



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE TEORIA E PESQUISA DO COMPORTAMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E
COMPORTAMENTO

**QUESTÕES CONCEITUAIS DA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO E DAS
NEUROCIÊNCIAS NA INTERFACE COM A EDUCAÇÃO**

Julio Cezar Pereira de Oliveira

Belém-PA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE TEORIA E PESQUISA DO COMPORTAMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E
COMPORTAMENTO

**QUESTÕES CONCEITUAIS DA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO E DAS
NEUROCIÊNCIAS NA INTERFACE COM A EDUCAÇÃO**

Julio Cezar Pereira de Oliveira

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Neurociências e
Comportamento como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre, sob orientação do
Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart.

Belém-PA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE TEORIA E PESQUISA DO COMPORTAMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E
COMPORTAMENTO

**TÍTULO: QUESTÕES CONCEITUAIS DA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO
E DAS NEUROCIÊNCIAS NA INTERFACE COM A EDUCAÇÃO**

AUTOR: Julio Cezar Pereira de Oliveira

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Fernando Rocha

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart
Orientador

Prof. Dr. Fernando Rocha
Co-orientador

Profa. Dra. Silene Lima
Membro da banca

Profa. Dra. Sandra Bernadete da Silva Moreira
Membro da banca (externo)

Profa. Dra. Mariene da Silva Casseb
Membro da banca (externo)

Profa. Dra. Maria Luisa da Silva
Membro da banca (suplente)

DATA: 31 de Janeiro de 2017.

CONCEITO:

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFPA, Belém-PA

Oliveira, Julio Cezar Pereira de.

Questões conceituais da análise do comportamento e das neurociências na interface com a educação / Julio Cezar Pereira de Oliveira. — 2017.

Orientador: Paulo Roney Kilpp Goulart

Co-Orientador: Fernando Rocha

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, 2017.

1. Aprendizagem - Aspectos fisiológicos. 2. Neurociências. I. Título.

CDD - 23. ed. 612.8

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, especialmente a minha irmã Simone, por sempre oferecer apoio e acreditar que posso realizar as atividades as quais me proponho. Serei sempre grato pelo carinho! Ao meu pai, por ter instalado em mim o ideal acadêmico, sem isso não teria trilhado este caminho, obrigado. E à minha amada e saudosa Mãe.

À minha namorada, meu amor, minha companheira Roberta! Serei eternamente grato por tudo! Nenhuma outra pessoa poderia ter concedido a força dada por ti. Força que foi necessária para seguir com os pés firmes, mesmo quando insistia em prosseguir em passos trêmulos baseados em escolhas erradas. Tenho a total certeza de que, atualmente, nada seria sem tua presença em minha vida. Obrigado por ser a luz dos meus olhos e oferecer clareza aos meus caminhos. Te amo extremamente!!

Aos meus grandes amigos que deram todo suporte técnico/logístico/computacional (rs) no início da minha graduação: Anderson e Pedro Paulo Furtado! Muito obrigado! Agradeço especialmente ao Anderson, que com toda paciência do mundo, me ensinou a ser menos noob. Nunca esquecerei todas as vezes que vocês me socorreram nos momentos em que precisei de consultoria de informática e de amizade! Obrigado!

À minha boa amiga Gisely, por todos os momentos de engraçadas conversas! Sou muito grato por todo apoio e amizade!

Ao meu querido amigo Leonardo! Agradeço todo carinho e amizade! Sei que conto com alguém que estará ao meu lado em todos os momentos! Adoro-te!

À professora Solange Calcagno! Foi meu grande modelo de Analista do Comportamento. Ensinou-me a como escrever de forma objetiva, assim como a analisar eventos comportamentais de maneira apropriada. Muito obrigado!

À professora Ana Leda! Exemplo de docente! Aprendi muito trabalhando ao seu lado durante as monitorias de FPE/BH e sendo seu aluno. Agradeço extremamente por todas as contribuições providas durante o percurso de graduação, mestrado e qualificação!

À professora Alda, pelas contribuições e convívio agradável durante minha estadia em seu grupo de pesquisa! Obrigado!

Ao meu co-orientador, prof. Fernando. Obrigado por ter aceitado co-orientar este trabalho. E ao meu orientador! Muito obrigado, Paulo! Como já disse em situação anterior, foste essencial na minha carreira acadêmica. Muito obrigado por tudo!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
APRESENTAÇÃO.....	1
CIÊNCIA E PROCESSOS DE INTERFACE.....	2
MÉTODO.....	8
RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE LITERATURA.....	10
RESULTADOS DA CATEGORIZAÇÃO-ETAPA 1.....	14
QUESTÕES CONCEITUAIS DA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO NA INTERFACE COM A EDUCAÇÃO.....	17
QUESTÕES CONCEITUAIS DAS NEUROCIÊNCIAS NA INTERFACE COM A EDUCAÇÃO.....	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS.....	46

RESUMO

Atualmente o trabalho realizado por diferentes profissionais diante de uma demanda comum (trabalho multi/inter/transdisciplinar) é requisitado em diversos ambientes de aplicação de conhecimento, dentre eles o hospital, organizações e escolas. Esse trabalho de olhar múltiplo sobre um mesmo objeto também tem sido desenvolvido no campo da pesquisa científica. O objetivo deste estudo foi apresentar e discutir pontos de convergências e divergências teóricas entre Análise do Comportamento e Neurociências dentro da interface com o contexto educacional. Para isso, foi produzido um estudo de caráter teórico. Inicialmente foi realizado um levantamento da literatura analítico comportamental e de neurociências com viés educacional, posteriormente, o material selecionado foi lido e analisado por meio de duas etapas de categorização pré-definidas de acordo com os objetivos do presente trabalho. Constatou-se que ambas as áreas possuem produção significativa na interface com a educação, com variedade de temas discutidos e pesquisados. As convergências encontradas foram acerca do papel do educador, que para os autores de ambas as áreas deve estar fundamentado em seus pressupostos teóricos. As divergências foram a respeito da caracterização de educação/educar. Para a Análise do Comportamento, educar concerne ao ganho de habilidades preparatórias para o convívio em grupo e manipulação do ambiente. Para as Neurociências, educar está relacionado com modificações de estruturas cerebrais. Conclui-se que o método utilizado não beneficiou que uma amostra significativa da literatura fosse levantada, prejudicando de forma considerável a apresentação de convergências e divergências entre as duas áreas, tornando o direcionamento do estudo, substancialmente baseado no levantamento de semelhanças e diferenças, ineficaz em apresentar os pontos relevantes trabalhados nos dois campos de estudo. Contudo, parte dos objetivos foram alcançados, e o presente trabalho conseguiu apontar o que está sendo produzido na interface entre as áreas pesquisadas.

Palavras- chave: *Educação; Interface; Multi/Inter/Transdisciplinaridade; Análise do Comportamento; Neurociências.*

ABSTRACT

Currently the work performed by different professionals in the face of a common demand (multi/inter/transdisciplinary work) is required in several knowledge application environments, among them the hospital, organizations and schools. This multi-looking work on the same object has also been developed in the field of scientific research. The objective of this study was to discuss points of convergence and theoretical divergences between Behavior Analysis and Neurosciences within the interface with the educational context. For this, a theoretical study was produced. Initially, a survey of behavioral and neuroscience analytical literature was carried out with educational bias. Later, the selected material was read and analyzed through two pre-defined categorization steps according to the objectives of the present study. It was found that both areas have significant production in the interface with education, with a variety of topics discussed and researched. The convergences found were about the role of the educator, which for the authors of both areas should be based on their theoretical assumptions. Disagreements were about the characterization of education / education. For Behavior Analysis, educating concerns the gaining of preparatory skills for group living and environmental manipulation. For neurosciences, education is related to changes in brain structures. It was concluded that the method used did not benefit that a significant sample of the literature was raised, considerably impairing the presentation of convergences and divergences between the two areas, making the study direction, substantially based on the similarity and differences survey, ineffective in Present the relevant points worked in the two fields of study. However, some of the objectives were achieved, and the present work was able to point out what is being produced at the interface between the researched areas.

Keywords: Education; Interface; Multi/Inter/Transdisciplinarity; Behavior Analysis; Neurosciences.

Apresentação

A presente dissertação de mestrado, que tem por objetivo apresentar e discutir pontos de convergência e divergência entre as propostas teóricas apresentadas pela Análise do Comportamento e Neurociências para a área educacional consiste em um estudo teórico-conceitual que se utilizou de parâmetros quantitativos de análise como forma de melhor fundamentar sua escrita sob uma base objetiva. Dessa forma, foram realizadas duas etapas de categorização, ambas pré-definidas de acordo com os objetivos do estudo, que funcionaram tanto para direcionar a leitura do material levantado quanto para a posterior produção da discussão do estudo. Com isso, os dados tabulados na categorização não se apresentam, em si, como os resultados do presente trabalho, mas sim, como meio para o fomento de uma discussão qualificada de ideias pertinentes, observadas em ambas as áreas, para a facilitação do processo de ensino-aprendizagem. Os resultados obtidos através deste formato de tratamento de dados serão apresentados em formato de artigo.

Ciência e processos de interface

O conceito de interface pode apresentar distintos significados. No que tange ao presente trabalho, a definição mais apropriada diz respeito à união de dois ou mais sistemas, físicos ou lógico-teóricos diferentes, que possibilite a adaptação de um no outro, propiciando resultados positivos para ambos os envolvidos, isto é, uma interposição entre duas coisas distintas entre si (Bevilacqua, 2003).

Atualmente, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos a partir de um contexto de interface, tornando este paradigma cada vez mais presente no cotidiano da população, fazendo parte da realidade de muitos profissionais a divisão do seu campo de atuação com profissionais de áreas distintas das suas, sendo este um modelo de atuação requisitado em diversos ambientes de aplicação de conhecimento, dentre eles o hospital, organizações e escolas. Esse trabalho realizado sob um olhar múltiplo acerca do objeto de análise também se faz presente no campo da pesquisa científica.

Modo e Kichin (2011), baseados nos trabalhos desenvolvidos por Rosenfield (1992) e Stokols *et al* (2008), apontam quatro formas de orientação científica geradoras de interfaces: crossdisciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Em todos estes direcionamentos existe mais de uma disciplina trabalhando na resolução de um problema comum, porém todas diferem entre si no que diz respeito às relações estabelecidas entre as disciplinas envolvidas. Na crossdisciplinaridade, elas não se envolvem entre si durante a resolução do problema comum. Nesta orientação, não existe uma tentativa de construção de um diálogo entre as disciplinas participantes. Diferentemente da multidisciplinaridade, onde as disciplinas também atuam de maneira independente, porém com o reconhecimento da existência de diferentes facetas do objeto, embora seus representantes trabalhem apenas nas facetas que lhe cabem. Na interdisciplinaridade ocorre a integração entre aspectos

analíticos e metodológicos das disciplinas envolvidas, além do desenvolvimento de terminologias comuns a todas. Na transdisciplinaridade o diferencial consiste na apresentação de alguma sobreposição entre as disciplinas constituintes, isto é, ocorre certa medida de integração entre elas, podendo levar ao surgimento de conceitos comuns, potencializando o surgimento de novos modelos e teorias científicas.

