

NEUROCIÊNCIA E TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL: perspectivas inovadoras para o ensino de ciências

NEUROSCIENCE AND CULTURAL-HISTORICAL: innovative perspectives for science teaching

Anthony Renan Brum Rodrigues¹ - UNIPAMPA
Ronan Moura Franco² - UNIPAMPA
Elena Maria Billig Mello³ - UNIPAMPA

RESUMO

Esta pesquisa bibliográfica-exploratória, com abordagem qualitativa, investigou aproximações entre os conhecimentos da neurociência e a teoria histórico-cultural presentes em artigos voltados ao ensino de Ciências e/ou educação em Ciências, e as contribuições para o ensino numa perspectiva de inovação pedagógica. É uma pesquisa com três etapas metodológicas: i) coleta de dados em periódicos de ensino de Ciências e/ou educação em Ciências, com abordagem na teoria histórico-cultural; ii) análise de conteúdo dos artigos, aproximando a teoria histórico-cultural a conhecimentos neurocientíficos; e iii) resultados em relação às contribuições da triangulação entre conhecimento neurocientífico, teoria histórico-cultural e inovação pedagógica. Organizados em categorias - memória e processos de ensino-aprendizagem - resultaram em perspectivas inovadoras ao ensino de Ciências. O diferencial significativo da aproximação entre as áreas é o aprimoramento do fazer pedagógico.

PALAVRAS-CHAVE: Neurociências; Ensino de Ciências; Inovação pedagógica

ABSTRACT

This bibliographical, exploratory research, through a qualitative approach, investigated approximations between neuroscience knowledge and cultural-historical theory present on papers focused on Science Teaching and/or Science Education, and their contributions to teaching in a pedagogical innovation perspective. It is a research with three methodological steps: 1. Data collection in Science Teaching and/or Science Education journals, through a cultural-historical theory approach; 2. The papers' content analysis, bringing cultural-historical theory closer to neuroscientific knowledge; 3. results in relation to the contributions of the triangulation between neuroscientific knowledge, cultural-historical theory and pedagogical innovation. Organized into categories: memory and teaching-learning processes, they have resulted in innovative perspectives for science teaching. The significant difference in the approximation between the areas is the pedagogical practice improvement.

KEYWORDS: Neurosciences; Science Teaching; Pedagogical Innovation.

DOI: 10.21920/recei72021721524538

<http://dx.doi.org/10.21920/recei72021721524538>

¹ Graduado em Ciências da Natureza - Licenciatura pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus Uruguaiana. E-mail: anthony_brum@hotmail.com/ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3597-4249>.

² Mestre em Ensino de Ciências e Especialista *lato sensu* em Neurociência aplicada à Educação pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Professor de Ciências nas redes de ensino municipal e privada de Uruguaiana. E-mail: rmouraf franco@gmail.com/ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7237-2258>

³ Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora associada da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). E-mail: elenamello@unipampa.edu.br/ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0366-3021>.

INTRODUÇÃO

A busca por maiores compreensões acerca dos processos mentais e suas relações com a cognição de seres humanos é, há bastante tempo, alvo de investigações, sobretudo no que diz respeito ao processo de construção do conhecimento e suas correlações com a memória. O desenvolvimento científico permitiu que tais assuntos fossem melhor estudados no decorrer da história, o que permitiria o surgimento de áreas dedicadas a esses estudos.

A Revolução Russa de 1917, por exemplo, originou intensivos processos transformadores na sociedade russa até então (posteriormente, soviética), o que gerou um ambiente estimulante para o surgimento de uma psicologia própria (SILVA, 2012). Essa revolução provocou uma significativa transformação no firmamento da psicologia enquanto ciência, visto que os êxitos das pesquisas eram tratados com demasiada importância para a consolidação do pensamento socialista (SHUARE, 1990).

Com a atenção do governo soviético voltada à psicologia, a comunidade científica passou a competir pelo pioneirismo das respostas a essa nova demanda coletiva embasada metodologicamente nas concepções do materialismo histórico-dialético de Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) (SHUARE, 1990; SILVA, 2012). O pensamento filosófico marxista, chamado de materialismo histórico-dialético, consiste em colocar os seres humanos como protagonistas de sua própria história (BASTOS; ALVES, 2013), ao mesmo tempo em que a cultura e a sociedade modelavam e eram modeladas por esses, isto é, a matéria estava relacionada ao psicológico e ao social, de maneira dialética (THALHEIMER, 2014). Essa concepção filosófica desempenhou um papel fundamentalmente importante na construção do trabalho de Vygotsky (LURIA, 2006).

Marx (1996) determina a consciência não apenas como uma ideia semiótica estável do pensamento representativo de uma natureza simbólica da linguagem, mas, também, como o produto das relações sociais estabelecidas a partir das ações dos seres humanos sobre a natureza, ora na intenção de criá-la, ora na intenção de modificá-la (BASTOS; ALVES, 2013). Assim, a teoria histórico-cultural fundamenta-se como a base material da consciência (SHUARE, 1990). Luria (2006) enfatiza que essa teoria propunha uma abordagem recente para a psicologia, pois levava em consideração aspectos culturais, instrumentais e históricos da formação da mente.

