



Neurociência: Contribuições e experiências nos diversos tipos de aprendizado*

Neuroscience: contributions and experiences in the several types of learning

Márcia Gorett Ribeiro Grossi¹
Fernanda Storck Leroy²
Rangel Benedito Sales de Almeida³

Resumo

O conhecimento acerca da neurociência ultrapassou a área da medicina e, atualmente, é foco de estudo da Pedagogia na busca da compreensão da melhor maneira de ensinar para alcançar todos os alunos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi apresentar algumas experiências da neurociência em processo de ensino e aprendizagem, demonstrando sua influência nos diferentes tipos de aprendizado, tais como: aprendizado por afinidade, aprendizado significativo e aprendizado por analogias e metáforas, a partir da realização de uma pesquisa exploratória e descritiva. Os resultados permitem concluir que cada um desses aprendizados apresenta suas particularidades, embora todos apresentem indícios de associações com o conhecimento prévio dos indivíduos e, ao se pesquisar os diferentes tipos de aprendizado, constatou-se que todos eles valorizam o aluno e têm como objetivo despertar sua motivação, promovendo uma experiência de aprendizado diferenciada, personalizada, prazerosa e significativa. Ressalta-se, portanto, a importância de perceber os fundamentos sobre neurobiologia cognitiva, necessários no processo ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizado. Educação. Neurociência.

*Submetido em 11/08/2015 – Aceito em 22/10/2015

¹Doutora em Ciência da Informação pelo Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação da UFMG. Professora Titular do Departamento de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, Brasil – marciagrossi@terra.com.br

²Pedagoga pela Universidade Estadual de Minas Gerais. Membro do Grupo de pesquisa AVACEFETMG, Brasil – nandasleroy@gmail.com

³Mestrando em Educação Tecnológica pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG. Professor do curso de Graduação Tecnológica em Design Gráfico do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH), Brasil – rangelsales13@gmail.com

Abstract

The knowledge about neuroscience has transcended the area of medicine, and is recently the subject of pedagogical studies in the search for comprehension of the best way to teach for all students. In light of this, the objective of this work was to present some experiments from neuroscience in the process of teaching and learning, showing its influences in different types of learning: learning by association, learning by meaning and learning by analogies and metaphors, from the conducting of an exploratory and descriptive research. The results show that each one of these learning processes presents its particularities, although all of them show evidence of associations with the previous knowledge of the individuals and, by researching the different types of learning, it was found that all types value the student and aim to spark their motivation, promoting a differentiated learning experience, personalized, enjoyable and meaningful. It is noteworthy, therefore, the importance of understanding the basics of cognitive neurobiology needed in the teaching and learning.

Keywords: Learning. Education. Neuroscience.

1 INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizado tem se modificado ao longo dos anos para atender cada vez mais as necessidades educativas dos alunos. Por isso, a educação tem dialogado com a neurociência para compreender melhor o funcionamento cerebral, pois os professores e pedagogos estão interessados em saber como o Sistema Nervoso (SN) exerce a capacidade de selecionar e armazenar informações, atributo importante dos processos de aprendizagem (LENT, 2001).

A partir desse diálogo, os educadores poderão atuar de maneira cada vez mais assertiva, entendendo que cada aluno possui seu próprio tempo e modo de aprender e que um único método de ensino não contempla a todos. De acordo com Markova, citado por Grossi, Lopes e Couto (2014) as pessoas aprendem e pensam de modos diferentes, utilizando seus padrões individuais da inteligência natural que a mente usa para se concentrar, compreender e criar.

Atualmente, a educação tradicional não tem priorizado a individualidade do aluno, inserindo-o num percurso pasteurizado e cartesiano. Desse modo, o aluno precisa se encaixar num ritmo que nem sempre condiz com sua experiência, expectativa ou capacidade. Pouco se leva em consideração seu repertório, suas preferências ou suas intenções. Por isso, é importante lançar um novo olhar para as necessidades e habilidades específicas de cada aluno.

Nesse sentido, os conhecimentos provindos das neurociências, um ramo do conhecimento que envolve outras áreas como a neurologia, a psicologia, a biologia e a medicina nuclear, tendo como ponto comum de estudo o Sistema Nervoso, podem auxiliar a escola e o educador a tornar o processo de aprendizado mais eficiente e mais interessante para o aluno.