Esses autores defendem que a orientação científica que melhor possibilita uma relação vantajosa de interface é a interdisciplinaridade. Isso se justificaria por esta conseguir integrar os aspectos mais relevantes de suas disciplinas constituintes, diferente das demais. Dessa forma, seria possível o estabelecimento de novas áreas do conhecimento, sem que para isso fosse necessária a extinção de suas disciplinas de origem. Koizumi (1999), que também discute as relações geradas por esses direcionamentos científicos, especificamente o modelo transdisciplinar, diverge nesse ponto de Modo e Kichin (2011). Segundo o autor, só seria eficaz o desenvolvimento de novos campos científicos se estes estivessem pautados nos princípios da transdisciplinaridade, em virtude do tipo distinto de integração proveniente entre as diferentes disciplinas que constituem essa interface.

O argumento em prol da construção de novas áreas do conhecimento a partir do paradigma transdisciplinar de ciência é sustentado no fato de que os demais direcionamentos científicos não seriam capazes de gerar um conhecimento uno, pois estes não teriam suas disciplinas de origem em uma verdadeira fusão, mas sim em uma relação de influências mútuas, geradoras de interseções entre si, enquanto o paradigma transdisciplinar seria capaz de prover a emergência de novos campos científico-conceituais a partir da união dinâmica entre suas disciplinas constituintes (Koizumi, 2004; Samuels, 2009).

Através dos estudos de Koizumi (1999/2004), pode ser compreendido que o modelo transdisciplinar seria a melhor opção para o estabelecimento de campos do conhecimento genuínos, assim, a fusão tornaria as disciplinas constituintes desnecessárias diante do produto que a união das mesmas fosse capaz de gerar.

Dessa forma, observa-se que a falta de consenso entre os autores se localiza na extinção e preservação das disciplinas envolvidas na interface, pois na proposta interdisciplinar de Modo e Kichin (2011), existe espaço para as disciplinas individuais, independente da união estabelecida. Todavia, para Koizumi (1999/2004), os processos geradores de interface devem abrir caminhos para o desenvolvimento de novas áreas do saber, e estas resultariam em uma aglutinação perfeita, e autônoma.

Nesse sentido, as Neurociências podem ser utilizadas como exemplo de um campo de estudo interdisciplinar, onde várias disciplinas, como a psicologia, biologia molecular, ciências computacionais, dentre outras, formam a área responsável por produzir conhecimento sobre como o sistema nervoso funciona e qual sua relação com o comportamento (Modo & Kichin, 2011). Por sua vez, o Learning Science and Brain Research pode ser considerado como exemplo de projeto pautado no direcionamento transdisciplinar. Tal estudo foi desenvolvido pela Organisation for Economic Co-Operations and Development (OECD), que é um fórum formado por 30 países, responsável por propor ideias para o enfrentamento de questões relacionadas a diferentes problemáticas do mundo globalizado (questões políticas, sociais e ambientais), cujo objetivo era estreitar os laços entre as comunidades científicas responsáveis por estudos sobre aprendizagem e estudos sobre o cérebro, respectivamente (OECD, 2007). Após o período de realização do trabalho, foi verificado que um problema decorrente do diálogo entre as duas áreas, neurociências e ciências da educação, foi a falta de clareza na comunicação dos pressupostos

conceituais de um campo para com o outro (OECD, 2007), sendo este dado corroborado por outros autores (Rato & Caldas, 2009; della Chiesa, 2009).

O campo de estudo das neurociências também serviu como contexto para a discussão proposta por Koizumi (2004) sobre transdisciplinaridade, onde se argumenta a respeito da possibilidade de sua interface com o contexto educacional. Rato e Caldas (2010) debatem o estudo de Koizumi (2004), argumentando que um grande passo para uma união bem sucedida entre essas disciplinas seria o desenvolvimento de uma linguagem comum entre educadores e neurocientistas e que isto possibilitaria que alguns problemas encontrados nos contextos educacionais pudessem ser visualizados por ambos de maneira eficaz, isto é, foi verificada a mesma problemática levantada no estudo realizado pela OECD.

Nessa perspectiva, Guerra (2011) corrobora a necessidade de criação de um vocabulário mediador entre as duas áreas, algo capaz de esclarecer as descobertas neurocientíficas e sua possibilidade de transposição para as ciências da educação. O benefício dessa interface estaria também na possibilidade de potencialização das práticas de ensino por meio dos adventos das Neurociências (Navia, 2012).

Nesse contexto, a Análise do Comportamento, caracterizada como disciplina (ou proposta de uma), fundada por B. F. Skinner, que tem seus pressupostos filosóficos pautados no Behaviorismo Radical, onde é considerado que o comportamento dos organismos sofre influências filogenéticas, ontogenéticas e culturais (Alo, Haydu & Carmo, 2014), apresenta um histórico consolidado de trabalho multidisciplinar com diferentes campos de estudo, como a enfermagem; medicina; organizações; e educação (Garcia, Ferreira & Oliveira, 2007; Figueiredo, 2013; Ramos, Costa, Borba & Assis, 2014; Silva, Silva & Todorov, 2012; Nicolino & Zanotto, 2011).

Nesse caminho, além dos pontos de interface anteriormente citados, a Análise do Comportamento também apresenta em seu histórico esforços para o estreitamento de laços e construção de arquétipos teóricos subsidiados em direcionamentos interdisciplinares. Ressalta-se o modelo “biocomportamental” proposto por Donahoe e Palmer (1994), cujo objetivo é integrar análises realizadas no nível comportamental e análises provenientes do nível neurofisiológico. Com isso, seria possível a verificação da interação de fenômenos comportamentais, gerados através da interação entre organismo e ambiente, com diferentes áreas do sistema nervoso.

Zílio (2013) também defende uma proposta de interdisciplinaridade, envolvendo Análise do Comportamento e Neurociências, porém baseada no conceito de “síntese”, que diz respeito a um “método, processo ou operação que consiste em reunir elementos diferentes, concretos ou abstratos, e fundi-los num todo coerente”, contribuindo para com o estabelecimento de um “núcleo teórico-filosófico comum” entre as duas áreas. Segundo o autor, atualmente se têm discutido mais acerca da necessidade da união entre os pressupostos teórico-filosóficos da Análise do Comportamento e das Neurociências, sendo o âmbito analítico comportamental dividido em dois grupos: favoráveis e não favoráveis à síntese. O argumento dos favoráveis diz respeito à probabilidade das Neurociências virem a somar e por ventura preencher lacunas explicativas deixadas pela Análise do Comportamento. Por sua vez, os não favoráveis se apoiam na possível irrelevância de tal união, uma vez que a Análise do Comportamento não faria parte da biologia, mas sim da psicologia, sendo estes dois níveis distintos de análise, portanto, não havendo possibilidade de integração entre eles. A perspectiva dos neurocientistas acerca dessa possibilidade de interface não foi apresentada no estudo de Zílio (2013).

A despeito disso, observa-se que tanto as Neurociências quanto a Análise do Comportamento possuem representantes interessados em propor meios diferenciados de

se fazer ciência, onde formas que abarquem mais de uma fonte explicativa para os eventos comportamentais sejam utilizadas. Rose e Abi-Rached (2013) argumentam sobre a importância desse movimento, defendendo a necessidade da consideração de explicações de diferentes abordagens teóricas, que contemplem de maneira simultânea as dimensões biológicas, psicológicas e socioculturais dos indivíduos. Segundo esses autores, mesmo que uma explicação interdisciplinar venha a ser uma aproximação daquilo que se pretende explicar, ainda assim será menos incompleta que uma explicação pautada em uma única área do saber.

Ertmer e Newby (2013) apontam outra maneira de se tratar a temática de produção de interfaces, discutindo o assunto através do conceito de “ponte”. Os autores usam este termo para se referir a união entre pesquisa básica sobre aprendizagem e as práticas educacionais em si. Argumenta-se como positivo o aspecto pragmático da união, enquanto possibilidade de transformar pontos importantes das teorias da aprendizagem em ações ideais de aplicação.

O conceito de “ponte” pode remeter tanto ao direcionamento interdisciplinar quanto ao transdisciplinar, pois segundo Rato e Caldas (2010), o estabelecimento de uma ponte entre disciplinas de áreas distintas parece ser viável enquanto possibilidade de construção de novos campos de estudo. Outros autores também apontam a necessidade do desenvolvimento de terrenos conceituais comuns entre áreas distintas do conhecimento e/ou atuação, propondo diferentes termos para suas respectivas áreas de fusão, no caso, pesquisa básica em educação e educação aplicada: “linking science”; “middleman position”; “engineering analogy” (Lynch, 1945; Tyler, 1978; Dewey, 1983, citado em Ertmer & Newby 2013).

Dessa forma, com base na breve discussão iniciada aqui, considera-se relevante incitar o debate entre diferentes áreas do conhecimento, tendo em vista a proficuidade

que o mesmo pode produzir quando voltado para um tema em comum, justificando-se propostas que visem o estabelecimento de uma base teórica pautada na interdisciplinaridade e/ou na transdisciplinaridade, propiciando contexto favorável para futuras intervenções de caráter prático e/ou aplicado.

Para isso, parte fundamental desse caminho consiste em visualizar os pontos de semelhança, e, por conseguinte, as distinções, entre as disciplinas que poderão vir a compor um contexto interdisciplinar e/ou transdisciplinar.

Desse modo, o objetivo deste ensaio é apresentar e discutir pontos de convergências e divergências teóricas entre Análise do Comportamento e Neurociências dentro do contexto educacional.

Método

Procedimento

A busca de dados compreendeu produções nacionais e internacionais acerca de Análise do Comportamento e Neurociência no contexto educacional, não sendo delimitada por um período/ano das publicações, visto que se considerou relevante documentar o início do processo de interface de ambas as áreas com a área educacional, e isso poderia ser dificultado com uma delimitação temporal. Foram incluídos trabalhos teóricos e empíricos, com pesquisa operacionalizada diante de busca eletrônica de artigos encontrados nas bases: Portal de periódicos da CAPES; Scientific Electronic Library Online – SCIELO; periódicos Eletrônicos em Psicologia – PEPSIC; Google Scholar, e Google Books. Os descritores de busca utilizados foram: Análise do comportamento - educação; Neurociências - educação; Behavior Analysis - education; Neurosciences- education; Análise do comportamento – ensino; Neurociências – ensino; Behavior Analysis – teaching; e, Neurosciences – teaching.

Inicialmente, foi realizada uma leitura de reconhecimento da amostra bibliográfica levantada, com o objetivo de selecionar a literatura de acordo com as categorias pré-estabelecidas. Após a seleção, os estudos foram sistematizados em duas etapas de categorização, ambas previamente definidas de acordo com os objetivos do estudo. A etapa 1 (constituída por cinco categorias) foi realizada com o objetivo de caracterizar as interfaces das duas áreas no contexto educacional. A etapa 2 (constituída por duas categorias) foi subsidiada pela categorização da etapa 1, isto é, a segunda etapa de categorização reorganizou, em duas categorias amplas, as informações levantadas na primeira. A etapa 2 serviu como base para a apresentação dos pontos de convergência e divergência entre ambas as áreas no contexto educacional.