Luria (2006, p. 25) menciona que: “Vygotsky conclui que as origens das formas superiores de comportamento consciente deveriam ser achadas nas relações sociais que o indivíduo mantém com o mundo exterior”. Corroborando com isso, Bastos e Alves (2013) trazem que a linguagem é uma atividade consciente e está em constante interação com o meio, sendo influenciada, aos poucos, por um complexo processo histórico, social e cultural.

Esses processos são chamados de funções mentais superiores e estabeleceram o ponto-chave no estudo da neurociência cognitiva. Tais funções mentais começaram a ser estudadas no final do século XVIII, quando propuseram um modelo que admitia as estruturas das funções mentais superiores como resultado da ativação de distintas regiões cerebrais (GOMES, 2009).

Em meados do século XX, quando neurologistas pesquisavam bases neurológicas através de autópsias e de estudos clínicos em pacientes com lesões cerebrais, esse estudo foi despertado mais profundamente, chegando a ser proposto o que seria chamado de neuroplasticidade (COSENZA; GUERRA, 2011). Entretanto, o termo “neurociências” surgiu nos anos de 1960, aproximadamente (BASTOS; ALVES, 2013), e denotava uma área muito mais ampla que a neuroanatomia ou neurofisiologia.

Segundo Bastos e Alves (2013) e Cosenza e Guerra (2011), a neurociência cognitiva é uma área dentro da neurociência que busca estudar os processos cognitivos do cérebro humano,

possibilitados pela aprendizagem, linguagem e comportamento. Esse campo de estudo vem crescendo e colaborando cada vez mais para o entendimento dos processos envolvidos no ensino-aprendizagem. Diante disso, a presente pesquisa ater-se-á em investigar aproximações existentes entre os conhecimentos da neurociência e da teoria histórico-cultural presentes em artigos de periódicos voltados ao ensino de Ciências e/ou à educação em Ciências, que contribuam ao ensino de Ciências numa perspectiva de inovação pedagógica.

PERCURSO METODOLÓGICO

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de cunho bibliográfico e exploratório, com abordagem qualitativa. De acordo com Minayo (2001), a pesquisa de abordagem qualitativa visa trabalhar em um imenso universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, os quais não podem ser mensurados por meio de variáveis.

A pesquisa foi dividida em três etapas metodológicas. A primeira delas trata-se da coleta de dados, que se deu por meio da busca em determinados periódicos dedicados ao ensino de Ciências e/ou à educação em Ciências. Neles, procuraram-se trabalhos que abordassem a teoria histórico-cultural. A busca aconteceu por meio da caixa de texto em pesquisa, na qual foram inseridas as palavras-chave “Vygotsky” ou “Vigotski”, estando marcadas como pesquisa em “todos os índices”.

Assim sendo, a seleção desses artigos ocorreu a partir dos critérios de inclusão e exclusão de dados, o que, conseqüentemente, delimitou a pesquisa. Os critérios de inclusão de dados foram feitos por meio dos seguintes itens: (1.1) os periódicos escolhidos para a coleta dos dados foram de qualis A1 e A2, sendo os periódicos elencados aleatoriamente, apenas levando em consideração seu caráter de qualis e a divulgação de estudos relacionados ao ensino de Ciências ou à educação em Ciências, estando demonstrados no quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Periódicos escolhidos para a coleta de dados da pesquisa

Periódicos	Qualis	Instituição
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Investigações em Ensino de Ciências	A2	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	A1	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i>	A1	Universidade de Vigo

Fonte: Autores (2020).

Seguem-se: (1.2) os artigos desses periódicos foram publicados nos últimos seis anos (2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020); (1.3) os artigos desses periódicos trazem, no corpo de seu texto, uma abordagem diretamente relacionada à teoria histórico-cultural de Vygotsky, tratando do tema como foco do trabalho.

Quanto aos critérios de exclusão de dados, foram feitos por meio dos seguintes itens: (2.1) periódicos publicados antes do ano de 2016, pois não atendem ao item 1.2 do critério de

inclusão; (2.2) periódicos que possuam qualis inferior ao A2 por não atenderem ao item 1.1 dos critérios de inclusão; (2.3) periódicos não relacionados ao ensino de Ciências, e/ou à educação em Ciências; (2.4) periódicos que não trazem a teoria histórico-cultural de Vygotsky direta ou indiretamente (de acordo com o item 1.3 dos critérios de inclusão); (2.5) periódicos que trazem a teoria histórico-cultural de Vygotsky direta ou indiretamente (de acordo com o item 1.3 dos critérios de inclusão).

A segunda etapa metodológica incluiu a análise dos artigos selecionados. Nessa etapa, ocorreu a aproximação da teoria histórico-cultural com os conhecimentos neurocientíficos (COSENZA; GUERRA, 2011). Para isso, o método de análise utilizado foi qualitativo, como mencionado anteriormente, sendo escolhida a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), a qual dispõe de três fases de análise: (1) pré-análise; (2) exploração do material; e (3) tratamento dos resultados: inferência e interpretação. Segundo Bardin (2011), a pré-análise envolveu uma “leitura flutuante”, isto é, foi o primeiro contato com o material submetido à análise, o que, por sua vez, incluiu a escolha desse material, a formulação de hipóteses e os objetivos, bem como a construção dos indicadores que orientaram a compreensão e o preparo real do material.

