

NEURODIDÁTICA

Fundamentos e princípios



ANDRÉ CODEA
(Prefácio de Marta Relyas)

wak
editora

NEURODIDÁTICA

Fundamentos e princípios

Apresentamos neste livro, em um primeiro momento, fundamentos e princípios da Neurociência Pedagógica, baseados em diversos autores que visam explicar como nosso Sistema Nervoso – e em particular nosso cérebro – funciona, de forma a podermos inferir implicações educacionais relacionadas à arte de ensinar e aprender. As ideias e inferências aqui relacionadas ajudarão o leitor na difícil e gratificante tarefa de como aplicar a Neurociência Pedagógica no dia a dia da realidade escolar.

Em um segundo momento, abordamos questões relativas à Neurociência na sala de aula, como o papel das metodologias ativas da aprendizagem e reflexões, a partir da prática docente, acerca da aplicabilidade da Neurociência Pedagógica no ambiente escolar.

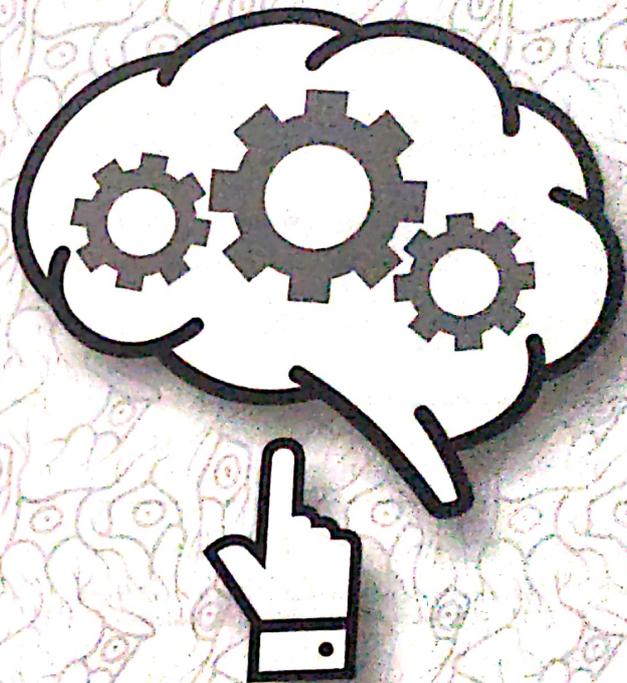
NEURODIDÁTICA

Fundamentos e princípios

Christian Dennyys
Dez/2019
cdennyys@gmail.com

NEURODIDÁTICA

Fundamentos e princípios



ANDRÉ CODEA
(Prefácio de Marta Relvas)

wak
editora

Rio de Janeiro
2019

© 2019 by André Codea

Gerente Editorial: Alan Kardec Pereira Editor: Waldir Pedro
Revisão Gramatical: Lucíola Medeiros Brasil
Capa e Projeto Gráfico: 2ébom Design Diagramação: Flávio Lecorny
Capa: Eduardo Cardoso

Este livro foi revisado por duplo parecer, mas a editora tem a política de reservar a privacidade.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C598n
Codea, André
Neurodidática: fundamentos e princípios / André Codea. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2019.
144p. : 21cm

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7854-464-5

1. Neurociência cognitiva. 2. Aprendizagem. 3. Prática de ensino.
I. Título.

19-56021 CDD 612.82 CDU: 612.82

2019

**Direitos desta edição reservados à Wak Editora
Proibida a reprodução total e parcial.**

WAK EDITORA

Av. N. Sra. de Copacabana, 945 – sala 107 – Copacabana
Rio de Janeiro – CEP 22060-001 – RJ
Tels.: (21) 3208-6095 e 3208-6113 / Fax (21) 3208-3918
wakeditora@uol.com.br www.wakeditora.com.br

Agradecimentos

A Deus acima de tudo.

À querida amiga Marta Relvas, a quem devo o inestimável estímulo para escrever este livro e cuja generosidade me proporciona experiências valiosas no campo da Neurociência Pedagógica.

À minha família, minha mãe Lygia, minha irmã Ana Lúcia, meu filho André Luiz e minha companheira Alcione, cuja paciência e estímulo a meu trabalho são constantes.

Ao amigo e irmão Tufic Derzi, que é um dos principais responsáveis pelo meu ingresso como professor na vida universitária, especialmente pelo seu estímulo para meu ingresso nas faculdades AVM, bem como por sua contribuição para este livro.