Categorias - Etapa 1

1. Definição de educar/educação: Foram agrupados aqui trechos (dos trabalhos) que continham referências ao que seria educar e/ou educação de acordo com os autores consultados de cada área.
2. Tecnologia de ensino: Nesta categoria foram reunidos os modelos de tecnologia/procedimento/metodologia de facilitação do processo de ensino-aprendizagem propostos por autores de ambas as áreas.
3. Papel do educador: Esta foi formada por trechos (dos trabalhos) que continham especificações de em que deve ser pautada a atuação dos professores em sala de aula.
4. Ambiente de ensino: Aqui foram reunidos trechos (dos trabalhos) que continham especificações de como deve ser estruturado o contexto de sala de aula e sua relação com desempenho dos aprendizes.

5. Aprendizagem: Aqui constaram trechos (dos trabalhos) que continham definições de aprendizagem de acordo com os autores consultados de cada área.

Categorias - Etapa 2

1. Convergências entre Análise do Comportamento e Neurociências: Esta categoria foi formada por todos os pontos em comum constatados entre as duas áreas por meio da categorização da etapa 1.

2. Divergências entre Análise do Comportamento e Neurociências: Esta categoria foi constituída por todos os pontos que apresentarem discordâncias entre as duas áreas, também constatados por meio da categorização da etapa 1.

Resultados do levantamento de literatura

Com base na busca operacionalizada por meio dos descritores anteriormente mencionados, na área de Neurociências foram levantados 44 artigos e 20 na área de Análise do Comportamento. Após a leitura de reconhecimento do material, foi verificado que alguns trabalhos, de ambas as áreas, não contemplavam pontos pertinentes a discussão proposta por este estudo, sendo excluídos. Baseado nisso foram selecionados 27 trabalhos em Neurociências e 3 em Análise do Comportamento.

A tabela abaixo apresenta a literatura selecionada em Análise do Comportamento, descrita por autor, ano de publicação e título.

Tabela 1. Material selecionado na área de Análise do Comportamento.

Autor	Ano de publicação	Título
Aloi, Haydu e Carmo	2014	Motivação no ensino e aprendizagem: algumas contribuições da Análise do Comportamento
Flinn e Lo	2016	Teacher implementation of trial-based functional analysis and differential reinforcement of alternative behavior for students with challenging behavior

Heal, Hanley e Layer	2009	An evaluation of the relative efficacy of and children's preferences for teaching strategies that differ in amount of teacher directedness
----------------------	------	--

Fonte: Dados desta pesquisa

Em virtude da pequena quantidade de literatura selecionada em Análise do Comportamento, adotou-se uma amostra levantada por conveniência, que possibilitou que o presente trabalho pudesse contar com o material necessário para o fomento da discussão pretendida. A amostra utilizada será apresentada na tabela abaixo.

Tabela 2. Material selecionado por conveniência na área de Análise do Comportamento

Autor	Ano de publicação	Título
Andréa e Micheletto	2010	Efeitos dos treinos de leitura na escrita em crianças.
Carmo e Prado	2010	Análise do Comportamento e Psicologia da Educação Matemática: algumas aproximações.
Green	1993	Stimulus control technology for teaching number/quantity equivalences.
Henklain e Carmo	2013	Contribuições da análise do comportamento à educação: um convite ao diálogo
Keller	1968	Good-bye, teacher.
Marinotti	2010	Processos comportamentais envolvidos na aprendizagem da leitura.
Matos	1992	Análise de contingências no aprender e no ensinar.
Mauad, Guedes e Azzi	2004	Análise do comportamento e a habilidade de leitura: um levantamento crítico de artigos do Jaba.
Micheleto, Guedes, César e Pereira	2010	Disseminação do conhecimento em Análise do Comportamento produzido no Brasil.
Pereira, Marinotti e Luna	2010	O compromisso do professor com a aprendizagem do aluno: contribuições da Análise do Comportamento.

Sidman e Tailby	1982	Conditional discrimination vs. matching to sample: an expansion of the testing paradigm.
Skinner	1953	Ciência e Comportamento Humano
Skinner	1968	Teaching thinking
Skinner	1969	Contingencies of Reinforcement: A Theoretical Analysis
Skinner	1991	Questões recentes na análise comportamental.
Wolery e Wilbers	1994	Including children with special needs in early childhood programs
Zanotto	2010	Subsídios da Análise do Comportamento para a formação de professores.

Fonte: Dados desta pesquisa

Os estudos que compuseram a amostra por conveniência foram selecionados a partir de leituras prévias realizadas sobre a temática de interface entre Análise do Comportamento e Educação. Foram levantados 17 trabalhos.

A tabela abaixo apresenta a literatura selecionada em Neurociências, também descrita por autor, ano de publicação e título.

Tabela 3. Material selecionado na área de Neurociências.

Autor	Ano de publicação	Título
Aldrich	2013	Neuroscience, education and the evolution of the human brain.
Ansari e Coch	2006	Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience.
Ansari, Coch e Smedt	2011	Connecting education and cognitive neuroscience: Where will the journey take us?
Assmann	2001	Reencantar a educação: Rumo à sociedade aprendente.

Blackmore e Bunge	2012	At the nexus of neuroscience and education.
Carew e Magsamen	2010	Neuroscience and Education: An Ideal Partnership for Producing Evidence-Based Solutions to Guide 21st Century Learning.
Carvalho	2010	Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente.
Chen, Stern, Garcia-Osta, Saunier-Rebori, Pollonini, Bambah-Mukku, Blitzer e Alberini	2011	A critical role for IGF-II in memory consolidation and enhancement.
Christodoulou e Gaab	2009	Using and misusing neuroscience in education-related research.
Clement e Lovat	2012	Neuroscience and education: Issues and challenges for curriculum.
Dubinsky	2010	Neuroscience Education for Prekindergarten–12 Teachers.
Goswami	2004	Neuroscience, education and special education.
Goswami	2006	Neuroscience and education: from research to practice?
Howard-Jones	2008	Philosophical challenges for researchers at the interface between neuroscience and education.
Izquierdo	2002	Memória.
Lent	2001	Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais da neurociência.
Maturana e Varela	2001	A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana.

Miller	2013	Neuroscience and education – An outsider’s view.
Mora	2004	Como funciona o cérebro?
Moraes	2004	Pensamento ecossistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI.
Rushton	2011	Neuroscience, Early Childhood Education and Play: We are Doing it Right!
Rushton, Rushton e Larkin	2010	Neuroscience, play and early childhood education: Connections, implications and assessment.
Schrag	2011	Education and neuroscience: What kind of marriage?
Seibert e Groenwald	2014	Contribuições das neurociências para a educação matemática de uma pessoa com necessidades educativas especiais intelectivas.
Sigman, Peña, Goldin e Ribeiro	2014	Neuroscience and education: prime time to build the bridge.
Tardif	2003	Saberes docentes e formação profissional.
Vieira	2012	Neurociências, Cognição e Educação: Limites e Possibilidades na Formação de Professores.

Fonte: Dados desta pesquisa

Resultados da categorização Etapa 1

A tabela abaixo apresenta as categorias da Etapa 1 na área de Análise do comportamento, juntamente com a respectiva quantidade de trechos constituintes.

Tabela 4. Categorias e quantidade de trechos selecionados em Análise do Comportamento

Categoria	Quantidade de trechos	Exemplo de trechos
Educação	0	

Tecnologia de ensino	2	“One example of a differential reinforcement procedure commonly used in educational settings is differential reinforcement of alternative behavior (DRA). DRA is an intervention where the reinforcer is only delivered following a predetermined desirable alternative to challenging behavior (Cooper et al. 2007).”
Papel do educador	5	“O professor que demonstra cuidado, respeito, atenção para com o aluno torna o relacionamento reforçador e aumenta a probabilidade do comportamento de estudar ocorrer, por produzir reforçadores sociais. (cf. Hübner, 2012). (Aloi, Haydu & Carmo, 2014)”
Ambiente de ensino	2	“Por ambiente escolar entende-se tanto os fatores caracterizados como sociais, por exemplo, a relação do professor/aluno e a relação com os colegas, quanto os fatores acadêmicos, por exemplo, os instrucionais e os pedagógicos, que dizem respeito às práticas dos professores em sala de aula. (Aloi, Haydu & Carmo, 2014)”
Aprendizagem	1	“Active engagement and reinforcement that are not socially mediated (i.e., so-called intrinsic motivation) are presumed to be the critical variables underpinning the learning that occurs in this approach. (Heal, 2009)”

Fonte: Dados desta pesquisa

Com base na tabela 4, observa-se que a maior quantidade de trechos levantados foi acerca da categoria papel do educador, com 5 trechos. Sendo seguido por tecnologia de ensino e ambiente de ensino, ambas com 2 trechos. A categoria aprendizagem contou com 1 trecho, enquanto educação não contabilizou nenhum trecho.

Ressalta-se que a amostra levantada por conveniência não fez parte da análise por categorização. Em virtude disso, a tabela acima não contempla dados referente a essa amostra.

A tabela a seguir apresenta as categorias da Etapa 1 em Neurociências acompanhado da respectiva quantidade de trechos constituintes.

Tabela 5. Categorias e quantidade de trechos selecionados em Neurociências

Categoria	Quantidade de trechos	Exemplo de trechos
Educação	6	“By definition, education changes the brain; the brain changes every time a child – or an adult – learns something new. (Blackmore & Bunge, 2012)”
Tecnologia de ensino	11	“By itself brain research cannot be used to support particular instructional practices. It can, however, be used to support particular psychological theories of learning, which in turn can be used to design more effective forms of instruction. (Aldrich, 2013)”
Papel do educador	26	“From a neurobiology of learning perspective, teachers can view their practices as designing and providing the experiences that build students’ brains so that appropriate behaviors emerge. (Dubinsky, 2008)”
Ambiente de ensino	17	“Their results showed that the extremely stressed students scored lower on tests and had reduced processing in certain brain regions, implying that chronic stress disrupts the brain’s ability to shift attention, a function certainly necessary for classroom learning. (Carew & Magsamen, 2010)”
Aprendizagem	34	“Segundo Demo, “a aprendizagem, embora dependa de substratos físicos estruturados caracteriza-se pelo processo de contínua inovação, maleável por natureza, flexível e dinâmico” (Demo, 2001, p. 50). (Carvalho, 2010)”

Fonte: Dados desta pesquisa

De acordo com a tabela 5, a categoria aprendizagem contabilizou o maior número de trechos, 34 no total. Em seguida, a categoria papel do educador apresentou 26 trechos. A categoria ambiente de ensino contou com 17 trechos e tecnologia de ensino com 11. A menor quantidade de trechos agrupados ficou por conta da categoria educação.

Questões conceituais da Análise do Comportamento na interface com a Educação

A Análise do Comportamento possui uma extensa produção em sua interface com a educação. Trabalhos que envolvem temas como dificuldades de aprendizagem; desenvolvimento de mecanismos de ensino de diferentes habilidades escolares; características relacionadas ao sistema educacional; e formação de professores (Hübner & Marinotti, 2004; Henklain & Carmo, 2013).

Serão apresentados a seguir, por meio das categorias descritas na etapa 1, o que o levantamento em Análise do Comportamento apontou enquanto produção da referida área no contexto educacional.