Na exploração do material, foram escolhidas unidades de codificação, pela qual foram adotados os procedimentos de codificação (recorte, enumeração, agregação etc), classificação (pela semântica e expressiva) e, por fim, a categorização, que permitiu reunir um determinado número de informação a fim de uma esquematização/correlação (BARDIN, 2011). No tratamento dos resultados, a inferência e interpretação ocorreram pela significância e validação dos resultados. Bardin (2011) sugere que, nessa etapa, seja realizada uma interpretação profunda, ou seja, indo muito além do que o conteúdo manifesta, visto que a autora destaca, nesse ponto, que o interessante é o conteúdo potencial, o significado contido por trás do compreendido.

Por fim, na última etapa metodológica, foram reunidos os resultados obtidos por meio das etapas anteriores, e realizada uma verificação quanto às contribuições da triangulação entre conhecimento neurocientífico, teoria histórico-cultural e inovação pedagógica para o ensino de Ciências.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A primeira etapa metodológica resultou na identificação de certa incipiência quanto às pesquisas recentes em ensino/educação em Ciências, que trazem a Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky como aporte teórico central dos estudos dessas investigações disponíveis nos periódicos previamente estabelecidos. Em um total de 197 trabalhos encontrados, somente 1,52% destes obedeceram aos critérios de inclusão/exclusão, sendo o ano de publicação o principal fator excludente, o que pode tornar essa pesquisa significativa na investigação sobre a temática. Isso pode ser verificado no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 - Resultado da coleta de dados nos periódicos da área de ensino/educação em Ciências

Periódicos	Palavras-chave	Nº de artigos	Crítérios de inclusão	Resultados
Investigação em Ensino de Ciências (A2)	Vygotsky/Vigotski	09	Inclusão 1.2	02

Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (A2)	Vygotsky/Vigotski	02	Inclusão 1.2	00
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (A1)	Vygotsky/Vigotski	60	Inclusão 1.2	00
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> (A1)	Vygotsky/Vigotski	126	Inclusão 1.2 e 1.3	01
TOTAL				03

Fonte: Autores (2020).

Como visto no quadro 2, três estudos atenderam a todos os critérios de seleção e passaram para a próxima etapa metodológica, a qual se utilizou das etapas de análise de conteúdo de Bardin (2011) para realizar o processo de imersão. Para isso, utilizou-se a técnica de análise por meio de categorias temáticas, isto é, intencionando desmembrar o conteúdo e reagrupá-lo em categorias organizadas por similaridade, tendo como principal base o referencial teórico e os objetivos da pesquisa (FERREIRA; LOGUECIO, 2014).

As pontes de diálogo que se estabeleceram entre as similaridades da teoria histórico-cultural vygotskyana e o conhecimento neurocientífico, presentes no cerne dos trabalhos, permitiram a criação de duas categorias temáticas que possibilitaram essa visualização, sendo elas: (1) memória; e (2) processos de ensino-aprendizagem. O quadro 3, a seguir, verifica a presença desses elementos em todos os trabalhos, levando em conta os aspectos epistemológicos e de aportes teóricos.

Quadro 3 - Artigos selecionados a partir do resultado da coleta de dados nos periódicos da área de ensino/educação em Ciências

Periódico e Qualis	Título do artigo	Autores	Ano de publicação	Palavras-chave
Investigação em Ensino de Ciências (A2)	Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa.	Ana Paula Solino Lúcia Helena Sasseron	2018	Significação; problema; ensino por investigação; Vygotsky.
Síntese				
Nesse artigo, as autoras trazem um estudo teórico de revisão bibliográfica, o qual visa investigar teoricamente a significação de problemas e propostas, os quais envolvem ensino por investigação, alicerçando-se nas contribuições da teoria histórico-cultural de Vygotsky para discutir a natureza do problema, seu papel e				

sua função na implementação de Sequências de Ensino Investigativas (SEI), bem como suas relações com os elementos significadores vygotskyanos.				
Periódicos e Qualis	Título do artigo	Autores	Ano de publicação	Palavras-chave
Investigação em ensino de Ciências (A2)	A linguagem LaTeX e o ensino de física para alunos com deficiência visual	Julio Cesar Queiroz de Carvalho Sheila Gonçalves do Couto Eder Pires de Camargo	2018	Linguagem LaTeX; deficiência visual; ensino de física; computador; ledores de tela.
Síntese				
O presente estudo trata-se de uma investigação acerca das possibilidades e limitações ao se introduzir a linguagem LaTeX no contexto ativo de leitura e resolução de exercícios de física para alunos cegos (CARVALHO; COUTO; CAMARGO, 2018). Os autores trazem Vygotsky como o ponto-chave de seus estudos, no que se refere ao aporte teórico fundamental para a compreensão da linguagem como o ponto substancial do processo de mediação simbólica e dos mecanismos de compreensão sociopsicológica de pessoas cegas.				
Periódicos e Qualis	Título do artigo	Autores	Ano de publicação	Palavras-chave
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (A1)	O jogo no ensino de química e a interação entre os pares: revisitando o conceito de zona de desenvolvimento iminente (ZDI)	Hélio da Silva Messenger Neto Edilson Fortuna de Moradillo	2018	Jogo; zona de desenvolvimento iminente; ensino de química.
Síntese				
O principal objetivo do trabalho está configurado na discussão do papel da interação entre os estudantes e entre o estudante-professor em uma situação de jogo usado para o ensino de química (MESSENDER NETO; MORADILLO, 2018). Os estudos de Vygotsky entram como base teórica para o estudo dos autores em questão no que diz respeito à aprendizagem, ao desenvolvimento e à				

zona de desenvolvimento iminente. Os autores pontuam a escola vygotskyana como uma teoria que não nega o substrato biológico da psique humana, mas afirma que os comportamentos complexos do homem se formam a partir da apropriação de signos e que isso se dará por meio da cultura.