Conforme sintetizado por Grossi, Lopes e Couto (2014), a neurociência pode ser compreendida por meio de cinco abordagens:

- Neurociência Molecular: investiga a química e a física envolvidas na função neural. Estuda as diversas moléculas de importância funcional no SN.
- Neurociência Celular: considera as distinções entre os tipos de células no SN e como funciona cada um respectivamente.
- Neurociência Sistêmica: estuda as regiões do SN, dos processos como a percepção, o discernimento, a atenção e o pensamento.
- Neurociência Comportamental: estuda a interação entre os sistemas que influenciam o comportamento, explica as capacidades mentais que produzem comportamentos como o sono, emoções, sensações visuais, dentre outros.
- Neurociência Cognitiva: estuda as capacidades mentais mais complexas como aprendizagem, linguagem, memória e planejamento.

No caso dessa pesquisa, o foco de investigação foi a neurociência cognitiva e, nessa perspectiva, o objetivo foi apresentar algumas experiências da neurociência no processo de ensino e aprendizagem, demonstrando sua influência nos diferentes tipos de aprendizado: por afinidade, significativo e por analogias e metáforas.

2 APORTE TEÓRICO

Esse item tem como propósito apresentar os principais conceitos e definições relacionados com a pesquisa desenvolvida, tais como: a neurociência no aprendizado, a personalização do ensino e os tipos de aprendizagem.

2.1 A Neurociência no Aprendizado

Oliveira (2014, p.18) chama a atenção para o fato de que “aprender não é absorção de conteúdos e exige uma rede complexa de operações neurofisiológicas e neuropsicológicas”. Por isso, destaca-se a importância da neurociência no aprendizado.

A neurociência é um campo multidisciplinar que se dedica ao estudo do Sistema Nervoso e que, recentemente, tem sido foco de interesse dos educadores para compreenderem como ocorre o processo de aprendizagem e para estimularem seus alunos de acordo com o funcionamento cerebral, diminuindo a ocorrência das dificuldades escolares. Desse modo, o aprendizado pode ser personalizado de acordo com as necessidades e capacidades de cada indivíduo, tornando seu processo educacional mais eficaz.

Entre as disciplinas neurocientíficas apresentadas por Lent (2001), a neurociência cognitiva é a que trata das capacidades mentais mais complexas, geralmente, típicas do homem como, por exemplo, a linguagem, a autoconsciência e a memória. Diante disso, dentro desse conjunto de disciplinas, Benarós et al. (2010) destacam que a neurociência cognitiva foi a que, provavelmente, possibilitou as maiores contribuições geradas durante a última década sobre a educação. Do ponto de vista fisiológico, o cerebelo ou pequeno cérebro é a parte do encéfalo responsável pela aprendizagem e memória procedimental ou dos comportamentos cotidianos como caminhar, falar, andar de bicicleta e nadar, dentre outros comportamentos.

No entendimento de Bartoszeck (2013), existem sete princípios da Neurociência:

1. Aprendizagem, memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem.
2. O cérebro se modifica aos poucos fisiológica e estruturalmente como resultado da experiência.

3. O cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.
4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas, maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.
5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.
6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.
7. O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, às imagens e aos símbolos.

Gazzaniga e outros, citados por Bartoszeck (2003), complementam que:

A neurociência cognitiva utiliza vários métodos de investigação (por ex. tempo de reação, eletroencefalograma, lesões em estruturas neurais em animais de laboratório, neuroimageamento) a fim de estabelecer relações cérebro & cognição em áreas relevantes para a educação (BARTOSZECK, 2003, p.3).

Também, evidenciam-se as afirmações de Kandel (2009) sobre a aprendizagem, que apontam para o crescimento físico das células cerebrais durante esse processo:

A aprendizagem na verdade é, nada mais nada menos, que uma série de alterações que ocorrem nas células nervosas que compõem nosso cérebro. Quando uma dada célula está envolvida em aprender, ela literalmente cresce (KANDEL, 2009, p.32).

Esse crescimento pode estar ligado aos estímulos que o cérebro recebe durante o processo do aprendizado, sendo um deles a motivação. De acordo com Castanha (2013), existe, no cérebro, um sistema dedicado ao incentivo e à recompensa. Assim, quando um indivíduo é afetado positivamente, a região que cuida dos centros de prazer produz dopamina, neurotransmissor das sensações de prazer, reforçando o comportamento em relação ao objeto em questão.

Para exemplificar a motivação, apresenta-se a proposta do *Khan Academy* que possui uma das plataformas educativas com maior conteúdo na *web*, além de um canal online ⁴, com aproximadamente 10 sub-canais de conteúdo interdisciplinar e vídeos com mais de três milhões de acessos. Ao postarem um novo vídeo sobre a anatomia de um neurônio, narrado por Wendell Bezerra, dublador oficial dos personagens de desenho animado *Goku*, Bob Esponja dentre outros, foi alcançado o número superior a 400.000 visualizações. Nos comentários, observou-se que alguns alunos agradecem ao personagem de desenho animado pela explicação dada no vídeo e relatam ter aprendido muito melhor.