1.1. Educação

Skinner, como grande expoente da abordagem, discutiu de forma considerável acerca dessa temática, oferecendo proposições comportamentais para esse contexto (Mauad, Guedes & Azzi, 2004). De acordo com o autor, a educação é por definição uma instituição social que, atua no controle comportamental humano (tendo controle como uma relação de dependência entre eventos ambientais e comportamentais), provendo o estabelecimento de comportamentos que terão caráter vantajoso no futuro para os indivíduos que os praticam, assim como para os demais que o cercam, classificando o papel da educação como um propulsor de habilidades relevantes para sobrevivência, como pensar, manipular variáveis objetivando resoluções de problemas, observar, propor soluções experimentais, dentre outras (Skinner, 1953).

Zanotto (2010) reflete acerca das considerações de Skinner (1953/1974), ressaltando a responsabilidade que a escola deve ter no processo de formação dos estudantes, enfatizando a relevância do contato com o conhecimento sócio historicamente desenvolvido e acumulado. Todavia, essas características não são

comumente observadas no âmbito escolar. Skinner (1991) aponta que geralmente os estudantes são preparados para um “mundo excessivamente remoto”, cujas habilidades são ensinadas por descrição, isto é, o ensino é pautado em eventos do futuro, algo como “o que pode ser feito e o que acontecerá se isso for feito”, favorecendo assim um ensino que propõe aptidões afastadas do cotidiano dos estudantes. Esse modo de educar não condiz com uma perspectiva analítico-comportamental.

1.2. Tecnologias de Ensino

Skinner (1968) desenvolveu uma proposta de tecnologia de ensino para a área da educação, nomeada de Instrução Programada, que consistia no ensino de respostas de estudar com base em princípios operantes, isto é, um conjunto de contingências de reforço que atuava durante o processo de ensino. O autor aponta que a transposição dos princípios provenientes de contexto experimental de laboratório para a educação se dá de forma simples, obedecendo aos mesmos critérios estipulados em laboratório, onde comportamentos específicos devem ter sua ocorrência emitida e por meio de reforçamento diferencial, isto é, reforço apresentado para algumas classes de comportamentos e para outras não, e mantidas sob controle de estímulos específicos. Nesse processo de instrução, é sugerido que o aprendiz produza suas próprias respostas, que cada parte do programa seja apresentada apenas quando o estudante adquirir os pré-requisitos necessários, exposição ao conteúdo de forma equivalente ao repertório do estudante, incentivo a emissão de novas respostas comportamentais de maneiras e contextos específicos, dentre outras. De maneira simples e sintetizada, Silverman (1978) conceitua a Instrução Programada como uma vasta composição de sistemas e materiais, onde é exigida a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, feedback imediato dos resultados das avaliações, progressão respeitando o ritmo próprio de

aprendizagem de cada estudante e revisão do material didático do curso, de modo a possibilitar que todos atinjam os objetivos propostos.

Esses aspectos se assemelham bastante ao trabalho desenvolvido por Fred Keller, amigo e cientista contemporâneo a Skinner. Keller (1968) propôs uma metodologia de ensino que veio a se tornar uma clássica e expressiva ferramenta de instrução da Análise do Comportamento, denominado Sistema Personalizado de Ensino (Personalized System of Instruction -PSI). O PSI consiste em um plano de ensino que permite que o estudante siga seu próprio ritmo de aprendizagem e receba feedback contingente, onde o material didático é dividido em unidades distintas e gradualmente mais complexas, sendo necessária aquisição por completo do conteúdo e a realização de provas como pré-requisitos para dar prosseguimento nas unidades posteriores. Nesse sistema não existem aulas expositivas, exceto quando são oferecidas palestras ao fim de cada unidade de ensino, os estudantes são atendidos de forma individual pela equipe docente (professor e monitores).

O PSI foi proposto e testado no Brasil na década de 1960. Keller chegou ao país em 1961, convidado para ministrar aulas de psicologia experimental no recém-criado curso de psicologia da Universidade de São Paulo (USP). Retornou para os Estados Unidos no mesmo ano, voltando para o Brasil em 1964. Neste período, Keller estava no país articulando com outros professores/pesquisadores o desenvolvimento do curso de psicologia da Universidade de Brasília, que seria voltado, primordialmente, para o estudo da teoria do reforço operante (Micheleto, Guedes, César & Pereira, 2010). Os preceitos de respeito às distinções de cada aprendiz, a possibilidade de progredir em seu próprio ritmo, a exigência de domínio do conteúdo ensinado, dentre outras, mostram que a proposta do PSI se embasa em uma noção de aprendizagem ativa, justificando o impacto e sucesso do método, que se propagou por outros estados brasileiros, como São

Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás, e também para outros países, como Estados Unidos e Chile, continuando em expansão até a década de 1980 (Zanotto, 2010).

Segundo Carmo e Prado (2010), uma área de pesquisa em Análise do Comportamento que se propôs a investigar diversos problemas relacionados a aprendizagem é a de Equivalência de estímulos. Este modelo foi fundamentado em uma junção da proposição matemática de equivalência entre elementos de uma classe com as proposições operantes da Análise do Comportamento. Para Sidman e Tailby (1982), o paradigma (que contém em si os conceitos de reflexividade, simetria e transitividade) pode ser explicado como relações construídas entre estímulos não semelhantes, com exceção do processo de reflexividade, que consiste na relação de um estímulo com ele próprio. Na simetria, a lógica fica por conta do estabelecimento de relações entre dois estímulos em uma dada ordem, onde a inversão desta ordem não afete a relação estabelecida. Na transitividade, dois estímulos estão relacionados a um terceiro estímulo em comum, sendo que esses dois estímulos devem estar relacionados entre si. Stromer (1991) diz que o paradigma de Equivalência de Estímulos pode ser utilizado como tecnologia de ensino fomentador de diferentes repertórios comportamentais, contribuindo de forma substancial para práticas de ensino, resultando na maximização de possibilidades de compreensão da natureza das dificuldades de aprendizagem em populações específicas, no aumento da exatidão das avaliações de desempenho escolar, além de identificação de possíveis estratégias de intervenção que potencializem o desenvolvimento de novos repertórios.

A equivalência de estímulos é amplamente utilizada nas investigações acerca do desenvolvimento de repertório linguístico (Wulfert & Hayes, 1988; Wilkinson & McIlvane, 1997; Lipkens, Hayes & Hayes, 1993; Kohlenberg, Hayes & Hayes, 1993; de

Rose, de Souza, Rossito & de Rose, 1989, 1992; Stromer, Mackay & Stoddard, 1992; Matos & Hubner, 1992; Matos & Hubner, 1993).

Andréa e Micheletto (2010) realizaram um estudo que tinha por objetivo verificar se o ensino de comportamentos de leitura facilitaria o desenvolvimento de comportamentos de escrita em crianças. Para isso foram realizados quatro experimentos que compuseram o trabalho, e foi observado que os repertórios de leitura e de escrita são distintos em seus estabelecimentos, indicando que o procedimento pode facilitar a aprendizagem dos dois repertórios. Contudo, para que a escrita possa ser estabelecida com sucesso através da leitura, é necessário que haja o encadeamento desse comportamento com reforçadores automáticos, isto é, as crianças precisam ter acesso ao modelo das palavras (leitura) a serem escritas, e com base nisso, terem a possibilidade de conferir se suas respostas estão corretas ou próximas disso, ocorrendo assim o reforçamento natural ou automático entre olhar o modelo e verificar se acertou.

Marinotti (2010) discute esses aspectos, corroborando com as evidências de que avanços na aprendizagem de leitura não produzem, necessariamente, avanços nos comportamentos de escrita, apoiando seus argumentos nas análises de Skinner (1957), que aponta a existência de independência funcional entre a aquisição de diferentes repertórios verbais. Comportamentos matemáticos também são pesquisados utilizando esse modelo. Nesse sentido, Green (1993) realizou um estudo que tinha por objetivo ensinar habilidades matemáticas (relações entre números e quantidades) a dois adolescentes com comprometimento intelectual e de desenvolvimento. Os resultados demonstraram a eficácia da equivalência de estímulos no ensino das relações pretendidas, onde foi verificado estabelecimento de 36 novas relações condicionais entre números e quantidades (e vice-versa) e mais 96 outras relações adicionais não previamente treinadas.

1.3. Papel do educador

Percebe-se que a Análise do Comportamento, em seu processo de interface com a educação, não abdica dos preceitos de rigor e objetividade presentes em suas análises realizadas em ambiente controlado de laboratório, enfatizando a importância do seguimento adequado dos procedimentos de ensino propostos. Entretanto, sabe-se que os educadores não possuem em sua formação aproximações teóricas e/ou metodológicas similares com a de analistas do comportamento, assim como o analista do comportamento, durante sua formação, não entra em contato com uma variedade de teorias e metodologias do campo educacional. Dessa forma, em uma relação onde a abordagem comportamental visa oferecer contribuições para a área educacional, qual o lugar do professor nessa ação? Melhor dizendo, de que forma esse profissional pode se beneficiar dessa união?

Para Flynn e Lo (2016) uma alternativa seria a provisão de uma espécie de capacitação comportamental para os profissionais de educação, que poderia ser feito com base no oferecimento de instruções baseadas na teoria operante.

Por outro lado, Haydu et al (2014) reconhecem que os professores já exercem práticas comportamentais importantes, sem treino direto para isso, ao argumentarem sobre a relevância do educador nesse processo, ressaltando ser este quem funciona como maior identificador de operações motivacionais no ambiente escolar, além de que ao demonstrar uma relação de respeito, atenção e cuidado para com os estudantes, acaba por cumprir o papel de reforçar comportamentos de estudar, justamente por prover reforçadores sociais na relação.

Além da provisão de consequências reforçadoras para os estudantes, é necessário que o professor esteja atento ao ritmo de aprendizagem de seus alunos, e com base nisso, elaborar atividades que maximizem as possibilidades do estudante entrar em

contato com reforço positivo, ou seja, é aconselhável que as atividades propostas sejam desenvolvidas com base naquilo que o aprendiz já sabe realizar, e partir dessa base, aumentar de forma gradual as exigências e níveis de complexidade. Além disso, é de extrema relevância que seja evitado o uso de punições, pois estas geram inúmeras respostas incompatíveis com os comportamentos considerados adequados para a aquisição de repertório de estudante. Por exemplo, o contato com consequências aversivas pode ocasionar fuga e esquiva do contexto de sala de aula e produzir reações emocionais. Os comportamentos punidos podem diminuir de frequência, porém não oferecem meios de estabelecimento de comportamentos adequados (Pereira, Marinotti & Luna 2010).

Heal (2009) discute o papel que o educador pode exercer na determinação de procedimentos de ensino eficazes ao apresentar diferentes preferências, por parte dos alunos, acerca de distintas formas de se oferecer estratégias de ensino. Nesse estudo, alunos eram expostos a três tipos de tática de ensino que visavam o estabelecimento de relações entre cor e nome de objetos e que variavam no direcionamento do ensino. As três estratégias consistiam na breve exposição da criança aos alvos das relações cor-nome do objeto, respostas corretas eram consequenciadas com permissão para brincar por um período.

