

# Neurociência na Formação Docente: a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem em química

Everton Bedin<sup>1,2\*</sup> (PQ, FM). [bedin.everton@gmail.com](mailto:bedin.everton@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidade Luterana do Brasil, Ulbra, Avenida Farroupilha, 8001, Bairro: São José, Canoas-RS, CEP: 92425-900.

<sup>2</sup>PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS. Avenida Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS, CEP: 91501-970.

*Palavras-Chave: Neurociências, Ensino de Química, Formação Docente.*

**RESUMO:** PARTINDO DO PRESSUPOSTO DE QUE A AQUISIÇÃO DE SABERES EM NEUROCIÊNCIAS E A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS DIVERSIFICADAS NO ENSINO DE QUÍMICA PODEM QUALIFICAR E MAXIMIZAR OS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM, AUXILIANDO E CARACTERIZANDO A CONSTRUÇÃO E RESSIGNIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS DESTA CIÊNCIA, PROPORCIONANDO AO PROFESSOR A HABILIDADE DE MOTIVAR, ENSINAR E AVALIAR O ESTUDANTE EM UM FORMATO COMPATÍVEL COM O FUNCIONAMENTO CEREBRAL, O OBJETIVO DESTA TRABALHO É DISCUTIR OS ASPECTOS ATUAIS DA NEUROCIÊNCIA DAS EMOÇÕES COM FOCO NA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA, PONTUANDO, AINDA, A IMPORTANTE RELAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS EMOCIONAIS E COGNITIVOS, DESTACANDO SUA INTERFERÊNCIA NA NEUROPLASTICIDADE CEREBRAL À LUZ DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM QUÍMICA. NESTE SENTIDO, ACREDITA-SE QUE A REESTRUTURAÇÃO DOS CURRÍCULOS NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E A INSERÇÃO DESTA TEMÁTICA NOS EVENTOS ENEQ E EDEQ SEJAM NECESSÁRIAS PARA O PROFISSIONAL EM QUÍMICA APROXIMAR-SE DA NEUROCIÊNCIA.

## INTRODUÇÃO À NEUROCIÊNCIA

A tematização da neurociência e, em especial, das emoções como questão relativa à construção do conhecimento é uma perspectiva bastante obsoleta na cultura ocidental. Retornando no tempo e, grosso modo, colocando os olhos ao mundo grego antigo, é possível encontrar no conceito de *pathós* a concepção de paixão, entendida no âmbito da filosofia helênica como ascendência dos males e da infelicidade do homem (REALE, 1999), devendo, pois, ser moderada e, quiçá, dominada. Inscreve-se neste horizonte, por exemplo, a concepção platônica de alma tripartida, sendo mortais as duas porções correspondentes às emoções – concupiscente e irascível – e imortal (divina) a alma racional (PLATÃO, 1977).

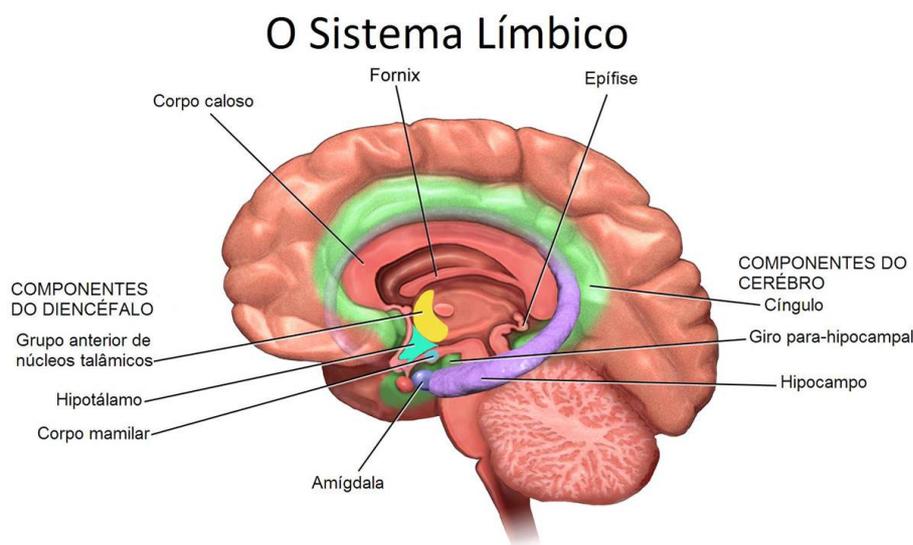
Nesta perspectiva, a exacerbada relação entre emoção e razão tornou-se recorrente aos pensamentos dos diferentes filósofos, exigindo que estes reformulassem as variadas formas para explicar as origens e o papel das emoções na condição humana. Este foi, precisamente, o caso do pensador francês René Descartes, que, em suas *Meditações Metafísicas*, chegou à concepção de uma “substância pensante” (*res cogitans*) completamente separada da “substância do mundo” (*res extensa*), facultando uma genuína cisão entre corpo e mente (DESCARTES, 2000).