Fonte: Autores (2020).

Para melhor discutir os resultados, eles foram divididos de acordo com suas respectivas categorias temáticas. Dessa forma, cada categoria temática estará amparada por seus aportes teóricos para uma melhor compreensão das relações que se estabelecem entre a Teoria Histórico-Cultural e os conhecimentos neurocientíficos, além da pertinência ao ensino de Ciências.

Tecendo inter-relações entre a memória e o aprendizado

Tanto os artigos de Solino e Sasseron (2018) quanto os de Messeder Neto e Moradillo (2018) mostram as diferentes formas de como a memória pode ser entendida na Teoria Histórico-Cultural. Em uma situação descrita no artigo de Solino e Sasseron (2018), por exemplo, a memória é descrita como uma estrutura capaz de evocar conhecimentos e experiências vivenciadas pelos estudantes. Essa memória, por sua vez, teria a finalidade de explicar um conceito novo por meio de algo que já é de conhecimento deles.

No artigo de Messeder Neto e Moradillo (2018), contudo, a memória é tratada de maneira implícita, estando indiretamente relacionada à Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI), descrita por Vygotsky como ações/atividades que as crianças são capazes de executar, ainda que com mediação de outros que já possuem conhecimento da execução dessa (VYGOTSKY, 2008; VYGOTSKY, 2015; VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2017). Assim, pode-se afirmar que alguma estrutura de evocação da memória da criança estaria condicionada ainda à ação de outrem, mesmo que ela, por si, execute a tarefa. Um exemplo seria uma criança em processo de alfabetização, que precisa ser lembrada dos fonemas de algumas letras antes de escrever as palavras. Ela sabe escrever, entretanto, precisa que evoquem os sons de algumas consoantes/vogais para que ela os associe à letra ou à sílaba antes.

A perspectiva de Vygotsky a respeito da memória, abordada nesses estudos, vai ao encontro de aspectos bastante interessantes sobre seu entendimento. Cosenza e Guerra (2011) apontam que a classificação da memória é bem complexa, entretanto, pode-se distinguir por memória explícita e implícita, que, segundo os autores, é:

[...] importante reconhecer que existem conhecimentos adquiridos, lembrados e utilizados conscientemente, e outros em que a memória se manifesta sem esforço ou intenção consciente, sem que tenhamos consciência de que estamos nos lembrando de alguma coisa (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 51).

Dentro da classificação de memória explícita, existem duas distinções quanto à sua consolidação: a transitória e a permanente, iniciando pela memória transitória, responsável pela organização cotidiana de nossas ações e comportamentos, chamada de memória operacional (COSENZA; GUERRA, 2011). Essa memória diz respeito às execuções momentâneas de tarefas que possuem sentido e significado no momento em que são executadas, sem a necessidade de haver uma consolidação consciente dela. Dessa forma, pode-se questionar: como saber se a

informação é considerada relevante ou não para sua permanência consciente? A resposta para essa questão passa por uma complexa rede de memória imediata (sensorial) e de curta duração, que admite as impressões conscientes de um sistema sensorial que está relacionado unicamente a ela, como explicam Cosenza e Guerra (2011). O trecho a seguir exemplifica isso de uma maneira mais prática:

[...] Um homem está em frente ao televisor, atento ao programa que está sendo exibido. A esposa se aproxima e diz: “Fulano, você levou o lixo para fora?”. Sem resposta, ela insiste: “Fulano, você ouviu o que eu disse?”. Ele, então, recorrendo à memória sensorial, responde: “Se eu pus o lixo para fora?”. Note que a informação ficou gravada por segundos e se perderia se não fosse ativada (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 52).

Logo, a informação passará por uma zona de repetição que permitirá a consolidação dessa informação e o aproveitamento para a execução de uma tarefa a partir disso (COSENZA; GUERRA, 2011). Como foi julgada relevante, a informação persiste na memória.

O estudo de Messeder Neto e Moradillo (2018) evidencia que a evocação de um conhecimento empírico, por meio de uma vivência experimentada anteriormente, facilita a consolidação ou criação de um novo conceito. Por sua vez, para que uma informação nova se estabeleça a partir de uma memória evocada, essa última teria que ser consolidada. Sobre isso, trata o estudo de Solino e Sasseron (2018), relatando a Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI) como um processo em que um sujeito que detém o conhecimento já estabelecido sobre determinado assunto passa a auxiliar seus pares, os quais possuem requisitos para chegar a tal. Tais conceitos estão dimensionados na memória de longa duração dos sujeitos, facilitando a sua consolidação e a construção de um novo conhecimento.