As diferenças entre as estratégias diziam respeito às formas de direcionamento do ensino. Estas se pautavam no esboço de um continuum formulado por Wolery e Wilbers (1994). Nesse continuum existem diferentes formas de se iniciar interações de aprendizagem, onde em um extremo encontram-se as interações de aprendizagem iniciadas pelo estudante e no outro extremo as iniciadas a partir do professor. As estratégias utilizadas nas interações iniciadas pelo estudante apresentam maior grau de engajamento por parte destes, enquanto as estratégias baseadas nas interações iniciadas

pelo professor resultam no ensino de habilidades específicas selecionada por ele. Nesse continuum, encontram-se três estratégias de ensino distintas: Discovery Learning, Embedded Teaching e Direct Instruction. No início desse continuum encontra-se o Discovery Learning, que diz respeito a um método inspirado na filosofia construtivista de Piaget (1970), onde se espera que o desenvolvimento de novas aprendizagens da criança se dê a partir de uma relação independente com o ambiente, com pouco ou nenhum direcionamento do professor. Nesse método, a atuação do professor deve ser no sentido de arranjar contextos propícios para o estabelecimento das interações independentes.

No meio do continuum, situa-se o Embedded Teaching, que tem por principal característica o ensino de habilidades através de incidental, que significa oferecer um contexto de ensino onde a criança, diante de algum tipo de dica, inicia uma interação que, por si só, representa também o início de um processo de ensino de uma determinada habilidade. O Direct Instruction condiz com o fim do continuum, onde as interações são iniciadas pelo professor, sendo este o responsável por propor e estabelecer meios para o desenvolvimento de habilidades específicas, pré-determinadas por ele.

Os resultados de Heal (2009) corroboraram com as ideias discutidas por Wolery e Wilbers (1994), pois a estratégia preferida pelas crianças participantes foi aquela onde elas iniciavam as interações de ensino, sendo também a mais eficaz no estabelecimento e generalização das relações entre cor-nome do objeto.

Com base nisso, percebe-se que o papel do educador, sob uma perspectiva comportamental, pode variar, e assumir diferentes funções na condução do processo de ensino-aprendizagem, e que este fator exerce grande relevância, assim como o ambiente de ensino.

1.4. Ambiente de ensino

Skinner (1968) defende que boas práticas de ensino devem consistir em arranjos de contingências de reforço positivo, que propiciem mudanças de comportamento, isto é, métodos planejados de ensino, criteriosamente delineados a fim de alcançar os objetivos propostos. Na perspectiva de Teixeira (2010) o conceito de arranjo de contingência relacionado ao contexto de ensino de habilidades escolares pode ser explicado de uma maneira simples, onde os três termos inter-relacionados são: evento ambiental antecedente (situação-estímulo), um comportamento visado (desempenho do estudante) e um evento ambiental consequente (reforço), assim, a relação constituída entre esses três elos formam uma contingência de reforçamento, que sob uma ótica comportamental, pode representar um programa de ensino, sendo este composto por várias contingências de reforço.

Em uma abordagem relacional, como a Análise do Comportamento, o ambiente cumpre papel de grande relevância no estabelecimento de processos educativos eficazes, exercendo parte substancial da responsabilidade em prover a motivação necessária para manter os estudantes engajados. Esse ambiente pode ser compreendido como um conjunto onde se encontram aspectos sociais e acadêmicos. Os aspectos sociais ficam por conta das relações entre professor-aluno e aluno-aluno, enquanto os fatores acadêmicos dizem respeito a pontos instrucionais e pedagógicos, como as práticas dos professores em sala de aula (Alo, Haydu e Carmo 2014).

De acordo com Pereira, Marinotti e Luna (2010), devem ser priorizados contextos de ensino que possibilitem o acesso a reforçamentos naturais, isto é, consequências inerentes à própria emissão da resposta. Entretanto, sabe-se que nem sempre é possível a manutenção de comportamentos de estudar através de contingências

de reforçamentos naturais, pois boa parte das habilidades construídas na escola produzirão consequências naturais fora do ambiente escolar em algum momento de um futuro não tão próximo, por isso, se faz necessário o uso de reforços artificiais como meio de facilitação do processo de ensino, que devem ser utilizados até o momento em que as atividades escolares, em si próprias, constituírem-se como reforçadoras.

1.5. Aprendizagem

Para a Análise do Comportamento, um dos fatores capazes de gerar aprendizagem, e conseqüentemente processos educacionais de sucesso, é a conseqüenciação imediata das respostas de estudar, oferecendo conseqüências reforçadoras positivas, que podem ser naturais ou artificiais, contingentes aos comportamentos considerados adequados aos objetivos de ensino. Isto é, apresentar algo (notas, elogios, pontos, etc.) logo após a emissão do comportamento, pois dessa forma assegura-se o seu fortalecimento e emissões em situações semelhantes no futuro (Matos, 1993; Skinner, 1969).

Questões conceituais das Neurociências na interface com a Educação

Existe uma ampla produção de estudos neurocientíficos na área educacional, onde cada vez mais busca-se o desenvolvimento de tecnologias, tanto conceituais quanto práticas. A seguir, apresentam-se as descrições realizadas por meio da categorização da etapa 1.

1.1. Educação

Carvalho (2010) defende que o sistema educacional precisa fornecer situações de aprendizagem que propiciem o desenvolvimento de estudantes que, no futuro, possuam as habilidades necessárias ao atendimento das exigências da sociedade moderna, para

isso também se faz necessário o estabelecimento de uma cultura de aprendizado que gere conhecimento, respeito a diversidade e a democracia.

Ansari e Coch (2006) consideram que a educação é uma ciência essencialmente cognitiva, com um percurso conturbado enquanto disciplina científica. Para estes autores, o processo educacional é, indissociavelmente, ligado a modificações neurais, sendo o cérebro formado a partir das experiências e interações com genes, reconhecendo nesta interação que, educação e desenvolvimento cerebral, são processos que ocorrem ao longo da vida. Blackmore e Bunge (2012) pontuam o mesmo, assinalando que, por definição, a educação modifica o cérebro, e essa modificação ocorre sempre que o indivíduo aprende algo.

1.2. Tecnologias de ensino

Apesar da grande discussão em torno da temática de aprendizagem dentro das neurociências, Aldrich (2013), aponta que ainda não há subsídios para pautar uma tecnologia de instrução, porém há muito que ser utilizado no suporte às teorias da aprendizagem provenientes da psicologia, que por sua vez, podem ser utilizadas para a confecção de metodologias de ensino mais efetivas.

Christodoulou e Gaab (2009) apontam que muitos educadores, diferentes dos neurocientistas, tem conhecimento e acesso a práticas de ensino, assim, um possível papel para os neurocientistas seria o de explicar como funcionam essas metodologias, algo como os “bastidores” delas. Para isso, por exemplo, uma opção seria o uso de tecnologias de neuroimagem para testar teorias do desenvolvimento da dislexia, caracterizando quando e como as dificuldades de leitura se manifestam na estrutura cerebral. Da mesma forma, Clement et al (2014) argumentam que as contribuições das neurociências se encontram no campo das teorias, dando apoio a compreensão dos processos neurais envolvidos na aprendizagem, porém questiona-se a sua direta

aplicação nas técnicas de ensino. Goswami (2006) também fala do uso dos métodos de neuroimagem como meio para a identificação de índices neurais de potenciais dificuldades apresentadas por crianças, que pode ter passado despercebidamente durante os primeiros anos de desenvolvimento.

Miller (2013) apresenta uma alternativa diferenciada para o desenvolvimento de aprendizagem pautada em princípios neurocientíficos. Segundo o autor, existem evidências que asseguram ganhos nas funções cerebrais advindas da prática de exercícios físicos, havendo uma área de pesquisa voltada para essa temática dentro das neurociências, intitulada de “embodied cognition”, que tem por objetivo promover uma parceria entre corpo e cérebro, proporcionando uma função adequada dos dois.

Um exemplo dessas evidências é o trabalho realizado por John Medina, que é diretor do Brain Center for Applied Learning Research, pertencente à Universidade Pacífica de Seattle, que lançou um livro onde são apresentadas hipóteses que podem vir a beneficiar o bom desenvolvimento do cérebro e cognição. Nesse livro são apresentadas regras para o estabelecimento desse desenvolvimento, Miller (2013) enfatiza a regra 1, que consiste em exercícios que fortalecem o cérebro, onde é apontado que este órgão foi feito para o movimento, e na falta disso, ele não se desenvolve de forma apropriada. É feita uma analogia baseada em ratos que foram expostos a um experimento que possibilitava correr em uma roda de forma espontânea e forçadamente. Os ratos livres para correr quando quisessem apresentaram um aumento no número de neurônios na região do hipocampo, enquanto os que eram forçados, não.

Miller (2013) também cita o trabalho desenvolvido pelo Dr. John Ratey, no livro intitulado *Revolutionary New Science of Exercise and the Brain*, onde se discute que os exercícios físicos são a coisa mais importante para o cérebro, capaz de produzir mais neurônios que a realização de palavras cruzadas. Ao se referir as implicações

educacionais dos exercícios, o autor sugere que as escolas ofereçam para as crianças que apresentam comportamentos inadequados uma bicicleta posicionada no canto da sala, onde possam dar algumas pedaladas, em substituição aos “castigos”. O autor aponta que esse tipo de intervenção já é utilizado em algumas escolas, por exemplo, algumas utilizam o dance-dance, que consiste em um jogo onde os movimentos de dança apresentados na tela devem ser imitados pelos jogadores, defendendo que a prática de exercícios físicos intensos impulsiona o cérebro de uma forma que permanecer sentado não possibilita.

Nessa direção, Rushton (2010) apresenta o exemplo de Sarah Shawn, uma professora de uma escola londrina, chamada Lakeside Primary School of Cheltenham, que desenvolve trabalhos em uma das poucas classes do mundo que funcionam de acordo com os princípios das neurociências da educação. De acordo com a professora, a incorporação de dança e outras atividades com movimento, ajudam na aquisição e retenção de informações, fortalecendo conexões cerebrais.

Schrag (2011) discute o uso de fármacos como possibilidade de intervenção educacional que descarta o envolvimento do professor, apontando que os próximos anos serão de desenvolvimento de medicações cognotrópicas, que agirão em diferentes sistemas bioquímicos, sendo que já existem grupos de cientistas que apresentaram alguns resultados nessa direção, onde a administração de uma espécie de insulina resultou em uma significativa melhora na retenção de memória e prevenção de esquecimentos em ratos (Chen et al., 2011). Modelos de intervenção não pautadas em bioquímica também têm demonstrado bons resultados em estudos que utilizaram de estimulação na área do lobo parietal durante a aprendizagem de habilidades numéricas (Schrag, 2011).