Para o autor, a *res cogitans* pertence à razão e ao pensamento, enquanto ao corpo (*res extensa*) pertencem as emoções, caracterizáveis como ambíguas e não críveis em relação aos conteúdos de verdade (DESCARTES, 2000). Ao contrário, o filósofo Baruch de Spinoza concebia que a “substância pensante e a substância extensa são uma mesma substância, ora compreendida como um atributo, ora como outro” (SPINOZA, 1997, p. 117). Nesses termos, razão e emoção – e, de resto, a própria constituição orgânica – pertenceriam a uma mesma natureza (SPINOZA, 1997).

De um problema genuinamente filosófico, as relações entre corpo e mente e entre razão e emoção passaram a ser também investigadas no âmbito teórico de outros saberes, como a psicologia, a psicanálise e a biologia, a partir da segunda

metade do século XIX e princípios do século XX. O que marca esse período é o interesse científico voltado para os processos cognitivos, os quais incluem as atividades mentais relacionadas à aquisição de conhecimento e conectadas ao raciocínio e à memória (ESPERIDIÃO-ANTÔNIO, *et al.*, 2008).

Esse anseio esclarecedor explica-se pela maior comensurabilidade do conhecimento, levando ao desenvolvimento da chamada “revolução cognitiva”. A partir de então, realizaram-se inúmeras investigações, as quais se culminaram na proposição dos mecanismos envolvidos na neurociência: percepção, atenção e memória. Mais recentemente, vem-se ampliando o interesse pelo estudo das bases neurais dos processos envolvidos nas emoções, a partir da caracterização e das investigações sobre o Sistema Límbico<sup>1</sup> (SL) (ESPERIDIÃO-ANTÔNIO, *et al.*, 2008), demonstrado na imagem a seguir.



**Figura 1: Sistema Límbico.**  
**Fonte: Machado (2000).**

Sabe-se, com base em diferentes resultados, que há uma profunda integração entre os processos emocionais, os cognitivos e os homeostáticos. Assim, reconhece-se que as áreas cerebrais envolvidas no controle motivacional, na cognição e na memória, fazem conexões com diversos circuitos nervosos, os quais, através de seus neurotransmissores, promovem respostas fisiológicas que relacionam o organismo ao meio e também à inervação de estruturas viscerais, importantes à manutenção da constância do meio interno (LANOTTE, *et al.*, 2005).

Com base nessas premissas, o objetivo do presente trabalho é discutir os aspectos atuais da neurociência das emoções com foco na aprendizagem em química, pontuando, ainda, a importante relação entre os processos emocionais e cognitivos, destacando sua interferência na neuroplasticidade cerebral para a qualificação dos

<sup>1</sup> Na superfície medial do cérebro dos mamíferos, o sistema límbico é a unidade responsável pelas emoções e comportamentos sociais. É uma região constituída de neurônios, células que formam uma massa cinzenta denominada de lobo límbico. O Sistema Límbico compreende todas as estruturas cerebrais que estejam relacionadas, principalmente, com comportamentos emocionais e sexuais, aprendizagem, memória, motivação, mas também com algumas respostas homeostáticas. Resumindo, a sua principal função será a integração de informações sensitivo-sensoriais com o estado psíquico interno, onde é atribuído um conteúdo afetivo a esses estímulos, a informação é registrada e relacionada com as memórias pré-existentes, o que leva à produção de uma resposta emocional adequada.

processos de ensino e aprendizagem em química, por meio da inserção de temas referentes a neurociências na formação inicial do professor de química.

## NEUROCIÊNCIAS E A FORMAÇÃO DOCENTE

Ao considerar o século atual como era da informação e do conhecimento, momento em que se constitui saberes por meio da proliferação e troca de informações, entende-se que é necessário compreender e estudar a mente e o cérebro, pois estes são imprescindíveis para o entendimento de diversas situações corriqueiras, inclusive no que tange o entendimento de como incidem os processos de ensino e aprendizagem em química, as motivações e razões estimuladas nos educandos para aprender química e quais as emoções elencadas neste cenário diário nas escolas.

Neste sentido, o campo científico da neurociência vem apresentando inúmeros estudos sobre o funcionamento cerebral, considerando algumas características específicas, tais como a memória e as emoções, por exemplo. Estes estudos, com auxílio de tecnologias sofisticadas e minuciosas, são capazes de demonstrar detalhadamente, por meio de um mapeamento de imagens, a anatomia do cérebro, identificando quais partes dele trabalham quando se realiza uma ação de aprendizagem. Observando-se a imagem a seguir, pode-se compreender melhor este fenômeno.