Para que essa nova informação que persiste se consolide, de fato, no consciente cerebral, deve formar um registro, e novos processos devem ser desencadeados, entre eles, segundo Cosenza e Guerra (2011), está a repetição, a elaboração e a consolidação. A repetição dá-se nas inúmeras vezes em que a informação é utilizada. A elaboração ocorre na associação dessa informação às informações já consolidadas, o que potencializa o “traço de memória”, tornando-a consolidável (COSENZA; GUERRA, 2011).

Para Vygotsky (2008), embora seja a maturação responsável pelo desenvolvimento do organismo, é o aprendizado a peça-chave da interiorização da função psíquica nos seres humanos. Desse modo, segundo Sousa e Alves (2017), buscar compreender as razões pelas quais a criança não aprende significa analisar como é que ocorre o processo contrário a isso, ou seja, como ocorre seu aprendizado. Sousa e Alves (2017) elucidam que a criança precisa perceber sentido naquilo que faz para que o processo de aprendizagem obtenha sucesso, como bem explicam os autores: “Crianças pequenas podem se concentrar e lembrar-se de ações das quais elas foram protagonistas, mas precisarão com frequência do suporte de um assistente com mais conhecimento e destreza intelectual” (SOUSA; ALVES, 2017, p. 323).

De acordo Sousa e Alves (2017) e Vygotsky (2008), a construção de um conceito vai muito além de somente acrescentar novas ligações associativas que se firmam na memória, não se constituindo como apenas mais um simples hábito mental. Os autores defendem a ideia de que a construção de um conceito é um ato complexo e genuíno do pensamento, não podendo “ser ensinado apenas pela repetição permanente” (SOUSA; ALVES, p. 323), portanto, deve ser incorporado.

Dessa forma, adentra-se na construção de conceitos por meio da interação social, cultural e histórica, que constitui a Teoria Histórico-Cultural na perspectiva vygotskyana. A formação

social da mente, postulada por Vygotsky (2015), dá-se por meio da incorporação da cultura, que, por sua vez, constrói-se socialmente por meio da interação da criança com os representantes vivos da cultura. Sousa e Alves (2017) pontuam que as habilidades cognitivas e as formas como se estruturam o pensamento dos indivíduos resultam de atividades que eles realizam de acordo com os costumes sociais da cultura em que estão inseridos. Ou seja, fatores como a linguagem, a história particular da criança e sua cultura são fatores diretamente influenciadores na determinação de seu pensamento (VYGOTSKY, 2008; VYGOTSKY, 2015; SOUSA; ALVES, 2017).

Apontando os fatores neurocientíficos, tais aspectos vão diretamente ao encontro de Cosenza e Guerra (2011), como bem postulam Sousa e Alves (2017), uma vez que, justamente, as estratégias de aprendizagem que mais obtêm êxito são aquelas que se alicerçam na forma como o cérebro aprende, como foi visto nos estudos de Solino e Sasseron (2018) e de Messeder Neto e Moradillo (2018). Dessa forma, pode-se ter em mente que o cérebro aprende melhor à medida que a interação social lhe possibilita esse desenvolvimento cognitivo.

Estratégias pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem

Tanto a neurociência cognitiva quanto a Teoria Histórico-Cultural abordam o ensino-aprendizagem como um processo de construção envolvendo os pares, isto é, alguém que já possui um determinado grau de entendimento e outro que está em processos de alcançar esse entendimento por meio da construção gradual que se estabelece em relação a isso (GUERRA, 2011; SOUSA; ALVES, 2017).

Pode-se verificar, no estudo de Messeder Neto e Moradillo (2018), assim como no de Carvalho, Couto e Camargo (2018), que ambos se apropriam desse conceito, ainda que por formas distintas. Messeder Neto e Moradillo (2018) buscaram facilitar a interação professor-aluno por meio de um jogo lúdico de química. Carvalho, Couto e Camargo (2018) utilizaram-se de uma linguagem virtual que auxilia pessoas cegas a compreenderem melhor questões de física. Essas estratégias lúdicas foram adotadas pelos autores como formas de facilitar o aprendizado ou de potencializá-lo para suprir limitações físicas. É nesse momento que se pode verificar o conceito vygotskyano de mediação, ligado intrinsecamente à relação estabelecida entre professor-aluno.

A utilização desses artefatos que possibilitam um aprendizado mais significativo faz parte de uma estratégia pedagógica que, antes de ser posta em prática, foi elaborada por professores. Guerra (2011, p. 2) define as estratégias pedagógicas como “estímulos que produzem a reorganização do SN em desenvolvimento”, o que, por sua vez, resultaria em uma mudança comportamental.

Carvalho, Couto e Camargo (2018) verificam a mudança comportamental como a incorporação da cultura de algo potencializador, ou seja, algo que seja significativamente valioso para desencadear uma mudança no estudante. Vygotsky, Luria e Leontiev (2017) entendem a cultura como uma expressão humana atrelada ao seu processo histórico, e indicam que, ao mesmo tempo, o estudante pode se incorporar a ela, tomando-a para si. Para os autores, a cultura é capaz de reelaborar esse estudante e todo seu comportamento natural, proporcionando-lhe um novo curso de desenvolvimento.