1.3. Papel do educador

A respeito do papel do educador nesse processo gerador de aprendizagens, Ansari e Coch (2006) discutem que a qualidade do ensino é fundamental para o sucesso do processo educacional, e para isso, sugerem que os professores passem por uma capacitação que vise o contato desses profissionais com conteúdo de neurociências voltadas para o contexto de ensino. Dessa forma, seriam desenvolvidos cursos de formação voltados para a investigação e discussão de como se realizar uma conexão entre pesquisa e aplicação em educação. Porém essa proposta visa a formação de educadores para uma nova disciplina, que nasceria da união entre neurociências e educação, intitulada Mind Brain and Education (MBE), assim, esses programas seriam definidos por auxiliarem futuros professores a tornarem-se leitores e avaliadores críticos dos resultados de pesquisas científicas, possibilitando a formação de profissionais habilitados a fazer conexões entre as duas áreas.

Os autores defendem que um treinamento de professores baseado em neurociências não irá apresentar formas fechadas, como receitas, acerca da maneira como os mesmos devem passar seus conteúdos, mas sim, oferecer uma nova influência, que agirá de forma indireta sobre como os educadores administrarão seus métodos de ensino, ou seja, será uma influência sobre o pensamento do professor acerca de suas práticas, onde estes estariam munidos de informações a respeito, por exemplo, dos sistemas neurais envolvidos na atenção, do papel do sono na aprendizagem, entre outros. Assim, esses aspectos poderiam ser integrados ao currículo, de modo a favorecer a eficácia das metodologias utilizadas.

Ansari e Coch (2006) afirmam que a proposição de formação de educadores com viés neurocientífico não é nova, pois o trabalho nessa direção já havia sido proposto duas décadas atrás. Atualmente, com os aprimoramentos provenientes dessa área, tanto

teóricos quanto técnicos, torna possível o apoio a capacitação interdisciplinar dos educadores. Estes autores partem do pressuposto de que a partir do momento em que os educadores tiverem acesso aos conhecimentos provenientes das neurociências, passarão a desenvolver de forma mais eficaz suas atividades. Para Carew e Magsamen (2010), as neurociências possuem background bem estabelecido em diferentes vertentes que podem ser transpostas para a sala de aula, como atenção, estresse, exercícios de memória, entre outros tópicos.

Carvalho (2010) enfatiza a importância do papel do professor para o campo educacional e para o processo de ensino, defendendo que a este cabe a missão de prover ao estudante, meios que possibilitem o desenvolvimento de inteligência e não de memorização de conteúdo. Para isso, o autor defende que as metodologias busquem atender as necessidades individuais dos aprendizes, isto é, com seus aspectos pessoais, deixando de lado tecnologias de caráter puramente instrucionais, pois estas facilitariam a memorização sem compreensão. Assim, para este autor, estes aspectos poderiam ser melhorados com base na interlocução entre as neurociências e a educação, pois disso resultaria em uma maior qualificação da formação docente, pois estes passariam a ter uma perspectiva diferenciada acerca do processo de ensino-aprendizagem, considerando os aspectos biológicos juntamente com os aspectos socioculturais.

Para Tardif (2003) os aspectos da individualidade dos estudantes devem ser postas em primeiro plano, pois é de extrema importância que se atente para as questões das especificidades de cada aprendiz, onde o professor deve assumir o papel de direcionamento desse processo de valorização do ensino através das particularidades dos alunos, e para isso é necessário que o docente tenha em sua atuação atitudes voltadas para a valorização desses pontos, como disposição em conhecer os estudantes,

justamente para que sejam evitadas posturas que tendem a generalizações da forma de trabalhar.

Carvalho (2010) diz que a formação docente baseada em interdisciplinaridade é necessária, pois com base nisso, o professor poderá ter conhecimento diversificado de todos os aspectos envolvidos no processo de aprendizagem, assim, oferecendo possibilidades de favorecê-la e não a atrapalhar. Dessa forma, seria interessante para a capacitação desses profissionais que os princípios de neurociências, relacionadas a aprendizagem, pudessem ser oferecidos, pois sabendo que a sua atuação adequada pode servir, por exemplo, como estímulo para a secreção de hormônios associados a produção do desejo de aprender, assim como o desinteresse por atividades que envolvem o contexto escolar. Para este autor, este processo deve ser considerado, e ao munir o educador de informações acerca do funcionamento cerebral, este assumirá um papel de mediação que focará suas metodologias na otimização das possibilidades que gerem sucesso na transmissão dos conteúdos. Ainda nessa direção, o autor defende que os mecanismos neurais subjacentes a aprendizagem sejam conhecidos pelos educadores, pois além dos hormônios responsáveis por gerar excitação, também encontram-se presentes diferentes níveis de oxigenação cerebral que ocorrem durante a memorização de uma informação, distintos níveis de intensidade do fluxo sanguíneo durante a realização de uma atividade, entre outros, pois dessa forma, todos esses aspectos podem ser considerados no momento da adequação de metodologias pedagógicas.

Dunbisky (2010) afirma que os professores precisam ter conhecimentos sobre o funcionamento cerebral para que possam ser melhores profissionais, e de acordo com ele, os docentes tem interesse em entrar em contato com esse tipo de conhecimento, pois ao compreender como o sistema nervoso funciona, será possível compreender o processo de aprendizagem no qual trabalham para desenvolver em seus estudantes, pois

para a construção de habilidades intelectuais, é necessário ter em mente que as práticas de ensino precisam ser baseadas na idade dos aprendizes, que consiste em um processo informado pelo conhecimento sobre o crescimento do sistema nervoso.

Christodoulou e Gaab (2009) acreditam que as neurociências não apresentam contribuições que possam ser oferecidas para a formação do docente e conseqüentemente para uma transposição direta de seus princípios para a sala de aula. Entretanto, a importância dessa relação estaria na pesquisa de aspectos que concernem a educação. Dessa forma, a colaboração estaria em prover possíveis explicações acerca do que está por detrás dos princípios de ensino, onde seria possível desenvolver trabalhos na direção de oferecer ao profissional de educação uma via de possibilidade na resolução de questões pertinentes. Por exemplo, pesquisas sobre neurônios-espelho não conseguem, e não tem por objetivo, a formulação de meios de ensino em sala de aula, porém estas pesquisas têm sido utilizadas para a interpretação de aprendizagem, percepção e execução de ações. Daniel et al (2011), também discutem que não existem formas prontas que podem ser oferecidas pelos neurocientistas para os educadores simplesmente reproduzirem como método de ensino em sala de aula, mas sim proposições teóricas provenientes de estudo em laboratório, com resultados que devem ser analisados pelos próprios educadores no que consiste a sua possibilidade de aplicação. Guy e Byrne, (2013) corrobora com a ideia de colaboração no campo conceitual, citando como exemplo a relevância da compreensão de como os fatos e suas relações são processadas pelo cérebro, utilizando-se de representações gráficas de conceitos no formato de “mapas conceituais”.

Para Goswami (2006), boas práticas de ensino são aquelas pautadas na observação de factores cerebrais que, geralmente, estão relacionados a dificuldades em sala aula, como ansiedade, deficits de atenção, dentre outros. Marques e Osses (2014)

corroboram com o argumento de que boas práticas de ensino só podem ser oferecidas se o educador compreender como se dá o processo de aprendizagem, juntamente com todas as variáveis envolvidas, que para este autor, estão fundamentados em aspectos neuropsicológicos. Assim, os profissionais de educação devem possuir formação de viés neurocientífico, para que dessa forma, possam oferecer estimulação adequada para o desenvolvimento cognitivo de seus alunos. Vieira (2012) defende que o ponto de discussão não é transformar o professor em um especialista de áreas que não sejam a sua, mas sim, de torná-lo apto a trabalhar sob uma perspectiva multidisciplinar, encarando os processos de aprendizagem como resultantes de diferentes variáveis.

Para Dubinky (2008) o trabalho do educador nessa perspectiva multidisciplinar proverá que este pautará seu trabalho estabelecendo experiências que construam cérebros capazes de proporcionar comportamentos apropriados.

1.4. Ambiente de ensino

Carew e Magsamen (2010) pontuam sobre a importância de um ambiente de ensino construído com base nos preceitos de aprendizagem baseados nas neurociências. Para esses autores, o conhecimento produzido acerca das funções cerebrais ajudaria a prevenir, reverter e até estagnar danos cerebrais causados por diferentes fatores, como má nutrição, assim como, ajudaria com incorporações de conhecimento sobre relações entre estresse e sono e a aquisição de aprendizagens e retenção de memória, defendendo que os estudantes se tornam mais produtivos em um ambiente relaxante, onde não se sentem pressionados. Estudantes com altos níveis de estresse apresentam baixo desempenho nas avaliações escolares, apresentando modificações em certas regiões cerebrais.

De acordo com Carew e Magsamen (2010), períodos adequados de sono apresentam grande impacto na aprendizagem de crianças. A falta desses períodos podem causar danos no desenvolvimento, assim como problemas emocionais e de atenção, sendo todos refletidos em sala de aula. Blackmore (2012) discute que o ambiente de ensino deve oferecer uma combinação mais eficiente entre componentes estratégicos e associativos. A autora ressalta que a pesquisa em neurociências sobre desenvolvimento de memória apresenta implicações diretas para a construção materiais de instrução apropriados para cada faixa etária de crianças.

Sigman et al (2014) corroboram com a ideia de que o sono é um fator de grande importância para o desenvolvimento de aprendizagem e melhoras no processamento da memória. Esses autores apontam que dormir após aquisição de memória é benéfico para consolidação, reestruturação, generalização e para a lembrança seletiva. Essas informações são fruto de estudos de neuroimagem que apresentaram reativação e reorganização neuro-anatomica de memória são favorecidas pelo sono de forma proporcional a aprendizagem. Uma mudança que poderia ser aplicada na classe de aula a fim de utilizar os conhecimentos produzidos acerca dessa importância seria o atraso no horário de entrada dos estudantes na escola. Tipicamente, os alunos chegam sonolentos na sala de aula, e existe uma fisiologia que funciona de forma inerte durante alguns estados do sono e isso explicaria porque tantos adolescentes não se encontram preparados para o aprendizado tão cedo da manhã.

De acordo com Sigman et al (2013), pequenos intervalos de sono, comumente chamados de “cochilos”, podem prover ganhos nas performances diárias equivalentes a quem pode dormir uma noite inteira. Nos adultos, o sono é caracterizado por diferentes fases, que apresentam relação com diferentes tipos de memória. A fase de sono NREM (movimentos não rápidos dos olhos) é de suma importância para a consolidação de

memórias declarativas, enquanto o sono REM (movimento rápido dos olhos) é de grande relevância para a consolidação de memória procedural, porém, em crianças, o benefício reconhecido foi demonstrado apenas na memória declarativa.