⁴<https://www.youtube.com/user/khanacademy>

Contudo, não foi feito nenhum estudo sobre o que o depoente sabia antes da exibição do vídeo, tampouco foi avaliado seu nível do aprendizado após a exibição. Ainda assim, nota-se uma afeição maior ao tema pelo simples fato de ter sido narrado por um personagem que, de certo modo, o depoente possui algum nível de afinidade.

Um depoimento sobre um vídeo poderia apresentar algum indício de aprendizagem, mas seu processo é bem mais complexo como aponta Lent (2001). Segundo o pesquisador, tal aprendizagem ocorre por meio do processo de aquisição de novas informações que serão retidas na memória, e é por este processo que o ser humano é capaz de orientar o comportamento e o pensamento. Considerando que o processo de aprendizado pode variar para cada indivíduo, faz-se necessária a utilização de inúmeras estratégias pedagógicas para descobrir que tipo de técnica ou processo deverá ser utilizado com cada um deles.

Soma-se a isso, o fato de que o volume de informações atualmente disponibilizadas nos meios digitais a todo mundo e, claro, aos alunos, é enorme, sendo preciso ensinar aos alunos a selecionar as informações realmente úteis a cada um. Não são recentes os estudos sobre a personalização do ensino, como ressalta o fundador da plataforma *Khan Academy*. Datam-se do início do século XVIII, na Inglaterra, na qual as salas de aulas eram reduzidas e os mestres possuíam mais tempo com cada aluno. Portanto, percebe-se por meio desse exemplo, que os saberes da neurociência e da Pedagogia devem estar ligados de maneira coesa, para fomentarem o processo de cognição que garantirá que esses saberes adquiridos sejam permanentes.

Autores como Markova (2000) e Noronha (2012) defendem a ideia de que a aprendizagem do aluno não depende só do professor, mas também de seus padrões individuais da inteligência, pois as pessoas pensam e aprendem de maneira diferente. Por isso, quando o educador compreende que cada um de seus alunos aprende de modo diferenciado, poderá se transformar em um facilitador do processo de ensino e aprendizagem, ressignificando sua prática docente.

Contudo, a pesquisa feita por Grossi et al. (2014) aponta o cenário alarmante dos cursos de Pedagogia ministrados no território nacional. Evidenciou-se que as disciplinas relacionadas à neurociência não constam, em maioria absoluta, nas grades desses cursos. Nas palavras desses autores:

Torna-se relevante um ajuste curricular nos cursos de Pedagogia, exigindo das escolas uma mudança educativa, seja, por exemplo, incluindo disciplinas de neurociência no currículo de formação de educadores, pois de acordo com a pesquisa apresentada, em um universo de 260 matrizes curriculares dos cursos de Pedagogia analisadas nas faculdades e universidades estaduais, federais e particulares brasileiras, constatou-se que 94,6% não contemplavam as disciplinas de neurobiologia e nem neurociência (GROSSI et al., 2014, p.16).

O cenário evidenciado pela pesquisa de Grossi et al. (2014) dimensiona o desafio para a mudança do modelo educacional brasileiro. Se os estudos sobre a neurociência podem proporcionar uma mudança significativa no processo de aprendizado, como proposto por essa pesquisa, infere-se que o caminho a ser percorrido pelo Brasil será longo. Percebe-se que o tema sequer

é pautado pela maioria absoluta desses cursos e, considerando o número de alunos inscritos e formados anualmente sem conhecimento sobre neurociência, cria-se um cenário de pouca evolução nos processos adaptativos e personalizados.

2.2 A personalização do ensino e os tipos de aprendizagem

Seguindo na linha de Markova (2000), Noronha (2012) e Grossi, Lopes e Couto (2014), Kalena e Gomes (2014), chama-se a atenção para a personalização do ensino, que está relacionado com as estratégias pedagógicas utilizadas para proporcionar a aprendizagem do aluno de modo individual, valorizando suas habilidades e competências. Reforça-se, então, a necessidade de os professores estarem preparados para perceber as diversidades na sua sala de aula, proporcionando estratégias pedagógicas diferenciadas para que possam, ao longo de um período acadêmico, envolver todos os alunos e, assim, promover a aprendizagem significativa, que é definida como o “mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento” (AUSUBEL, 1963, p.58).

Portanto, para que a personalização aconteça, Schneider (2015) destaca que é preciso que o professor reveja as propostas desenvolvidas em sala de aula, de modo a oportunizar ao aluno a efetiva participação na construção do conhecimento. Sobre o tema, Sheltrown e Vanderveen (2015), lembram que:

Ninguém discute que personalizar o ensino de acordo com as necessidades de cada aluno é o cenário ideal para a aprendizagem. Na prática, os desafios surgem pelo tamanho das turmas, pelas restrições de tempo dos professores e pela diversidade de alunos no mesmo grupo, cada um com um *background* diferente (SHELTROWN; VANDERVEEN, 2015).