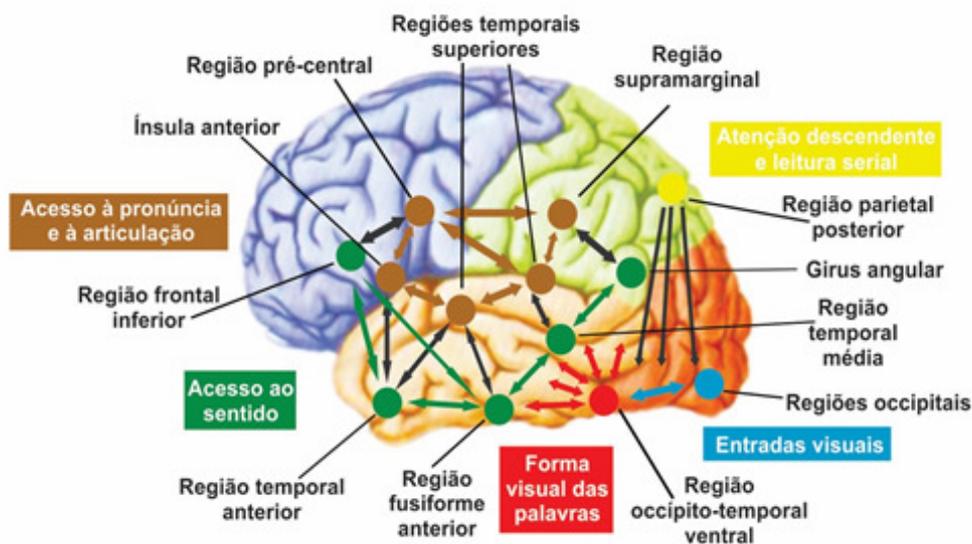


Figura 2: Regiões do cérebro em agitação durante a aprendizagem.

Fonte: Machado (2000).

Estudos da neurociência cognitiva, a qual busca entender o desenvolvimento da atenção e da compreensão das atividades cerebrais e dos processos de cognição, proporcionam resultados de que os processos de aprendizagem humana são consequências da elaboração de informações advindas das percepções cerebrais. Tal questão difere da ideia de que o armazenamento de informação é unicamente o fator da aprendizagem humana (TURCATTO e STEIN, 2014); logo, entende-se que se o educando, durante os processos de ensino e aprendizagem em química, interagir com o professor e, principalmente, ressignificar seus saberes, terá êxito e qualificação nos conhecimentos armazenados na memória.

Frente a este cenário, sobretudo nas aulas de química, é importante fomentar uma aprendizagem que gere conhecimento e, ao mesmo tempo, uma educação que

ofereça formas eficazes de ensino, explorando e estimulando o potencial de aprendizado dos estudantes. Assim, corrobora-se com as concepções de Chassot (2000, p. 24), quando ressalta que “[...] ensinar ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, como o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos”.

Neste sentido, torna-se oportuno pensar e repensar em nossas práticas pedagógicas no cerne da Educação Básica, buscando metodologias inovadoras e diferenciadas, as quais procuram facilitar o aprendizado, e respostas criativas para solucionar as dificuldades apontadas pelos estudantes. Trabalhar mais o hemisfério direito do cérebro<sup>2</sup>, através de atividades lúdicas, animadas, experimentais e interessantes, devidamente adaptadas ao objetivo do conteúdo a ser ensinado, é uma solução simples e descomplicada para favorecer e, quiçá, ser realizada durante a aplicação dos conceitos em sala de aula, a fim de cogitar a aproximação do estudante à química. Incumbe, portanto, ao professor-educador, a responsabilidade de trazer este aluno a um espaço de reflexão e exposição de ideias e concepções, valorizando seus objetivos e suas aflições, pois são pessoas sujeitas a todo tipo de angústia e anseios.

Neste sentido, deve-se buscar desenvolver atividades que garantam aos estudantes um ensino de qualidade, mesmo este exigindo dos educadores um desdobramento em suas metodologias para alcançar a excelência da aprendizagem discente. Esta atividade fortalece a ação pela busca de competências e habilidades do professor em química, haja vista que este, nas palavras de Chassot (1990, p. 14), “é muito mais do que um transmissor de conteúdo ou reproduzidor do conhecimento, mas alguém que educa em química, isto é, faz com que a química seja também um instrumento para as pessoas crescerem [...]”.

Corroborando, Santos e Schnetzler (2000) refletem que:

a química se insere em vários aspectos da vida atual e [...] o ensino de química pode contribuir tanto para o desenvolvimento intelectual dos estudantes quanto para a formação de cidadãos mais conscientes. [...] Os conhecimentos trabalhados deverão ser, sempre que possível, derivados do cotidiano, buscando uma conscientização com relação à realidade social. (p. 63)

Desta forma, entende-se que quando o educando participa de atividades que fortalecem o vínculo entre aquilo que julga importante e o modo como adquire os saberes se constitui em sujeito crítico e autônomo. Assim, Santos e Schnetzler (1998, p. 267) afirmam que “o ensino para a cidadania se configura como um paradigma educacional. Isso significa que, para a efetivação do ensino de ciências, para formar o cidadão, é necessária uma completa reestruturação do ensino atual”.

