmo fenômeno, podem descrevê-lo e explicá-lo de modos, às vezes, tão diferentes. Ao visualizarem o mesmo fenômeno, duas pessoas estarão atentas para detalhes diferentes.

Na visão de Johnson-Laird (1983) *apud* Moreira (1997), as pessoas não captam o mundo exterior diretamente, mas por meio de representações mentais dele. As representações mentais são separadas em analógicas e proposicionais; a representação visual é o exemplo típico do primeiro tipo de representação, mas há também as auditivas, as olfativas e as táteis.

As representações analógicas, na visão de Moreira (1997), são não-discretas (não-individualizadas), concretas (porque representam entidades do mundo físico), organizadas por regras frágeis de combinação e específicas à modalidade através da qual a informação foi originalmente encontrada. Já as representações proposicionais são discretas (individuais), abstratas (simbólicas), organizadas segundo regras rígidas e captam o conteúdo ideacional da mente independente da modalidade original na qual a informação foi encontrada, em qualquer língua e por meio de qualquer um dos sentidos.

Modelos mentais, de acordo com Moreira (1997), operam abaixo do nível de consciência das pessoas; são representações internas do mundo exterior para a pessoa que os detém. São abstratos, mas determinam a qualidade e o rumo da vida de cada um, sejam no campo econômico, social, político ou pessoal. Imagem mental é a unidade básica do pensamento que nos permite pensar em um conceito de forma totalmente abstrata ou pensar em um objeto sem ele estar presente; é a representação mental das coisas do mundo real, sejam elas concretas (objetos, eventos, etc.), sejam elas coisas do mundo imaginário (conceitos, formas, ideias, estórias, etc.), coisas que não existem a não ser na forma de imagens mentais.

Embora possam não equivaler a nada que existe no mundo real, imagens mentais podem ser descritas, desenhadas, comentadas, analisadas, narradas, etc. por quem as desenvolveu e as detém. E essas formas tornam-se modos de comunicação, análise, compartilhamento, aperfeiçoamento, etc. entre as pessoas.

Outro fator determinante e que precisa ser considerado, a fim de se aperfeiçoar atividades docentes e discentes de cursos superiores tecnológicos, além de capacidades cognitivas e fatores motivacionais, é o conhecimento de *metacognição*, que é, segundo Ribeiro (2003), o conhecimento sobre quando e como utilizar estratégias para a transmissão de conhecimentos bem como a faculdade de planificar, de dirigir a compreensão e de avaliar o que foi aprendido. Etimologicamente, metacognição significa ‘para além da cognição’; é a faculdade de conhecer o próprio conhecer, ou ainda, conscientizar, analisar e avaliar processos de ‘como se conhece’.

Processos metacognitivos são aqueles que coordenam as aptidões cognitivas envolvidas na memória, leitura, compreensão de textos, etc., e exercem influência em áreas fundamentais da aprendizagem escolar, tais como: comunicação, compreensão oral e escrita e na resolução de problemas, constituindo-se assim em um elemento-chave no processo de “aprender a aprender”.

Metacognição refere-se à conscientização dos alunos sobre seus próprios conhecimentos e sua capacidade de compreender, controlar e manipular suas habilidades para aprender. Processos metacognitivos são importantes não só nas atividades escolares, mas ao longo da vida.

É importante para o docente desenvolver estratégias metacognitivas em seus discentes, ou seja, passar-lhes noções e meios para interagirem com seus próprios processos metacognitivos. Stanford (2013) define duas áreas na metacognição: o conhecimento metacognitivo, ou seja, o (auto)reconhecimento de que se está pensando, e a regulação metacognitiva, que é a habilidade que se tem em regular o seu próprio processo cognitivo.

Ele descreve três tipos de conhecimentos metacognitivos e três modos de regulações metacognitivas. Juntos, esses fatores conduzem a várias estratégias de aprendizagem que podem ser utilizadas para explorar essa área de conhecimento nos ambientes de ensino e aprendizagem do ensino superior tecnológico.