Assim, compreendendo que a aprendizagem é influenciada pela motivação, pelo estímulo e pela personalização do ensino e que cada indivíduo aprende de modo diferente, esta pesquisa se baseou nos seguintes tipos de aprendizagem:

- aprendizado por afinidade: segundo Jenkins (2009), o aluno aprende melhor quando tem acesso a conteúdos de seu interesse ou já faz parte do seu universo.
- aprendizado significativo: de acordo com Santos (2015), os desafios propostos ao aluno provocam o aprendizado a partir da valorização de todo o percurso, aprendendo com os erros.
- aprendizagem por analogias e metáforas: Nagem, Cavalhares e Dias (2001) indica que o emprego de analogias e metáforas contribui no aprendizado ao relacionar o conteúdo a ser apresentado ao aluno à sua área de conhecimento.

Para Santos (2015), existem outros pontos do processo de aprendizado que incluem os erros. Esse autor acredita que todas as etapas desse processo precisam ser consideradas para que a experiência da aprendizagem seja realmente significativa, não só as assertivas. Os alunos precisam do *feedback* sobre suas atividades para corrigir seus erros, melhorar os pontos fracos e valorizar seus acertos.

Nagem, Cavalhares e Dias (2001) contribuem com a discussão ao defender a utilização de analogias e metáforas para o processo de aprendizagem, partindo do princípio que o aluno estabelece uma relação entre o que lhe é familiar, definido como veículo, com aquilo que está procurando apreender, definido por alvo.

Nesse sentido e corroborando com Jenkins (2009), há de se estabelecer a afinidade com o tema proposto para proporcionar sua melhor compreensão, mesmo que esta esteja no nível das comparações. O aluno necessita estabelecer relações entre o que lhe é familiar e o que é novo para ele, criando inferências que possam estar corretas ou não. Considerando as inferências assertivas, elas poderão proporcionar o entendimento sobre o tema. Já as inferências equivocadas não deverão ser descartadas, pois como aponta Santos (2015), todo o processo deverá ser considerado, não apenas o resultado final.

Por isso, esses três tipos de aprendizagem são fundamentais no espaço escolar, pois levam em consideração a riqueza das experiências que cada aluno possui, bem como seus padrões naturais de inteligência. Sob essa perspectiva, Costa et al. (2011) pontuam:

Fatos reais podem e devem ser mostrados e relacionados antes da apresentação de modelos abstratos e de teorias. O professor deve começar sua explanação com algo familiar ao aluno. Objetos e situações reais devem servir como fontes de estudos nos primeiros estágios do processo de ensino, pois quando o estudante é capaz de associar o conteúdo com algo real, ele aprende com mais facilidade (COSTA et al., 2011).

3 METODOLOGIA

Neste estudo, optou-se pela pesquisa científica de natureza qualitativa, realizada no segundo semestre de 2015. Quanto ao tipo de pesquisa, ela foi exploratória e descritiva. Em relação aos procedimentos técnicos, escolheu-se a revisão de literatura, que foi realizada em três etapas, descritas a seguir:

- 1ª etapa: Identificação dos princípios da neurociência cognitiva;
- 2ª etapa: Apresentação dos diferentes tipos de aprendizagem: aprendizado por afinidade, aprendizado significativo e aprendizado por analogias e metáforas;
- 3ª etapa: Levantamento de algumas experiências da neurociência no processo de ensino e

aprendizagem, demonstrando sua influência nos diferentes tipos de aprendizado apresentados na 2ª etapa.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados das duas primeiras etapas estão apresentados no item 2 desse artigo. O resultado da 3ª etapa encontra-se nesse item. Optou-se por apresentá-lo seguindo os tipos de aprendizagem.

4.1 Aprendizado por afinidade

Sobre a teoria do aprendizado por afinidade, Jenkins (2009) a demonstra utilizando o fato recorrente, nas escolas americanas e, também, em outros países, onde os educadores percebem que seus alunos conhecem em detalhes os universos fantásticos das séries de TV e de histórias em quadrinhos ou desenhos animados na mesma proporção em que desconhecem os conteúdos ministrados em sala de aula. Um dos fatores preponderantes que justificam esse fato seria a convergência das mídias que proporciona aos educandos pleno acesso aos conteúdos de seu interesse, bem como um ambiente amigável para seu aprendizado. Além disso, o pleno exercício das atividades realizadas pelo educador se encontra permeado pelo encontro das mídias e pelas culturas informais de aprendizados ou espaços de afinidades.