É por meio dessa incorporação que se pode verificar a presença de uma educação permanente. Cosenza e Guerra (2011) apontam a incorporação de novos comportamentos como um importante objetivo da educação. Os autores indicam que as experiências de vida que os sujeitos experimentam, quando somadas às estratégias pedagógicas estabelecidas pelo processo de ensino-aprendizagem, desencadeiam a neuroplasticidade, a qual modifica a estrutura cerebral

do aprendiz. São, justamente, essas modificações na estrutura cerebral que colaboram para o surgimento de novos comportamentos, instituídos pelo processo de aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

A capacidade que o cérebro tem de refazer suas conexões sinápticas e estabelecer novas é chamada de neuroplasticidade. Ainda, é verificado que a interação com o ambiente é de extrema importância para a indução de novas conexões, uma vez que a aprendizagem e o comportamento são aprendidos, e não pré-fabricados (COSENZA; GUERRA, 2011). Os autores apontam que diversas pesquisas vêm mostrando que o enriquecimento ambiental (ambiente com mais estímulos e atividades) é um forte aliado da capacidade cognitiva, visto que eleva as conexões sinápticas. Em contrapartida, um ambiente mais empobrecido causa uma conexão sináptica reduzida. Eles afirmam, ainda, que isso não significa que se deve bombardear as crianças com informações, muito pelo contrário, isso deve ser mediado de acordo com seu estágio de amadurecimento.

Percebe-se, assim, que existe a necessidade de haver um mediador que auxiliará no processo de ensino-aprendizagem, o qual deverá compreender melhor a hora certa ou o que deve ser ensinado, ou quais estratégias deverão ser melhor aplicadas. Tal aspecto foi verificado por Messeder Neto e Moradillo (2018), que mostraram que o papel do professor dentro da atividade que eles propuseram era muito importante, pois sintetizava o processo que aparecia fragmentado durante as discussões no jogo, fazendo com que, muitas vezes, os estudantes pudessem refletir melhor sobre suas respostas. No estudo de Carvalho, Couto e Camargo (2011), foi observado pelos autores que a ferramenta facilitou muito o aprendizado entre os estudantes e que era mais fácil para aqueles que já tinham certo conhecimento sobre ela. Aqueles que não possuíam algum conhecimento recorriam mais vezes à ajuda dos professores.

Dessa forma, a construção do conhecimento dá-se pela mediação dos sujeitos com o contexto em que estão inseridos, sendo que o processo de ensino-aprendizagem deve ser encarado como uma construção dialógica entre os pares envolvidos (GUERRA, 2011; COSENZA; GUERRA, 2011). No processo de ensino-aprendizagem, embora possa ser facilitado por artefatos que potencializem ou viabilizem uma melhor compreensão dos assuntos, as estratégias pedagógicas que levam a esse entendimento partem de um conjunto pedagógico adequadamente construído por quem entende de educação (GUERRA, 2011).

Articulações entre conhecimento neurocientífico, teoria histórico-cultural e inovação pedagógica: triangulações possíveis para o ensino de Ciências

Pôde-se perceber, ao decorrer do estudo, que a memória está diretamente relacionada ao processo de aprendizagem. Nesse sentido, as ferramentas pedagógicas, as quais facilitam esse processo, de nada servem se não há um propósito e uma estratégia devidamente definidos.

Isso se aplica também à compreensão do funcionamento do cérebro quando aplicada à educação. Guerra (2011, p. 3) menciona que “[...] as neurociências podem informar a educação, mas não explicá-la ou fornecer prescrições, receitas que garantem resultados”. A autora aponta que existem limitações, e que as “[...] descobertas neurocientíficas não se aplicam direta e indiretamente na escola” (GUERRA, 2011, p. 3), entretanto, a formação do professor pode ser mais significativa com sua compreensão a respeito de como funciona o cérebro, uma vez que “[...] lhe possibilita desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais adequadas” (GUERRA, 2011, p. 3).

Dessa forma, uma das grandes dificuldades encontradas dentro do ensino de Ciências é a de conciliar a teoria com a prática, além da necessidade de haver a ruptura de seu ensino

tradicional e conteudista, como ainda se perpetua deliberadamente (SOUZA *et al.*, 2014). A autora aponta que a quebra paradigmática que o ensino de Ciências precisa está no fato de educando perceber e relacionar os fenômenos naturais e conseguir verificá-los na prática. Nesse sentido, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) expressam que o educando é o sujeito de sua própria aprendizagem, cabendo ao educador e à escola perceberem esse fato e colaborarem para que seus estudantes consigam potencializar seus conhecimentos. Para os autores, a prática é indissociável da teoria, sendo uma o requisito para a outra. Ainda, como se verificou, um ambiente enriquecedor pode ser o caminho para a incorporação de novas informações pelo estudante.

Assim, a compreensão dos aspectos de funcionamento do cérebro por parte dos professores de Ciências vem na tentativa de fazê-los perceber que o conteúdo pelo conteúdo nada agrega à vida dos estudantes, pois, como bem lembra Cosenza e Guerra (2011), o cérebro limita-se a aprender aquilo que lhe serve de maneira vital. Logo, surge a necessidade de instigar os estudantes a perceberem a real importância de eles aprenderem aquilo. Para esse propósito, é necessário que tanto professores quanto estudantes se atendem a perceberem e refletirem sobre seus processos construtivos de conhecimento: “Como eu aprendo?”; “Por que eu devo aprender isso?”. E, para solucionar essas questões, os estudos neurocientíficos dedicam-se de maneira infinita, sendo relevante haver um mediador que possibilite esse diálogo entre os pares, como sugere Vygotsky, Luria e Leontiev (2017) em seus estudos.