Para um docente, conhecer princípios sobre competências, habilidades e metacognição, amplia seu domínio sobre suas aulas e de seus discentes.

4 CONCLUSÃO

O conhecimento dos princípios de Neurociência Cognitiva, de modelos mentais, simulações e de competências e habilidades cognitivas por docentes de cursos superiores tecnológicos pode trazer várias consequências positivas; uma delas é que os docentes devem levar em consideração que há dois tipos de raciocínio presentes nos discentes: o pensamento rápido e intuitivo, o primeiro a agir diante de um novo problema; e o pensamento lento e analítico. O segundo complementa o primeiro, dando aos seres humanos a condição de seres racionais.

Outro aspecto-chave educacional é que o conhecimento de afasias associadas ao funcionamento do SNC e SNP permite aos docentes flexibilizar o desenvolvimento de suas atividades educacionais e obter melhores resultados delas.

Quanto à introdução aos conhecimentos sobre os modelos mentais e simulações, fica claro quão essenciais eles são para as atividades de ensino e aprendizagem, e como o seu conhecimento, ainda que superficial, pode ajudar atividades educacionais a explorar o potencial de representação e transferência de conhecimentos que eles suportam.

Apontaram-se aqui as cinco competências e as vinte e uma habilidades consideradas pelo ENEM como a base para suas atividades e seus indicadores, o que se constitui em pontos-chave para orientar as atividades presenciais de ensino e aprendizagem de cursos superiores de tecnologia. Também se destacou a importância da atenção do docente a aspectos metacognitivos presentes em suas atividades rotineiras.

O somatório desses agrupamentos de conceitos ajuda a estabelecer uma base sólida para o desenvolvimento de ações futuras, de aprofundamento de dados e visões correlacionadas a esses temas, visando o aperfeiçoamento das atividades em cursos superiores de tecnologia.

REFERÊNCIAS

BEAR, M. F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências**: desvendando o sistema nervoso. 2ª Ed. Artmed: Porto Alegre, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Referenciais para formação de professores**. Brasília: MEC, 1999.

CARVALHO, F. A. H.; Barros, D.M. Neurociências aplicada à educação: uma experiência de ensino no PPG educação em Ciências: química da vida e da saúde na FURG. **II Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica** – Santo Ângelo, 2012.

FRANKLIN, S. How minds works Neuroscience. **Computer Science Division & Institute for Intelligent Systems**. The University of Memphis. USA, 2006.

JOHNSON-LAIRD, P. **Mental models**. Massachussets: Harvard University Press, 1983.

KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. Farrar, Strausand Giroux, 2011.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais**. São Paulo: Atheneu, 2002.

MELO, R. C. **Ensino e aprendizagem por simulação: novas perspectivas de interação professor-aluno por meio do uso das T.I**. Tese de Mestrado, Universidade São Marcos-SP, 2000.

MOREIRA, M. A. **Modelos mentais**. Trabalho apresentado no Encontro sobre teoria e Pesquisa em Ensino em Ciência da UFMG, Belo Horizonte, 5 a 7 de março de 1997.

PRIMI, R., Santos, A. A. A.; Vendramini, C. M. et al. Competências e habilidades cognitivas: diferentes definições dos mesmos construtos. **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Mai-Ago 2001, Vol.17 n.2, pp.151-159, UnB, Brasília, Brasil, 2001.

RIBEIRO, C., Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Revista Psicologia: Reflexão e Crítica**, 16(1), pp.109-116, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil, 2003.

SANTOS, D. R., **Contribuições da Neurociência à aprendizagem escolar na perspectiva da educação inclusiva**. Disponível em: <www.faecetec.rj.gov.br/desup/images/edutec/02_2011>. Acesso em 03 jan. 2013.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez Editora, 2010.

STANFORD University School of Education, Thinking about thinking: metacognition. **The Learning Classroom**. Disponível em: <www.learner.org>. Acesso em 03 jan. 2013.