Apesar dos estudos de Jenkins (2009) estarem relacionados à convergência das mídias, seu discurso corrobora com os princípios apontados nessa pesquisa, ao passo em que propõe alternativas para o processo mais eficaz de aprendizagem baseado nas afinidades do aluno. Se forem associados aos princípios da neurociência apontados por Markova (2000), percebe-se que independente da mídia utilizada, a relação entre aprendizado e conteúdo continuam relacionados de maneira individual.

Nesse tipo de aprendizado, a influência da neurociência pode ser observada pela presença principalmente de quatro dos princípios da neurociência (1; 3; 4 e 7) propostos por Bartoszeck (2013):

- Aprendizagem, memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem.
- O cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.
- O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.

- O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, às imagens e aos símbolos.

4.2 Aprendizado significativo

Santos (2015) propõe uma modalidade mais abrangente ao processo de aprendizado, baseado na valorização de todo o processo, não somente nos resultados. Segundo ele, os desafios propostos ao aluno fomentam o aprendizado significativo, a partir da valorização de todo o percurso:

Ensinar a pescar ao invés de entregar o peixe pronto. Fazer do caminho, e não da chegada, a razão da jornada. Aprender com os erros. Todas essas máximas, tão embaixadoras de uma nova postura diante do mundo são, também, o ponto de partida da promoção de uma aprendizagem significativa (SANTOS, 2015, p.1).

Portanto, infere-se que o aluno necessita fazer, errar e percorrer novamente o caminho, até que compreenda significativamente o que lhe foi proposto. Ao estabelecer entre o educador e o aluno a relação de erro e acerto baseada em causas e consequências, o aluno poderá aprender a lidar com situações semelhantes, fomentando, assim, sua tomada de decisões. O “ensinar a pescar” e o “fazer do caminho, e não da chegada, a razão da jornada” corroboram com o pensamento do neurocientista Stephen Kosslyn que, em sua proposta da Universidade do Futuro, defende a reflexão como fonte do aprendizado.

O Projeto MINERVA da Universidade do Futuro, no qual Stephen Kosslyn é reitor, constitui uma universidade inteiramente *online* que faz uso do aprendizado personalizado e reflexivo para discutir os conteúdos. Com sede em São Francisco, Califórnia, é a primeira experiência desse nível no Ensino Superior, que aboliu inclusive os livros impressos. Kosslyn, citado por Borges (2014) defende a utilização da concentração e reflexão sobre os temas abordados, em caráter de ginástica “para o cérebro”:

Quanto mais a pessoa refletir sobre algum assunto, quanto mais profundamente ela processar uma informação, mais fácil será lembrar-se dela, porque a reflexão vai desencadear associações mentais entre aquele assunto e o que já está armazenado na memória (KOSSLYN apud BORGES, 2014).

O modelo inovador apresentado por esse neurocientista pode ser representado pelo diagrama ilustrado na Figura 1

Figura 1 – Processo de aprendizagem proposto por Kosslyn (2014), para a Universidade do Futuro.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Segundo Kosslyn (2014), a reflexão prolongada, repetitiva e sistemática desencadeia o processo de associações com os conteúdos e saberes do aluno, levando-o ao aprendizado significativo. Inference-se, nesse sentido, que ao ser apresentado um novo conteúdo ao aluno, ele necessitaria ter saberes de conteúdos similares ao novo, mesmo que por mera aparência, funcionalidades ou quaisquer outros conteúdos que fossem capazes de compor uma comparação.

Outra contribuição que justapõe os pensamentos de Santos (2015) e Kosslyn (2014) é apresentada pela teoria da aprendizagem de Ausubel, ao ser mencionada por Pelizzari et al. (2002). Para que suas associações proporcionem o aprendizado, essa teoria evidencia que:

Os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz (PELIZZARI et al., 2002, p.37).

Nesse tipo de aprendizado, a influência da neurociência é mais forte do que nos demais tipos de aprendizagem, pois dos sete dos princípios da neurociência propostos por Bartoszeck, seis podem ser mais facilmente observados (2; 3; 4; 5; 6 e 7):

- O cérebro se modifica aos poucos fisiológica e estruturalmente como resultado da experiência.
- O cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.
- O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.
- Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.
- O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.
- O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, às imagens e aos símbolos.