Para que esse diálogo se estreite, na divulgação adequada dos conhecimentos, tanto as neurociências quanto a Teoria Histórico-Cultural é significativa, visto que, como se verifica no trabalho, a aproximação entre essas duas áreas é capaz de possibilitar um entendimento melhor a respeito de fenômenos como memória e processo de ensino-aprendizagem.

Guerra (2011) orienta que a formação inicial de professores pode ser aperfeiçoada pelo conhecimento neurobiológico envolvido no processo de ensino-aprendizagem, o que proporciona um olhar diferente do habitual, envolvendo novas perspectivas educacionais e de suas estratégias pedagógicas, “[...] influenciando também a compreensão dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e antropológicos tradicionalmente estudados pelos pedagogos” (2011, p. 4). A autora, inclusive, salienta que a teoria vygotskyana poderia ser vista por um outro olhar se compreendida dentro dos aspectos neurocientíficos, e que “[...] a psicologia educacional, desempenhada por educadores capacitados em neurociências básicas, poderá contribuir para o uso adequado dos achados das neurociências e para a colaboração entre as duas áreas” (2011, p. 4).

Por sua vez, o ensino de Ciências torna-se inovador quando um novo olhar recai sobre ele. Nesse contexto, estratégia(s) é(são) criada(s) para quebrar(em) o paradigma tradicional, possibilitando uma nova prática pedagógica que protagonize os educandos e faça com que eles se deem por conta da necessidade de se estudar Ciências e o quanto formativo isso será para a constituição deles enquanto cidadãos atuantes na mudança de seu meio (GUERRA, 2011).

Inovar no ensino de Ciências não tem somente a ver com o fazer tecnológico, mas sim, com o repensar de uma prática docente que faça a diferença (SINGER, 2015). Os artigos analisados nesse estudo, por exemplo, vão ao encontro desse pensamento inovador, verificado no fato de que buscavam romper com o ensino tradicional e fazer a diferença pedagogicamente.

No estudo de Solino e Sasseron (2018), as autoras investigaram o processo de significação de problemas em atividades que buscavam instigar os alunos a pesquisar. As atividades, baseadas em situações-problema, colocam os alunos em posição de protagonismo, o que, segundo as autoras, faz com que eles utilizem suas próprias experiências e próprios conhecimentos para resolver as atividades investigativas de Ciências, beneficiando e estimulando a ZDI, por exemplo.

Essas atividades despertam os elementos-chaves no processo de significação de problemas, como a necessidade, a contradição, a imaginação e a criatividade (SOLINO; SASSERON, 2018).

No artigo de Messeder Neto e Moradillo (2018), os autores buscaram auxílio do lúdico e em estratégias didáticas para a construção de um artefato pedagógico que possibilitasse uma melhor compreensão de conceitos de química que potencializassem a ZDI. Já Carvalho, Couto e Camargo (2018), em seu estudo, utilizaram de um tipo de linguagem computacional que possibilita a leitura de fórmulas físicas presentes na tela do computador de estudantes cegos. Esse artefato pedagógico e tecnológico auxiliou os estudantes a compreenderem melhor os conceitos físicos presentes nas fórmulas, ajudando também o professor em sua explicação a respeito dos fenômenos físicos postulados.

Essas estratégias se comprometem em potencializar a prática docente em benefício do estudante, melhorando o processo de ensino-aprendizagem. O repensar e o refletir dessa prática docente na intenção de melhorar o ensino-aprendizagem caracteriza um ponto-chave na inovação pedagógica, pois dá um novo olhar à construção do conhecimento e protagoniza o aluno dentro desse processo, possibilitando-lhe a construção de conhecimento mais efetivo.

Dessa forma, o estudo pôde evidenciar que algumas práticas podem beneficiar a triangulação entre conhecimento neurocientífico, Teoria Histórico-Cultural e inovação pedagógica em relação ao ensino de Ciências, quais sejam: as estratégias pedagógicas elaboradas pelos professores de Ciências podem contribuir significativamente aos estudantes, se compreenderem como se dá o processo de consolidação da memória ou a importância de significar o que se ensina para que pareça mais atrativo; respeitar os limites do processamento de informação; construir mais atividades investigativas de Ciências que possibilitem ao estudante conciliar seu conhecimento empírico; planejar aulas de laboratório mais interativas e que instiguem a criatividade, buscando a integração entre os estudantes, na intenção de fazer com que aqueles que estão em um grau de melhor compreensão auxiliem os demais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o exposto, verifica-se que o principal objetivo do trabalho fora alcançado, visto que puderam ser tecidas aproximações entre os conhecimentos neurocientíficos e os da Teoria Histórico-Cultural, presentes nos artigos analisados, resultando nas categorias de memória e nos processos de ensino-aprendizagem.