Apoiando as estas ideias, Tapia e Montero (2004) refletem que:

---

<sup>2</sup> Cada hemisfério cerebral tem características próprias e um modo particular de processar as informações recebidas. Os dois lados do cérebro trabalham em harmonia, equilibrando nossas decisões, mas por razões que os especialistas não entendem ainda, alguns indivíduos desenvolvem capacidade de raciocinar mais com o lado esquerdo do cérebro que, preferencialmente, é responsável pelas atividades lógicas, verbais, racionais, dentre outras. O lado direito, por sua vez, é a parte do cérebro que permite o raciocínio holístico, espontâneo, intuitivo e criativo, relacionado com a análise emocional, subjetiva, mística e romântica, diferindo-se do modelo de raciocínio fragmentado, típico da lógica cartesiana. A diferença entre eles é grande: pessoas com o lado esquerdo dominante resolvem problemas com base em fatos, analiticamente, privilegiando palavras, números e ocorrências apresentadas em sequência lógica; pessoas com o lado direito dominante procuram por imagens, conceitos, padrões, sons e movimentos, que levam a uma solução intuitiva.

[...] quando os alunos percebem o significado ou a utilidade intrínseca do que devem aprender, seu interesse aumenta em praticamente todos os casos, embora mais naqueles que tendem a atuar buscando o desenvolvimento da competência pessoal e o desfrute da tarefa, motivação que contribui não apenas para maior aprendizagem e desenvolvimento, mas também para um maior bem-estar pessoal [...]. (p. 177)

Neste sentido, percebe-se a constante necessidade da formação docente do profissional da educação em química estar centrada nas questões que se referem às ideias e concepções da neurociência, afinal a neurociência explica que estímulos exteriores direcionados ao ato de aprender proporcionam estímulos que reorganizam o Sistema Nervoso (SN) em desenvolvimento, resultando em aprendizagem significativa no educando por meio de ações e processos de ressignificação de saberes.

Desta forma, sabe-se que o professor deve buscar conhecer como o SN funciona, dentro de suas limitações e potencialidade, entendendo a organização e as funções do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos da linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades para aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas (ROTTA; OHLWEILER; RIESGO, 2006), pois, desta forma, terá capacidade de desenvolver competências e habilidades à luz da química em seus estudantes, validando técnicas e metodologias diversificadas nos processos de ensino e aprendizagem desta ciência.

Todavia, segundo Stern (2005), a neurociência por si só não pode fornecer o conhecimento específico necessário para elaboração de ambientes de aprendizagem em áreas de conteúdo escolar específicas, particulares. Mas, fornecendo “*insights*” sobre as capacidades e limitações do cérebro durante os processos de ensino e aprendizagem, a neurociência pode ajudar a explicar porque alguns ambientes de aprendizagem funcionam e outros não.

Assim, há de se pensar em metodologias inovadoras de ensino, tornando mais equânime possível às habilidades e capacidades dos alunos, um grupo heterogêneo encontrado em sala de aula; não se trata mais de ensinar química da mesma forma a todos, aprendendo quem quiser, ou conseguir, mas “de encontrar formas de ensino que alcance a um maior número possível de aprendizes, dentro de condições ‘normais’ de aprendizagem” (ALVES, 2009, p. 16). Corroborando, explicita-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1997) que:

Além de uma formação inicial consistente, é preciso considerar um investimento educativo contínuo e sistemático para que o professor se desenvolva como profissional de educação. O conteúdo e a metodologia para essa formação precisam ser revistos para que haja possibilidade de melhoria do ensino. A formação não pode ser tratada como um acúmulo de cursos e técnicas, mas sim como um processo reflexivo e crítico sobre a prática educativa. Investir no desenvolvimento profissional dos professores é também intervir em suas reais condições de trabalho (BRASIL, 1998, p. 25).

Assim, entende-se que a formação docente em neurociência, seja ela em cursos de formação, palestras ou especializações, presenciais ou à distância, proporcionam e elencam ideias e concepções a cerca de novas estratégias pedagógicas enraizadas na neurociência. Estas estratégias de ensino agrupam ações multissensoriais que são fundamentais para ativar as múltiplas redes neurais que estabelecem associação entre si no cérebro dos estudantes. Em outras palavras, quando o professor desenvolve uma atividade de forma diferenciada, e nela utiliza mecanismos neurocientíficos de estimulação e incitação, a atividade mais frequente dos neurônios resulta em

neuroplasticidade, produzindo sinapses mais materializadas e consolidadas. Esse conjunto de neurônios associados numa rede é o substrato biológico da memória (GUERRA, 2011). Assim, os registros transitórios são transformados em registros mais definitivos; a consolidação das memórias ocorre, pouco a pouco, e a cada período de sono, quando as condições químicas cerebrais foram propícias à neuroplasticidade.