Rushton (2011) aponta que ambientes estimulantes, que permitem aos estudantes a escolha do que irão aprender, contribuem para a diminuição do estresse em sala de aula, além de proporcionar flexibilidade e criatividade para um ambiente de ensino rico, é necessário que os educadores consigam capturar os interesses das crianças, conduzindo os processos realizados nesse contexto de modo que eles próprios levem a liberação de certos neurotransmissores que contribuem para a aprendizagem. Sob um ponto de vista neurológico, uma sala de aula que possui riqueza em atrativos, pode facilitar a excitação, que por sua vez gera dopamina, responsável pela sensação de bem-estar. Fatores como emoção, entendido como neurônios e neurotransmissores, e atenção, que significa a capacidade de a criança permanecer excitada e conectada ao material apresentado, motivam a aprendizagem. Dessa forma, o professor deve subsidiar o seu ensino nas emoções de seus alunos, isto é, capturar e manter a atenção dos estudantes, deixando-os conectados as instruções oferecidas. A atuação do professor, dentro de um ambiente adequado de ensino, deve ser o de facilitar o caminho que será trilhado pelos estudantes, e por aí perpassam aspectos que funcionam como via para o desenvolvimento da independência dos alunos. O contrário dessa postura pode gerar a produção de neurotransmissores e hormônios prejudiciais a aprendizagem, como serotonina e cortisol. Inúmeras transformações ocorrem a nível neural quando um estudante é exposto a diferentes oportunidades de participação e expressão durante o processo de ensino-aprendizagem, tornando-se evidente a aplicação do que foi aprendido, não apenas em sala de aula, mas no mundo. Quanto mais conexões neurais produzidas, melhor se torna a habilidade de resoluções de problemas, pois entrar em

contato com um mesmo tipo de aprendizagem em diferentes contextos permite que a bainha de mielina que envolve o axônio engrosse, e quanto mais espessa, melhor para que os estímulos elétricos se movam para baixo, facilitando a aprendizagem. Assim, a forma de condução do processo de ensino pode tanto apoiar quanto dificultar a aprendizagem dos estudantes (Rushton & Rushton, 2010).

Esses autores apresentam quais os componentes necessários para um ambiente educacional de qualidade: equipamentos como mesas, cadeiras, e iluminação, devem ser atrativos para as crianças; espaços destinados tanto para trabalhos individualizados quanto para de grupos; disponibilidade de materiais de manipulação, com espaços que intriguem a curiosidade natural da criança. Além disso, o mais importante deste ambiente é a conduta do professor, que deve ser de amor pela aprendizagem.

1.5. Aprendizagem

Nesse sentido, Ansari e Coch (2006) apresentam uma definição de processo de aprendizagem que é justaposto ao que seria educação, pois a aquisição de novas habilidades seriam, em alguma medida, as mudanças neurais provenientes do contato com aspectos do mundo. Um exemplo seria aprender a fazer malabarismo, que seria acompanhado por mudanças na massa cinzenta localizada nas regiões médio-temporais e interparietais do cérebro. Assmann (2001) também apresenta uma visão semelhante à de Ansari e Coch (2006), pois esse autor define a aprendizagem como um acoplamento estrutural, no qual as experiências do indivíduo produzem alterações em suas estruturas, onde os contextos de ensino possibilitam reflexões acerca de pensamentos, sentimentos e ações, onde a aprendizagem se mostra como um processo reconstrutivo, constituído de auto-organização mental e emocional.

Para Izquierdo (2002), aprendizagem é sinônimo de um dos componentes do processo denominado de memória. A memória traria consigo os conceitos de aquisição, formação e conservação. Assim, a aprendizagem seria a aquisição de algo que fica “gravado” no indivíduo, ou seja, o que foi gravado, em outras palavras, foi aprendido.

Carvalho (2010) ressalta que, com base nas neurociências cognitivas (que tem por objetivo o estudo das atividades cerebrais e processos cognitivos) as aprendizagens não provem de um simples armazenamento de dados perceptuais, mas sim do processamento e elaboração das informações provenientes de percepções cerebrais, e essas informações seriam armazenadas pela memória. Mora (2004) une em sua definição de aprendizagem os aspectos já pontuados aqui, até então. Para este autor, aprender seria a associar coisas ou eventos do mundo, que seriam conservados ao longo da vida pelos processos de memória, ambos, aprendizagem e memória, modificando o cérebro e a conduta do organismo que atravessam essas experiências. Na perspectiva de Moraes (2004), na aprendizagem há fluxos dinâmicos de trocas, análises e sínteses autorreguladoras, onde ocorrem mudanças estruturais, por sua vez, provocadas por ações e interações. O mesmo é apontado por Lent (2001), que também pontua que as novas informações adquiridas serão guardadas de forma seletiva na memória, onde estarão disponíveis para serem evocadas sempre que o indivíduo considerar necessário, de forma consciente ou inconsciente. Assim, a memória poderia ser definida como um conjunto de processos neurobiológicos e neuropsicológicos que possibilitam a aprendizagem.

Segundo Maturana e Varela (2001), a aprendizagem seria decorrente de um acoplamento estrutural, onde as interações entre o indivíduo e o meio possibilitam o desenvolvimento de modificações estruturais na organização do indivíduo e do ambiente em que este se encontra, sendo toda esta dinâmica subsidiada em um processo

auto organizador do indivíduo. Para Carvalho (2010), as emoções apresentam um papel de extrema importância para o desenvolvimento da aprendizagem, pontuando que o sistema límbico (formado por tálamo, amígdala, hipotálamo e hipocampo) tem a função de avaliar as informações, onde são decididos quais estímulos são conservados ou rejeitados, dessa forma, quando ocorre ligação entre habilidades novas e antigas, armazenadas na memória, é liberado no organismo determinadas quantidades de acetilcolina e dopamina, produzindo sensações relacionadas a satisfação, influenciado, assim, a aprendizagem.

No que concerne ao papel da memória na aprendizagem, Guy e Byrne (2013) discutem que muitos estudos em neurociências têm apontado que a aprendizagem de novas habilidades requer a participação da memória de trabalho e memória de longo prazo, além de uma associação com processos decorrentes do córtex pré-frontal, que selecionam e manipulam informações relevantes, sendo esta região responsável, aparentemente, por desempenhar papel fundamental no controle dos processos que envolvem o desenvolvimento de aprendizagem. Por sua vez, a memória de trabalho apresenta um papel crítico no processo de aprendizagem devido a sua comprovada facilitação nos processos de formação, força e expansão da memória de longo prazo. O controle dos componentes da memória de trabalho vem sido associados com o córtex pré-frontal dorsolateral, e esta região, aparentemente, está envolvida na seleção, monitoramento e manutenção das informações relevantes. Esses autores também apontam que a base da aprendizagem pode estar contida nos processos de associação, e estudos em neurociências tem demonstrado direcionamentos eficazes para o desenvolvimento de pesquisas com modelos computacionais desses processos.

Segundo Miller (2013), a aprendizagem seria o estado natural da juventude. Após o nascimento, um bebê possui um cérebro com 95% de neurônios, e o rápido

aparecimento de conexões proporciona a aprendizagem precoce de diferentes habilidades que adultos não possuem, como o reconhecimento de diferentes nuances faciais, incluindo animais não humanos.

Marqués e Osses (2014) defendem que os processos de aprendizagem são formados por duas vertentes: a atitude com a qual o estudante encara as práticas educativas e a didática do professor. A primeira vertente diz respeito à disposição com a qual o aprendiz recebe as propostas de ensino, pois se os estudantes se encontram satisfeitos com o que está sendo passado, este conteúdo será melhor assimilado, e vice-versa. Dessa forma, o desenvolvimento de emoções estabeleceria contexto para a formação de memória, que por sua vez, possibilitaria a aquisição de novos conteúdos.

A segunda concerne as formas com as quais o educador fornece o conteúdo acadêmico, que segundo esses autores, pode influenciar de forma positiva ou negativa o engajamento dos alunos, pois o cérebro ativo os circuitos necessários a aprendizagem quando é estimulado por metodologias de ensino adequadas.

Goswami (2004) diz que a aprendizagem se trata de alterações na conectividade neuronal, onde pode haver alteração na liberação de neurotransmissores na sinapse, ou conexões entre neurônios podem ser fortalecidas ou enfraquecidas, tudo isso através de um ensino bem sucedido, que afeta diretamente a função cerebral modificando as conectividades. Dessa forma, para uma aprendizagem de sucesso, também é necessário um bom currículo e um bom professor, além de um contexto de sala de aula, escola, família, e comunidade em geral, favoráveis, em uma interação positiva com as características individuais do cérebro.

Para as neurociências, o conceito de aprendizagem, quando empregado como substantivo, é muitas vezes, sinônimo de memória. Além disso, produz mudanças no nível celular em termos de conectividade, produzindo modificações no cérebro, sendo

estas mudanças detectáveis na estrutura cerebral em curtos períodos de exposição a situações de aprendizado. Nesse processo, também é possível a observação de mudanças nas funções biológicas, para exemplificar, o autor cita o estudo realizado por (Delazer et al., 2003), onde foi utilizado fMRI (imagem por ressonância magnética funcional), e foi demonstrado que adultos, durante a realização de cálculos matemáticos, apresentavam um acréscimo no fluxo sanguíneo nas áreas frontais do cérebro associadas à memória de trabalho (Howard-Jones, 2008).

Assim, pode se dizer que a aprendizagem possui estreita relação com o funcionamento do sistema nervoso central (SNC). Todo comportamento ou habilidade dos indivíduos possui relação com determinadas áreas do cérebro, sendo algumas dessas responsáveis por interpretar estímulos que tornam possível a percepção visual e auditiva, compreensão, capacidade linguística, cognição, planejamento de ações futuras e de movimento, etc. (Seibert & Groenwald 2014).

Convergências e divergências no processo de ensino-aprendizagem

Com base na literatura aqui discutida, observou-se que tanto a Análise do Comportamento quanto as Neurociências investem substancialmente na produção de conhecimento sobre a temática de educação. Diferentes aspectos teóricos são abordados por ambas as áreas na busca por soluções de caráter prático que um dia possam vir a serem implementadas.

Fundamentando-se nas categorias que serviram como fio condutor da discussão, verificou-se que as áreas apresentam diferentes pontos de encontro e desencontro. No que diz respeito à caracterização do que seria educação e/ou educar, foi constatado que a Análise do Comportamento apresenta uma perspectiva relacionada a algo que vai além dos limites da escola, pois a ideia de educação trazida por Skinner (1953), como

instituição social que visa controle comportamental humano, abarca responsabilidades que ultrapassam o simples aprendizado de conteúdo de sala de aula. Para as neurociências, o processo de educar diz respeito a mudanças no nível neural, isto é, modificações cerebrais. Nesse aspecto, as duas áreas apresentam como diferença a maneira de concepção do processo. Para os comportamentais, educar faz parte de um processo de aquisição de habilidades preparatórias para o convívio em sociedade. As neurociências focalizam no ponto das modificações estruturais.

No que concerne à aprendizagem, as neurociências possuem uma vasta discussão acerca do conceito, diferentemente da Análise do Comportamento, que prioriza por ater-se aos processos comportamentais em si, tanto que, a amostra que subsidiou este estudo, não contou com nenhuma descrição deste conceito. Por sua vez, as neurociências possuem bem estabelecida uma conceituação, que varia apenas em alguns componentes. Os neurocientistas relacionam o termo à aquisição de informação, juntamente com o armazenamento dessa informação. A aquisição se daria por meio da experiência, e o armazenamento se daria através dos mecanismos de memória. A variação estaria na falta de consenso entre a ordem de organização desses componentes. Assim, aprendizagem poderia ser apenas a aquisição de informação nova, ou também, poderia ser a retenção de informação nova na memória.