Percebeu-se, também, que tais aproximações vão ao encontro de uma perspectiva inovadora ao ensino de Ciências, pois possibilitam um fazer pedagógico que leva em conta aspectos fundamentais do funcionamento do cérebro, e que tal prática pode se tornar um diferencial na formação de um educador que se preocupa com o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Além disso, é necessário apontar algumas limitações que o presente estudo encontrou, como a incipiência de trabalhos recentes na área ensino/educação em Ciências que trouxessem os aportes vygotskyanos em suas pesquisas, pelo menos nos periódicos aos quais o estudo se ateve - o que, logicamente, não indica uma menor qualidade nas pesquisas publicadas, mas acabou sendo um fator limitante nesse estudo.

É interessante destacar, também, as possibilidades futuras que surgiram para essa pesquisa, a qual poderá se ater em estudar teses e dissertações que dialoguem dentro da perspectiva de triangulação aqui adotada, tomando o Estado do Conhecimento (MOROSINI; FERNANDES, 2014) como tipo de pesquisa futura, tendo em vista a profundidade investigativa

que se estabelece sobre a produção científica de uma temática específica dentro desse tipo de estudo.

Por fim, espera-se que o presente trabalho colabore de maneira efetiva para futuras pesquisas que se dediquem a estreitar maiores laços entre as duas áreas do conhecimento, possibilitando, sem dúvidas, um ensino de ciências inovador e cada vez mais crítico, criativo e libertador.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BASTOS, Lijamar de S. Bastos; ALVES, Marcelo Paraíso. As influências de Vygotsky e Luria à neurociência contemporânea e à compreensão do processo de aprendizagem. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 5, n. 10, p. 41-53, 2013. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/580/0>. Acesso em: 21 abr. 2019.

CARVALHO, Júlio Cesar Q. de; COUTO, Sheila G. do; CAMARGO, Eder P. de. A linguagem LaTeX e o ensino de física para alunos com deficiência visual. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 424-438, 2018. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1027>. Acesso em: 22 out. 2020.

COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

FERREIRA, Marcello; LOGUECIO, Rochele de Q. A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em Educação em Ciências. **Revista de Educação, Linguagem e Literatura**, Inhamas, v. 6, n. 2, p. 33-49, out. 2014.

GOMES, Margarete Z. Dislexia e outros distúrbios da leitura-escrita. In: ZORZI, Jaime; CAPELLINI, Simone. **Neurofisiologia da linguagem oral e escrita**. 2. ed. São José dos Campos: Pulso, 2009. p. 41-42.

GUERRA, Leonor B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.

LURIA, Alexander R. O desenvolvimento da escrita na criança. In: VYGOTSKY, Lev Semionovitch; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2006. p. 143-189.

MARX, Karl. Capítulo VII: processo de trabalho e processo de produção de mais valia. In: MARX, Karl. **O capital**. v. 1, parte III. 1996. p. 368-388. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/marx/1867/ocapital-v1/vol1cap07.htm>. Acesso em: 21 abr. 2019.

MESSENDER NETO, Hélio da S.; MORADILLO, Edilson F. de. O jogo no ensino de química e a interação entre os pares: revisitando o conceito de zona de desenvolvimento

iminente (ZDI). **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 664-685, 2018. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_3_8_ex1244.pdf. Acesso em: 22 out. 2020.

MINAYO, Maria C. de Souza. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social, teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 9-29.

MOROSINI, Marília C.; FERNANDES, Cleoni M. Barboza. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação por Escrito**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 154-164, jul./dez. 2014. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/poescrito/article/view/18875/12399>. Acesso em: 21 nov. 2020.

SHUARE, Marta. **La psicología soviética tal como yo la veo**. Moscou: Editorial Progreso, 1990.

SILVA, Cláudia Lopes da. **Concepção histórico-cultural do cérebro na obra de Vigotski**. 2012. 275 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-22062012-140612/pt-br.php>. Acesso em: 21 abr. 2019.

SINGER, Helena. “A inovação que vale a pena começa nas pessoas”, diz Helena Singer, assessora especial do MEC. Entrevista cedida à Fundação Telefônica Vivo. **Fundação Telefônica Vivo**, São Paulo, 08 dez. 2015. Disponível em <http://fundacaotelefonica.org.br/noticias/a-inovacao-que-vale-a-pena-comeca-nas-pessoas-diz-helena-singer-assessora-especial-do-mec/>. Acesso em: 26 maio 2019.

SOLINO, Ana P.; SASSERON, Lúcia H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/995>. Acesso em: 22 out. 2020.

SOUSA, Anne M. O. Pereira de; ALVES, Ricardo R. Nogueira. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Psicopedagogia**, São Paulo, v. 34, n. 105, 2017.

SOUZA, Ana Paula Azevedo de *et al.* A necessidade da relação entre teoria e prática no ensino de ciências naturais. **Unopar Científica - Ciências Humanas e Educação**, Londrina, v. 15, n. esp, p. 395-401, dez. 2014.

THALHEIMER, August. **Introdução ao materialismo dialético: fundamentos da teoria marxista**. Rio de Janeiro: Centro de Estudos Victor Meyer, 2014. *E-book*. Disponível em: <http://centrovictormeyer.org.br/acervos/arquivo-thalheimer/august-thalheimer-introducao-ao-materialismo-dialetico/>. Acesso em: 21 abr. 2019.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **Pensamento e linguagem**. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente: a formação dos processos psicológicos superiores**. 7.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 13. ed. São Paulo: Ícone, 2017.

Submetido em: fevereiro de 2021

Aprovado em: junho de 2021