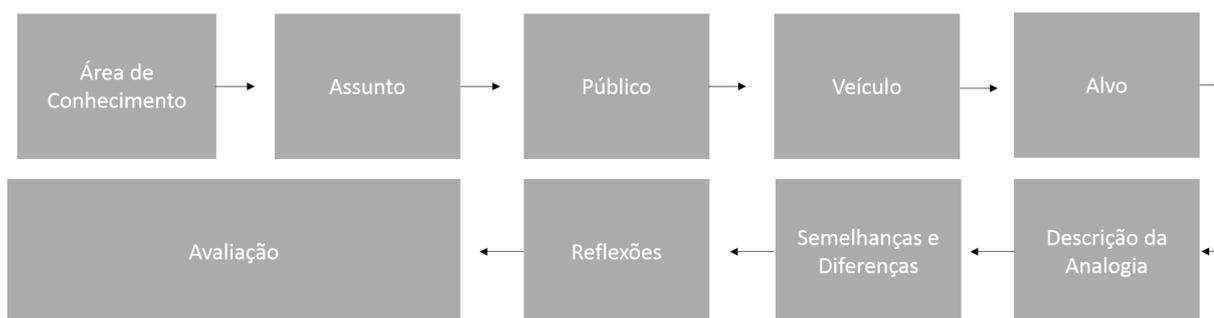
4.3 Aprendizagem por analogias e metáforas

As associações até aqui apontadas podem caracterizar analogias e metáforas, por se tratarem de comparações do novo conteúdo aos conhecimentos prévios por parte do aluno. Nesse sentido, faz-se necessário que as comparações utilizadas para facilitar a compreensão estejam relacionadas ao universo do conhecimento do aluno, ou serão ineficazes. O processo de aprendizado por esse princípio é defendido por Nagem, Cavalhares e Dias (2001), e indica que o emprego das analogias pode ser inovador e atemporal:

O emprego de analogias busca além da inovação pedagógica representada por uma forma dinâmica e adaptativa de se trabalhar a estruturação de conceitos com o aluno, uma aceitação crescente do recurso à instituição básica, tal como abordada por vários autores em reflexões epistemológicas acerca de processos vitais e processos cognitivos (NAGEM; CAVALHARES; DIAS, 2001, p.2).

Nagem, Cavalhares e Dias (2001) é autor do Método de Ensino com Analogias (MECA), que relaciona o conteúdo a ser apresentado ao educando e à sua área de conhecimento, ressaltando esse conteúdo, e direcionando-o ao público, fazendo o uso de um veículo, que se trata da analogia, para atingir o alvo, representado pelo conteúdo a ser aprendido pelo aluno. Para isso, é feita a descrição da analogia, sendo ressaltadas suas semelhanças e diferenças além de serem propostas as reflexões sobre o tema e, por fim, feita a avaliação do aprendizado. O processo de aprendizagem pode ser representado pelo diagrama ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Processo de aprendizagem proposto por Nagem, Cavalhares e Dias (2001) denominado MECA.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Já, nesse tipo de aprendizado, a influência da neurociência pode ser observada pela presença principalmente de três dos princípios da neurociência (3; 5 e 6) propostos por Bartoszeck (2013):

- O cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.
- Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.

- O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.

Bartoszeck (2003, p.3) lembra que “pesquisadores em educação têm apresentado postura otimista de que as descobertas em neurociências contribuam para a teoria e práticas educacionais”, uma vez que o aprendizado e a educação estão intimamente ligados ao desenvolvimento do cérebro e a influências ambientais e sociais que envolvem os alunos. Portanto, cada um dos tipos de aprendizagem estudados nessa pesquisa está relacionado com os princípios da neurociência estabelecido por esse autor, como sugerido pelo Quadro 1.

Quadro 1 - Diferentes tipos de aprendizado, seus autores, estratégias e relação com a neurociência de Bartoszeck.

Autor	Tipo de aprendizado	Estratégia	Princípios da neurociência
Jenkins (2009)	Aprendizado por afinidade	Proporciona ao aluno pleno acesso aos conteúdos de seu interesse, bem como um ambiente amigável para seu aprendizado.	1; 3; 4 e 7.
Santos (2015 apud Ausubel, 1963)	Aprendizado significativo	Baseado na valorização de todo o processo, não somente nos resultados.	2; 3; 4; 5; 6 e 7.
Nagem, Cavalhares e Dias (2001)	Aprendizagem por analogias e metáforas	Relaciona o conteúdo a ser apresentado ao aluno à sua área de conhecimento.	3; 5 e 6.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Enfim, o conhecimento da complexa rede formada pelo sistema nervoso e as funções por ele desempenhadas nos diferentes ambientes, principalmente, no educacional, facilita a interação entre professor e aluno. Quando o professor percebe as necessidades de seus alunos e compreende que cada um tem um modo diferente de pensar e de aprender, pode se utilizar dos diferentes tipos de aprendizagem para ter sucesso no processo de ensino e aprendizagem.