Destarte, reflete-se que a memória não se forma de imediato, pois a formação de sinapses demanda reações químicas, produção de proteínas e tempo. Por isso, “a aprendizagem requer reexposição aos conteúdos e diferentes experiências e complexidade crescente” (GUERRA, 2011, p. 7). Assim, compreende-se a importância e relevância da espiral da aprendizagem, preservando o importante na memória e esquecendo o desprezível para a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem em química. Deste fato, deriva-se a necessidade, também, de uma reestruturação curricular no Ensino de Química na Educação Básica e a inserção de atividades interdisciplinares e intradisciplinares na formação do educando.

### **EMOÇÃO E COGNIÇÃO: SUPORTES BÁSICOS PARA A APRENDIZAGEM**

Há décadas busca-se, no ensino de ciências e mais especificamente no Ensino de Química, encontrar maneiras e formas de apresentar aos estudantes um modelo conceitual científico que, de certa forma, tenha sucesso na base da teoria de ensino, buscando extinguir as visões fragmentadas que muitos estudantes continuam aderindo às concepções intuitivas como representação de mundo, de vida e de matéria.

Pesquisadores renomados neste campo percebem inúmeras diferenças nestes problemas, alguns de ordem epistemológica e outros de ordem cognitiva, gerando, assim, díspares tentativas de reinterpretação das teorias cognitivistas, como buscar soluções para a aprendizagem em química. Contudo, o volume de pesquisas sobre este tema diminuiu vertiginosamente nos últimos anos, mas trata-se ainda de um problema em aberto no ensino desta ciência importantíssima para a humanidade; daí decorre o fato da inserção da neurociência na formação docente.

Neste aporte, na educação também se busca, incansavelmente, compreender e elucidar os complexos e intrincados processos de ensino e aprendizagem. Paralelamente, os mecanismos de aquisição e conservação do conhecimento fascinam pesquisadores em diferentes áreas, como filósofos, epistemólogos, psicólogos, sociólogos e médicos. De maneira geral, os educadores estão sempre em busca de estratégias que possibilitem uma real e significativa aprendizagem do conhecimento apresentado aos alunos.

No Ensino de Química este desafio torna-se ainda maior, visto que é necessário criar condições nas quais os estudantes possam utilizar este conhecimento, altamente abstrato e especializado, para interpretar e agir sobre o mundo que os cerca. Com isso, muitas pesquisas na área de educação científica buscam encontrar elementos que permitam elaborar estratégias de ensino capazes de desenvolver nos estudantes uma postura reflexiva, valendo-se dos conhecimentos científicos em situações intrigantes e próximas dos fenômenos reais, a fim de que eles sejam capazes de compreender o universo em que vivem (ASTOLFI, *et al.*, 2005).

Este cenário implica no conhecimento complexo do professor não em uma visão exacerbada das diferentes formas de ensinar química para que o educando possa proliferar conhecimentos no mundo e deles usufruir, mas na necessidade de compreender os processos de construção do conhecimento em situações de ensino-

aprendizagem, principalmente em sala de aula, bem como dos condicionantes para que estes os incorporem em sua estrutura interpretativa.

Nesta perspectiva, sabe-se que na última década, o interesse acerca da compreensão dos funcionamentos do cérebro e da mente teve um crescimento vertiginoso à luz de métodos da psicologia, das ciências cognitivas e comportamentais e da neurobiologia. Este processo decorre do entendimento de que esta ação tem produzido um vasto corpo de conhecimento interdisciplinar que permite aprofundar o entendimento sobre as formas de aquisição e apreensão do conhecimento; a aquisição aqui é compreendida como uma forma do educando, na relação com o professor, ressignificar seus conhecimentos a partir desta interação e construir novos conhecimentos. Sendo assim, a Neurociência, ramo intrinsecamente multidisciplinar em pesquisas científicas, tornou-se uma área fundamental para a compreensão das relações do ser humano com o mundo natural e social (GAZZANIGA, 2004).

Alguns trabalhos que se recortam a neurociência cognitiva (FITCH, 2000), em suas vertentes, fornecem um entendimento sobre diferentes processos cognitivos e desvenda as propriedades neurais que dão suporte à linguagem, ao entendimento aritmético, à realização de cálculos etc. Mais recentemente, alguns estudos tem demonstrado que o ato de aprender está acompanhado de diferentes modificações cerebrais. Segundo tais pesquisas, as atividades das redes neurais influenciam e guiam os modelos de cognição (SZUCS e GOSWAMI, 2007), os quais possuem interferência significativa da prática pedagógica (BRUER, 2006).