A Análise do Comportamento, como dito anteriormente, não apresenta grandes tentativas de conceituar a aprendizagem. Catania (1999) discute acerca das dificuldades de definição do conceito, fazendo uma aproximação ao dizer que, aprendizagem pode ser considerada como mudanças no comportamento, que são relativamente permanentes, advindas da experiência. Goulart et al (2012) apresentam uma possibilidade de definição, ao dizerem que aprendizagem “se trata de qualquer mudança duradoura na maneira como os organismos respondem ao ambiente”.

A relevância do papel do educador foi levantada pelas duas áreas. Ambas sugerem uma capacitação para estes profissionais de acordo com os seus pressupostos teóricos. Dessa forma, professores teriam a oportunidade de entrar em contato com tipos distintos de conhecimento, e com isso, teriam suas perspectivas atravessadas por novas maneiras de se tratar e conceber o processo de ensino e os mecanismos geradores de aprendizagem. Tanto os autores analistas do comportamento, quanto os neurocientistas, acreditam que ao prover esse treinamento, os educadores passariam a ter um desempenho diferenciado em relação ao que apresentam apenas sua formação de base. Exceto Christodoulou e Gaab (2009), ao pontuarem que as neurociências não teriam como subsidiar processos de formação docente, pois não haveria base consolidada na área educacional para oferecer tal capacitação.

Ressalta-se o posicionamento de Vieira (2012) acerca da instrumentalização, que não teria a função de especializar o educador em uma área que não é a sua, mas sim de torná-lo capaz de compreender o seu objeto de estudo com um produto multideterminado. Pois ao conhecer as diferentes variáveis responsáveis pelo desenvolvimento da aprendizagem, se abririam oportunidades de clarificação de questionamentos que por vezes podem parecer impossíveis de resolução.

No que concerne à produção de tecnologias de ensino, a Análise do Comportamento, apresentou uma maior gama de alternativas de ensino, pautadas em estudos realizados em contexto de laboratório e aplicado. Nesse quesito, as neurociências não apresentaram uma metodologia de ensino pautada em seus princípios teóricos. Dessa forma, não há pontos a serem relacionados entre as duas áreas.

No que diz respeito ao ambiente de ensino, surpreendentemente, os autores comportamentais não citaram como este contexto deve ser estruturado, exceto por Aloï et al (2014), que ofereceram uma breve caracterização deste contexto. Por sua vez, os

autores das neurociências apresentam modelos de estruturação de sala de aula, e formas interessantes de organização desse espaço.

Quanto aos pressupostos filosóficos, ainda que aqui não discutidos de forma direta, percebeu-se que as duas áreas apresentam divergências marcantes na forma de conceber o comportamento humano. Zílio (2013) verificou essa questão em seu estudo, onde foi concluído que as neurociências com viés cognitivistas, possuem uma visão extremamente oposta a da análise do comportamento em tudo que está relacionado a construção de repertório comportamental. A literatura neurocientífica que embasou o presente estudo também é de caráter cognitivo, por isso as divergências tão marcantes em alguns momentos do texto.

Considerações finais

Conclui-se que o método de busca de literatura utilizado não foi adequado para levantar uma amostra significativa nas duas áreas de estudo, principalmente em Análise do Comportamento. Este aspecto dificultou de forma considerável a apresentação de convergências e divergências entre as duas áreas, tornando o direcionamento do estudo, substancialmente baseado no levantamento de semelhanças e diferenças, pouco eficaz em apresentar os pontos relevantes trabalhados nos dois campos de estudo.

Todavia, o estudo conseguiu cumprir parte de seus objetivos ao apontar as interfaces produzidas pelas duas áreas no contexto educacional, propiciando contexto para futuras discussões acerca de pontos relevantes levantados por ambas as áreas.

Observa-se que tanto a Análise do Comportamento quanto as Neurociências empenham-se na produção de conteúdo relevante em suas interfaces com a educação. Os behavioristas parecem sair a frente no que concerne as tentativas de transposição do conhecimento produzido em pesquisa para a sala de aula. Por sua vez, os neurocientistas

ainda se mostram cautelosos quanto a este redirecionamento, optando pelo investimento em procedimentos e tecnologias que se utilizam de observação de funcionamento neural via imagem. Dessa forma, percebe-se que este campo de estudo ainda prioriza a investigação de correlatos entre ativação de estruturas cerebrais e eventos comportamentais.

É importante ressaltar que as duas áreas possuem grande potencial de subsidiarem planos de suporte à prática de educadores, e que uma possível união entre os pressupostos que ambas já possuem desenvolvidos seria interessante enquanto via de construção de um modelo educacional interdisciplinar pautado em princípios comportamentais que respeitam a ecologia do indivíduo. Um ambiente educacional que vise o desenvolvimento de habilidades com base nos princípios operantes, e onde os estudantes são vistos como organismos que possuem certos padrões moldados no passado filogenético da espécie, e que esses padrões devem ser considerados ao se tratar dos pontos relacionados ao ensino, poderia ser avaliado quanto a sua possibilidade de implementação.

Acredita-se que um paradigma ecológico de ensino, isto é, um modelo que reconhece a importância de elementos filogenéticos dos indivíduos no processo de aprendizagem, seria uma proposta relevante e com potencial de contribuição, visto que, como já discutido neste estudo, alguns trabalhos tem apontado a direção do reconhecimento de características biológicas ao se operacionalizar o contexto educacional.

Para isso, os conceitos de proposição de união, também discutidos neste estudo, como ponte e síntese, poderiam ser utilizados como meio de estruturação desse caminho. Outro ponto que seria de grande importância nesse processo seria o de estabelecimento de um diálogo mediador entre as áreas, ponto que também já foi

discutido no presente trabalho. Ao se fazer uma “tradução” dos jargões tipicamente analíticos comportamentais e neurocientíficos, tornar-se-iam perceptíveis as possibilidades de compreensão e união tangíveis entre alguns deles.

Tendo em perspectiva esses pontos, se faz relevante dar continuidade em pesquisas sobre esse tema. Sugere-se como alternativas de operacionalização de levantamento de literatura o uso de uma maior quantidade de descritores de busca, e de maior abrangência, juntamente com um levantamento de artigos em periódicos específicos de Análise do Comportamento e Neurociências, possibilitando, assim, uma amostra com maior nível de significância.

Referências

- Aldrich, R. (2013). Neuroscience, education and the evolution of the human brain. *History of Education*, 3, 396-410.
- Ansari, D. & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, 4, 146-151.
- Carew, T. J. & Magsamen, S. H. (2010). Neuroscience and Education: An Ideal Partnership for Producing Evidence-Based Solutions to Guide 21st Century Learning. *Neuron* 67, 9, 685-688.
- Carvalho, F. A. H. (2010). Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. *Trabalho, educação e saúde*. 8, 537-550.
- Christodoulou, J. A. & Gaab, N. (2009). Using and misusing neuroscience in education-related research. *Cortex* 45, 555-557.
- Clemente, N. D. & Lovat, T. (2012). Neuroscience and Education: Issues and Challenges for Curriculum. *Curriculum inquiry*, 534, 557.
- Della Chiesa, B. Christoph, V., & Hinton, C. (2009). How many brains does it takes to build a new light? Knowledge management challenges of a transdisciplinary project. *Mind, Brain e Education*, 3, 16-25.

- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing Critical Features from an Instructional Design Perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26, 43-71.
- Figueiredo, L. E. (2013). Direito à saúde, Análise do Comportamento e Planejamento Cultural: a efetivação da atenção básica como porta de entrada preferencial do SUS. *Tempus-acta de saúde coletiva*, 7, 159-179.
- Garcia, M. G., Ferreira, E. A. P. & Oliveira, F. P. S. (2007). Análise da compreensão de pais acerca do Teste do Pezinho. *Revista Brasileira Crescimento e Desenvolvimento Humano*, 17, 1-12.
- Green, G. (1993). Stimulus control technology for teaching number/quantity equivalences. *Proceedings of the 1992 Conference of the National Association for Autism (Australia)*, 51-63.
- Guerra, L. B. (2011). O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. *Revista Interlocução*, 4, 3-12.
- Henklain, M. H. O. & Carmo, J. S. (2013). Contribuições da Análise do Comportamento à Educação: um convite ao diálogo. *Cadernos de pesquisa*, 43, 704-723.
- Hübner, M. M. C. & Marinotti, M. (2004). Análise do Comportamento para Educação: contribuições recentes. São Paulo: ESETec Editores Associados.
- Koizumi, H. (1999). A practical approach to trans-disciplinary studies for the 21st century. *Journal of Seizon and Life Sciences*, 9, 5-24.
- Koizumi, H. (2004). The concept of 'developing the brain': A new natural science for learning and education. *Brain and Development*, 26, 434-441.
- Mauad, L. C.; Guedes, M. C.; Azzi, R. G. (2004). Análise do comportamento e a habilidade de leitura: um levantamento crítico de artigos do Jaba. *Psico-USF*, 9, 59-69.

- Modo, M. & Kinchin, I. (2011). A conceptual framework for interdisciplinary curriculum design: a case study in neuroscience. *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education (JUNE)*, 10, 71-79.
- Navia, D. G. (2012). Neurociências, Música e Educação: Investigações pertinentes. Anais do II SIMPOM - Simpósio Brasileiro de Pós-Graduandos em Música, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro-UNIRIO, 355-365.
- Nicolino, V. F. & Zanotto, M. L. B. (2011). Trabalhos de Análise do Comportamento na área de educação em periódicos brasileiros no período de 1961 a 2006. *Acta Comportamentalia*, 19, 343-358.
- OECD (2007). Understanding the brain: the birth of a learning science. OECD Publishing, Paris.
- Rato, J. R. & Caldas, C. A. (2010). Neurociências e Educação: realidade ou ficção? Actas do VII Simpósio Nacional de investigação em Psicologia, Universidade do Minho, Portugal, 626-644.
- Ramos, C. C., Costa, T. D., Borba, A. & Assis, G. J. A. (2014). Desenvolvimento de metodologia para avaliar competências de servidores públicos federais. *Amazônia, Organizações e Sustentabilidade, Brazil*, 3, 25-41.
- Rosefield, P. L. (1992). The potential of transdisciplinary research for sustaining and extending linkage between the health and the social sciences. *Soc Sci Med*, 35, 1343-1357.
- Rose, N. & Abi-Rache, J. M. (2013) *Neuro: the new brain sciences and the management of the mind*. Princeton: Princeton University.
- Samuels, B. M. (2009). Can the differences between education and neuroscience be overcome by mind, brain and education? *Mind, Brain e Education*, 3, 44-54.
- Silva, R. L. C., Silva, A. V. & Todorov, J. C. (2012). Cultura organizacional: visão da Análise do Comportamento sobre o comportamento organizacional. *Revista CEPPG -cesuc- Centro de Ensino Superior*, 26, 124-150.

- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. Matching to Sample: an expansion of the testing the paradigm. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 37, 5-22.
- Stokols. D., Hall, K. L., Taylor, B. K., Moser, R. P. (2008). The science of team science: overview of the field and introduction to the supplement. *Am J Prev Med*, 35, 77-89.
- Stromer, R. (1991). Stimulus Equivalence: Implications for teaching. *Human Behavior in today's world*. 109-122.
- Zilio, D. A. (2013). Análise do Comportamento e Neurociências: em busca de uma possível síntese. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Universidade de São Paulo.