4.4 A Neurociência na educação atual: *Cases*

Além do projeto Minerva e da Universidade do Futuro, identificaram-se outras propostas inovadoras de educação baseadas no princípio da personalização do ensino proposta por Sheltrown e Vanderveen (2015) e pelo aprendizado por afinidade lembrado por Jenkins (2009). Nesse estudo, foi escolhido apresentar uma dessas propostas: a Escola da Ponte. Essa foi escolhida devido à similaridade das metodologias de trabalho com os projetos já apresentados.

A Escola da Ponte é uma escola pública de Ensino Fundamental que não segue o modelo público tradicional instituído e, hoje, é referência mundial em educação. Localizada em Vila das Aves, em Portugal, a Escola da Ponte foi fundada pelo educador português José Pacheco e é dirigida por ele há 28 anos.

Sobre essa escola, Marangon (2004) esclarece que:

A Ponte não segue um sistema baseado em seriação ou ciclos e seus professores não são responsáveis por uma disciplina ou por uma turma específicas. As crianças e os adolescentes que lá estudam - muitos deles violentos, transferidos de outras instituições - definem quais são suas áreas de interesse e desenvolvem projetos de pesquisa, tanto em grupo como individuais (MARANGON, 2004).

No Brasil, seguindo a influência da Escola da Ponte, o Projeto Gente, acrônimo para Ginásio Experimental de Novas Tecnologias, começou na cidade do Rio de Janeiro, em 2013, para experimentar este novo modelo educacional e funciona até os dias de hoje.

Gomes (2013) explica que o espaço localizado na Rocinha, na Escola Municipal André Urani atendeu, no ano de implementação, 180 alunos e deixou de ter salas de aulas separadas por seriações e passou a contar com grupos de seis membros, chamados de família, independentemente de suas séries de origem e, sim, por afinidade de assunto.

A responsabilidade por essa família é do mentor, ou seja, o professor. Cada um é responsável por três famílias, que reunidas são chamadas de equipe. Esse mentor deve estar atento não somente aos conteúdos tradicionais e a uma educação mais ampla, como, também, aos aspectos sócio-emocionais do aluno e à sua motivação (GOMES, 2013).

Neste modelo educacional, os alunos, ao chegarem à escola, passam por um momento de acolhida, compartilhando com os colegas suas experiências e expectativas. O período escolar é integral e, durante esse tempo, cada aluno, com o auxílio de seu itinerário e com a liderança do mentor, pode escolher o que estudar e em que ordem isso acontecerá. Assim, são formados grupos de estudo que possuem o mesmo objetivo.

Conforme apontado por Castanha (2013), a aprendizagem acontece quando há estímulos recebidos pelo cérebro, ou seja, quando há motivação, pois, neste momento, há produção de dopamina, neurotransmissor responsável pelas sensações de prazer. Assim, o aprendizado deve, além de valorizar o aluno, despertar sua motivação, promovendo uma experiência de aprendizado diferenciada, personalizada, prazerosa e significativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das pesquisas em neurociência poderá mudar o modelo de educação praticado nas escolas, independente da modalidade de ensino. Todavia, se faz necessária a revisão dos currículos dos cursos de Pedagogia e de formação de educadores no Brasil para que as práticas educacionais sejam reelaboradas e adequadas a um novo paradigma da educação, pois, apesar dos indícios positivos apresentados por essa pesquisa, Grossi et al. (2014) indicam que 94.6% dos cursos de Pedagogia ofertados em território nacional não possuíam disciplinas que

abordassem o tema neurociência.

Nesse cenário, infere-se que, para que os princípios da neurociência sejam aplicados ao modelo educacional brasileiro, é necessário, primeiramente, rever a maioria absoluta das grades curriculares dos cursos de Pedagogia, que são os responsáveis pela elaboração das diretrizes educacionais.

Percebeu-se que iniciativas como da *Khan Academy*, além de oferecerem conteúdos com narrativas mais adequadas à realidade comunicacional dos alunos, também, podem fornecer aos educadores dados substanciais para a personalização do ensino, tornando o aprendizado significativo. As propostas de um modelo dinâmico baseado na individualidade do aprendizado de seus alunos, também, são evidenciadas nos modelos propostos pela Escola da Ponte em Portugal e no Projeto Gente, no Brasil.

A pesquisa não se esgota ao evidenciar os benefícios da neurociência na aprendizagem ou enumerar exemplos de sua relevância ao ser aplicada em instituições pelo mundo. Revela que as disciplinas relacionadas à neurociência não constam, em maioria absoluta, nas grades dos cursos de Pedagogia.

Finalizando, ao se pesquisar os diferentes tipos de aprendizado, constatou-se que todos eles valorizam o aluno e têm como objetivo despertar sua motivação, promovendo uma experiência de aprendizado diferenciada, personalizada, prazerosa e significativa, que é influenciada pelos princípios da neurociência.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & StrattON, New York, 1963.