Neste desenho, algumas descobertas tem mostrado que diferentes aspectos da memória são ativados em diferentes contextos emocionais (BUCHANAN e TRANEL, 2008), o que possibilita aprofundar as discussões acerca das relações entre emoção e cognição. Em outras palavras, sabe-se que os estados emocionais influenciam nos processos de “gravação<sup>3</sup>” da memória (encoding), de lembrança (recall) e em processos de tomadas de decisão e julgamento (BOWER e FORGAS, 2001).

Existe uma região, nas áreas cerebrais envolvidas na memória, que ficam armazenadas as “memórias emocionais”. Essas memórias são armazenadas juntamente com a emoção vivenciada no momento. Essa passagem explica porque costumamos lembrar episódios passados que foram marcantes em nossa vida (KANDEL, 2009). Assim, nas bases de Pergher, *et al* (2008), destaca-se que se o estudante, durante os processos de ensino e aprendizagem, estiver num estado de humor como a alegria, ele se recordará com facilidade das memórias relativas a esse estado de humor; este processo ocorre em qualquer estado de humor para qual ele se encontrar.

Assim, na última década, pôde-se ver o debate acerca da distinção e inter-relação entre cognição e emoção, caloroso no século XIX, se reacender (NIEDENTHAL e KITAYAMA, 1994). Ou seja, está na hora dos professores focarem seus estudos nas bases da neurociência e, de vez, buscarem entender a relação da emoção com conceitos cognitivos. Estas ideias baseiam-se em estudos que demonstram como o humor influencia na percepção das pessoas sobre elas mesmas e sobre os outros (DOLAN, 2003); o estado emocional “colore” nossas lembranças.

Além do trabalho com as emoções promover desenvolvimento do autoconhecimento, da performance intelectual e social, é fundamental na conformação da memória, uma vez que os estímulos carregados de emoção são registrados de maneira intensa e significativa. Esta relação é chamada, por Vygotsky (2001), de *regra pedagógica*, pois se refere à utilização de reações emocionais no processo de aprendizagem como estratégia de ensino e motivação através dos sentimentos

<sup>3</sup> Um termo específico utilizado na neurociência que foca no processo de ressignificação de saberes.

despertados ao se aprender algo novo. Em outras palavras Monte-Serrat (2007, p. 17), explica que “a memória é o continente da subjetividade e a plataforma da inteligência, do raciocínio e da criatividade”.

Este artefato cogita a hibridização de vieses onde as emoções positivas presentes em aulas de ciências, sejam derivadas das metodologias docentes ou das práticas diversificadas, estão fortemente envolvidas com um aumento na qualidade da aprendizagem de determinados conteúdos. Laukenmann (2003) proporciona dados indicando que o bem-estar e o interesse desempenham um papel significativo na aprendizagem, discutindo, assim, a influência de elementos emocionais para a qualificação dos saberes no ensino de ciências.

Para Laukenmann (2003),

Quanto maior é a sensação de bem-estar dos estudantes durante a introdução de um novo tópico, mais interessados eles ficam com esse tópico, mais eles aprendem, independentemente de seus sentimentos em geral para um determinado assunto. [...] Eles [os dados] mostram que a alegria nas aulas relaciona-se com o processo (bem sucedido) de aprendizagem. Bem como o interesse está relacionado ao processo de aprendizagem e não somente ao conteúdo de uma aula. Estas alegres e interessantes situações de aprendizagem são caracterizadas por experiências individuais de envolvimento cognitivo e competência (p. 503-505).

Assim, acredita-se que se o professor de química trabalhar com metodologias diversificadas que instigam os dois hemisférios do cérebro, acoplando atividades que intensificam a curiosidade e o humor, pois pesquisas recentes indicam que estados afetivos e características emocionais influenciam fortemente no processamento das informações, pode potencializar a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem em química, despertando no aluno o interesse, o gosto e a dedicação por esta ciência. Para Bower, por exemplo, a associação entre conceitos, além de baseada na semântica, ocorre também por meio de associações emocionais, de modo que ambos estejam diretamente conectados (BOWER e FORGAS, 2001).

Neste entrelace, acredita-se, também, que a relação entre emoção e cognição deve se transformar, ainda que timidamente, em um rico e importante tema de pesquisas em Ensino de Ciências, em especial na formação de professores de química, destacando-se trabalhos que visam elucidar a importância dos interesses, motivações e crenças, bem como dos sentimentos e das emoções na aprendizagem de conteúdos científicos e particulares desta ciência.

Esta questão é importante na medida em que se compreende que as emoções interferem nas ações humanas diárias, dificultam o raciocínio lógico e interveem primordialmente no aprendizado. Nesta etapa de interferência emocional, participam partes importantes do cérebro que realizam suas funções de acordo com a participação (intervenção) do ambiente, o equilíbrio, mudanças efetivas, estímulos e emoções na promoção do conhecimento. Estabelecer quais partes do cérebro participam deste conjunto de emoções e, automaticamente, de aprendizagem e quais interferências são salutares para que o educando assimile e ressignifique seus saberes, é papel fundamental dos professores deste século.

Portanto, entende-se que as ações são motivadas por sinapses (CAJAL apud KANDEL, 2009); modo como uma célula nervosa se comunica com outra (neurônios). A aprendizagem e a memória dependem de milhões de sinapses e elas só acontecem conforme o estímulo externo que recebem. Kandel (2009), neste processo, afirma que, dependendo da estimulação que o educando receber, as sinapses são alteradas; logo,

se o educando for fortemente estimulado, mais conexões serão realizadas e mais ele aprenderá.

Portanto, a aprendizagem depende diretamente do estímulo. Piaget (1964), neste viés, contribui ao ressaltar que o conhecimento surge num processo de organização das interações entre um sujeito e o objeto do conhecimento. Em outras palavras, a aprendizagem, em especial no Ensino de Química, corresponde a reorganizações/ressignificações sucessivas, significando que a elaboração do conhecimento acontece em etapas e atreladas ao contexto social; a aprendizagem, conseqüentemente, depende de todo o mecanismo neurológico e da influência emocional.

## **PAUTAS PARA REFLEXÃO**

No término deste trabalho, derivando-se em novas perspectivas e novos questionamentos sobre a formação docente no Ensino de Química, entende-se que a análise teórica realizada no mesmo, baseada nos diversos autores apresentados, em suas díspares abordagens, proporcionou a construção de possibilidades reais e necessárias sobre a inserção da temática neurociência no Ensino de Química, a fim de que o profissional formado possa, sem dificuldades básicas ou exacerbadas, avaliar a aprendizagem de seus alunos.

Ainda, é cogente destacar que, ao trabalhar vieses diferentes da neurociência, como memória, emoção, razão e cognitivo, por exemplo, pode-se apresentar e discutir questões polêmicas direcionadas ao objeto do estudo e sua finalidade. Neste aporte, é sagaz refletir que a aprendizagem requer estímulos corriqueiros e ativos, e que concerne à metodologia do professor, diferente da didática tradicional do método único, independentemente do conteúdo que se deseja abarcar, os procedimentos necessários e particulares para fazer com que o aluno, além de ressignificar seus saberes, construir conhecimento; esta postura está diretamente relacionada à aprendizagem autêntica: aquela que supõe reconstrução e cidadania.

Assim, ao adentrar pela trançada teia da neurociência e analisar a formação do professor de química e sua exploração em todos os processos de ensino e aprendizagem, traz-se à tona uma prática desafiadora a muitos professores, pois parte-se do pressuposto da necessidade de uma formação maciça e rígida nestes termos. Desta forma, ao se desvendar os labirintos da neurociência, valorizando as ações e reações sofridas pelos hemisférios cerebrais, o professor capacita-se a colaborar com uma geração de alunos mais compromissados com o Ensino de Química, através do resgate de fatores preponderantes para o melhoramento do ensino-aprendizagem e da relação professor-aluno.

Destarte, sobre a estrutura na integração emoção e cognição, percebeu-se a importância das atividades docentes se atrelarem a esta ilha, pois o conhecimento gravado com emoção pode ser ativado durante a indução de recordações, as quais provoquem uma sensação específica, seja de felicidade, tristeza, prazer, raiva ou qualquer outra. Portanto, a despeito desses conhecimentos já construídos, percebe-se que um longo percurso ainda há de ser trilhado na formação docente em química, seja na reestruturação curricular, nas metodologias docentes ou em eixos temáticos de eventos renomados (Encontro de Debates sobre Ensino de Química – EDEQ – e Encontro Nacional sobre o Ensino de Química – ENEQ) para discussão e construção de saberes sobre a temática, a fim de que se adquira melhor compreensão dos mecanismos neurobiológicos fundamentais relacionados às emoções.