BARTOSZECK, Amauri Betini. **Neurociência na Educação**. [S.l.: s.n.], 2003. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/flaviookb/neuroedu.pdf>> Acesso em: 28 de set. 2015.

BARTOSZECK, Amauri Betini. **Neurociência em benefício da Educação. Diferentes olhares que se complementam**. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <http://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com.br/2013_07_01_archive.html>. Acesso em: 30 de abr. 2015.

BENARÓS, S. et al. **Neurociência y educación: hacia la construcción de puentes interactivos**. [S.l.: s.n.], 2010. 86–179 p. Disponível em: <<http://www.neurologia.com/pdf/Web/5003/bd030179.pdf>>. Acesso em: 12 de jul. 2015.

BORGES, Helena. A universidade do futuro. **Revista Veja**, 2014. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/s3.minervaproject.com/press-articles/Revisa_Veja_interview_Stephen_Kosslyn.pdf>. Acesso em: 31 de jul. 2015.

CASTANHA, Luiz Alexandre. **Como a Neurociência explica o processo de aprendizagem?** [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/noticias/academico/como-a-neurociencia-explica-o-processo-de-aprendizagem/80257>>. Acesso em: 25 de mar. 2015.

COSTA, Weliton Menário et al. **A relação entre aprendizagem e a afinidade pelo conteúdo ministrado**. [S.l.: s.n.], 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0512_0675_01.pdf>. Acesso em: 25 de mar. 2015.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B. **Cognitive Neuroscience: the biology of the mind**. New York, NY: W. W. Norton, 2002.

GOMES, P. **Rio inaugura escola sem salas, turmas ou séries**. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<http://porvir.org/porfazer/rio-inaugura-escola-sem-salas-turmas-ou-series/20130125>>. Acesso em: 15 de jul. 2015.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro et al. Uma reflexão sobre a neurociência e os padrões de aprendizagem: A importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**, Maceió, v. 6, n. 12, 2014.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; LOPES, Aline Moraes; COUTO, Pablo Alves. A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 41, p. 27–40, 2014.

JENKINS, Henry. **Cultura da convergência**. São Paulo: Aleph, 2009.

KALENA, Fernanda; GOMES, Patrícia. **Educação sob medida**. [S.l.: s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.porvir.org/especiais/personalizacao/>>. Acesso em: 03 de out. 2015.

KANDEL, Eric R. **Em Busca Da Memória: O nascimento de uma nova ciência da mente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

KOSSLYN, Stephen. A universidade do futuro. **Revista Veja**, p. 17–21, 2014. 02 abr.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios**: Conceitos fundamentais em neurociência. São Paulo: Ed. Atheneu, 2001.

MARANGON, Cristiane. **José Pacheco e a Escola da Ponte**. [S.l.: s.n.], 2004. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/jose-pacheco-escola-ponte-479055.shtml>>. Acesso em: 15 de jul. 2015.

MARKOVA, Dawna. **O natural e ser inteligente**: padrões básicos de aprendizagem a serviço da criatividade e educação. São Paulo: Summus, 2000.

NAGEM, Ronaldo Luiz; CAVALHARES, Dulcinéia de Oliveira; DIAS, Jully Anne Yamau-chi Teixeira. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 197–213, 2001.

NORONHA, Fátima. **Contribuições da Neurociência para a Formação de Professores**. [S.l.: s.n.], 2012. Disponível em: <<http://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com.br/2012/09/contribuicoes-da-neurociencia-para.html>>. Acesso em: 30 de jul. 2015.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. Neurociências e os processos educativos: Um saber necessário na formação dos professores. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, p. 13–24, 2014. Jan./abr.

PELIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.

SANTOS, J. **O desafio de promover a aprendizagem significativa**. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.juliofurtado.com.br/textodesafio.pdf>>. Acesso em: 26 de mar. 2015.

SCHNEIDER, Fernanda. **Ensino Híbrido**: Personalização e tecnologia na educação. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=H5hBCgAAQBAJ&pg=PT60&lpg=PT60&dq=personaliza%C3%A7%C3%A3o+do+ensino&source=bl&ots=hBZg6YADXF&sig=gJiXfpqYScKliLre156qejbrtsQ&hl=pt-BR&sa=X&ved=0CBsQ6AEwADgUahUKEwikmMy8w6fIAhVP9YAKHbE2Al8#v=onepage&q&f=true>>. Acesso em: 26 de mar. 2015.

SHELTROWN, Nick; VANDERVEEN, Arthur. **Ensino do futuro**: personalização por meio da análise de dados. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.desafiosdaeducacao.com.br/ensino-futuro-personalizacao-por-meio-da-analise-de-dados/>>. Acesso em: 02 mar. 2015.