Deste modo, espera-se que este trabalho teórico, fundamentado em autores renomados na área, possa contribuir para o estabelecimento do diálogo entre Neurociência e Ensino de Química, mostrando a necessidade de se conhecer profundamente as perguntas relevantes que surgem na prática diária nas salas de aula, para que se possam elaborar metodologias e práticas docentes capazes de fornecer respostas adequadas aos processos de ensino e aprendizagem. Ainda, almeja-se, também, que este trabalho possa trazer à tona a importância da emoção nos processos de ensino e aprendizagem em química, valorizando a afetividade, a empatia e a solidariedade entre os segmentos escolares. Desconsiderar a emoção como parte essencial da fabricação do Ensino de Química é acreditar que o conhecimento científico não é uma construção humana; logo, a construção e resignificação de saberes na formação docente e no Ensino de Química devem estar impregnadas por elementos afetivos e emocionais que nos fazem humanos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Sandra. Primeiras lembranças: a formação da memória declarativa. Porto Alegre: **Letrônica**, v. 2, n. 1, p. 4-17, julho 2009.
- ASTOLFI, Paul.; DEVELAY, Michel. **A didática das ciências**. Papirus. 2005.
- BOWER, Guy.; FORGAS, Josué. Mood and social memory. **The handbook of affect and social cognition**, p.95–120. 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRUER, Jhon. Points of View: On the Implications of Neuroscience Research for Science Teaching and Learning: Are There Any?: A Skeptical Theme and Variations: The Primacy of Psychology in the Science of Learning. **Life Sciences Education**, v.5, n.2, p.104. 2006.
- BUCHANAN, Tony; TRANEL, Daniel. Stress and emotional memory retrieval: effects of sex and cortisol response. **Neurobiology of learning and memory**, v.89, n.2, p.134-141. 2008.
- CHASSOT, Ático. **A educação no ensino da química**. Ijuí: Editora Unijuí, 1990.
- \_\_\_\_\_. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- DESCARTES, R. **Meditações metafísicas**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- DOLAN, Run. Emotion, cognition, and behavior. **Science**, v.298, p.1191-1194. 2003.
- ESPERIDIÃO-ANTONIO, Vanderson.; *et al.*. Neurobiologia das Emoções. **Psiquiatria Clínica** 35 (2); 55-65, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rpc/v35n2/a03v35n2>>. Acesso em: 18 de mar. 2016.
- FITCH, Weit. The evolution of speech: a comparative review. **Trends in Cognitive Sciences**, v.4, n.7, p.258-266. 2000.
- GAZZANIGA, Michael. **The Cognitive Neurosciences**. MIT Press. 2004.
- GUERRA, Leonor. O diálogo entre neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocação**, v. 4, n. 4, 2011. Disponível em: <[http://www.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto\\_teste.pdf](http://www.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto_teste.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2016.
- KANDEL, Erik. **Em busca da memória: o nascimento de uma nova ciência da mente**. Trad: Rejane Rubino. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

- KENSINGER, Elizabeth.; SCHACTER, Daniel. Memory and emotion. **The handbook of emotion**, p. 601-617. 2008.
- LAUKENMANN, Maria. An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. **International Journal of Science Education**, v.25, n.4, p.489 - 507. 2003.
- MACHADO, Angelo. **Neuroanatomia Funcional**. 2ª ed. São Paulo/Rio de Janeiro/ Belo Horizonte. Editora Atheneu. 2000.
- MONTE-SERRAT, Fernando. **Emoção, afeto e amor**: ingredientes do processo educativo. São Paulo, Editora Academia de Inteligência, 2007.
- NIEDENTHAL, Paula.; KITAYAMA, Shinobu. **The heart's eye**: Emotional influences in perception and attention: Academic Pr. 1994.
- PERGHER, Giovana; OLIVEIRA, Rodrigo; ÁVILA, Luciana; STEIN, Lilian. Memória, humor e emoção. **Revista Psiquiatria**, Rio Grande do Sul, v. 28, p. 61-68, jan/abr 2006.
- PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança**. Trad. Álvaro Cabral e Christiano Monteiro. Rio de Janeiro: Zahar, 3 ed., 1964.
- PLATÃO. **Timeu**. Belém: Ed. Universidade Federal do Pará; 1977.
- REALE, Giovanni. **História da Filosofia Antiga**: das Origens a Sócrates. 3aed. São Paulo: oyola; 1999.
- ROTTA, Newra; OHLWEILER, Lygia; RIESGO, Rudimar. **Transtorno da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- SANTOS, Wilson. SCHNETZLER, Roseli. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, Ático; OLIVEIRA, Junior (Org.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. p. 255-269.
- SPINOZA, Baruch. **Ética** – demonstrada à maneira dos geômetras. São Paulo: Nova Cultural; 1997.
- STERN, Elsbeth. Pedagogy meets Neuroscience. **Science**, v. 310, p. 745, 2005.
- SZUCS, Dénes; GOSWAMI, Usha. Educational neuroscience: Defining a new discipline for the study of mental representations. **Mind, Brain, and Education**, v.1, n.3, p.114-127. 2007.
- TAPIA, Jesús; MONTEIRO, Ignacio. Orientação motivacional e estratégias motivadoras na aprendizagem escolar. In: COLL, César; MARCHESI, Álvaro; PALACIOS, Jesús (Org.). **Desenvolvimento psicológico e educação**. 2. ed. Tradução Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2004. Volume 02. p.177–192
- TURCATTO, Jair.; STEIN, Deise. Motivação aliada ao processo de aprendizagem: uma contribuição da neurociência. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CURSO DE PEDAGOGIA, 5., 2014, Itaipiranga. **Anais eletrônicos...** 2014. Disponível em: <<http://www.faifaculdades.edu.br/eventos/SEMIC/5SEMIC/arquivos/resumos/RES16.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- VYGOTSKY, Levy. **Psicologia Pedagógica**. 1ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.