À Faculdade AVM, nas pessoas do professor Fernando Arduini, Cláudia Araujo, Daniela Moura, Jacqueline Motta e Suzana Gentil, pela oportunidade de desenvolver meu trabalho e estudo na área de Neurociência Pedagógica.

À Faculdade Tecnológica de Palmas e à AGOS Educação, na pessoa da professora Gisele Alves, pela oportunidade de trabalho na área da Neurociência Pedagógica.

À Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro, na qual sou funcionário público desde 1994, atuando como professor, gestor escolar e, atualmente, gerente de Supervisão e Matrícula da 2ª CRE, cujas experiências são fundamentais para complementar a teoria da Neurociência Pedagógica.



Sumário

PREFÁCIO	13
INTRODUÇÃO	17
Parte I – Fundamentos e Princípios	21
1 Nós Somos o nosso cérebro	23
O cérebro se transforma durante toda a vida	23
O cérebro é único, fruto da genética e do ambiente	26
Somos diferentes nas diversas fases do desenvolvimento	27
Nosso cérebro se constrói socialmente	28
Implicações educacionais	30
2 Somos seres emocionais que pensam	33
O sistema límbico é o nosso sistema emocional	34
Somos um cérebro “três em um”	36
Temos estados emocionais diferentes em contextos diversos	38
Medo	40
Estresse	42

Raiva	43
Alegria, felicidade e amor	43
Somos movidos por recompensas e punições	44
Implicações educacionais	46
3 Nossa atenção e motivação aumentam com a novidade	48
Temos um sistema atencional que nos dirige	49
A surpresa e a novidade ativam nosso sistema de recompensa	51
A motivação para a atenção é guiada pelas nossas necessidades	52
Implicações educacionais	54
4 Repetir é fundamental para aprendermos	57
A aprendizagem depende de repetição, mas espaçada	58
"Interleaving Effect" é uma forma de otimizar a aprendizagem	59
A testagem ativa nossa capacidade de memorizar e recuperar	60
Treinamento cerebral das funções executivas pode funcionar	61
Implicações educacionais	62
5 Quer aprender? Jogue!	64
A aprendizagem por jogos ativa o sistema de recompensa e a motivação	64

Plasticidade cerebral acontece quando jogamos	65
O jogo melhora a cognição	66
Implicações educacionais	67
6 Faça artes, cante, dance e aprenda	69
Artes, música e dança são ferramentas potenciais da aprendizagem	69
O uso de atividades artísticas aumenta a capacidade criativa e a aprendizagem	70
A música e a dança aumentam as capacidades cognitivas e a memorização	72
Implicações educacionais	74
7 Sentido e significado são essenciais para aprender	75
O sentido depende da experiência	75
A busca por significado é inata	76
Sentido e significado dirigem o cérebro	77
Implicações educacionais	77
8 Exercite-se, durma, alimente-se e aprenda mais	79
Atividade física e desenvolvimento cognitivo são relacionados	79
A atividade física melhora a memória e os processos cognitivos	81
Sono e alimentação são fundamentais para a aprendizagem	82

Implicações educacionais.....	84
9 O corpo influencia o cérebro e a cognição.....	87
A cognição incorporada.....	87
Os neurônios-espelho e a aprendizagem por observação.....	88
Implicações educacionais.....	89
10 O cérebro do professor também conta!.....	91
A sensibilidade emocional e a escuta fazem toda a diferença.....	91
A personalidade do professor influencia na aprendizagem.....	94
A principal barreira para uma Neurodidática: os paradigmas.....	96
Para além da transmissão de conteúdo.....	97
Implicações educacionais.....	98
Parte II – Reflexões sobre a Neurodidática na Escola.....	101
11 As metodologias de ensino.....	103
Metodologias e o problema da atualidade digital.....	103
Metodologias ativas de ensino-aprendizagem ..	107
Atividades que viabilizam ou são metodologias ativas.....	108

12 Neurociência, sala de aula e o desafio: Como melhorar o processo?.....	119
Questões sobre Neurociência e a sala de aula...	122
A questão dos sistemas de ensino.....	122
A questão das escolas.....	123
A questão das metodologias.....	126
Questões específicas de algumas metodologias.....	129
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	131
REFERÊNCIAS.....	137



Prefácio

É com grande responsabilidade que recebo o convite para prefaciá-lo livro do meu amigo André Codea, uma pessoa singular, de um saber científico pedagógico admirável, profissional de alguns sonhos para além de uma escola inovadora, humanizadora e inclusiva.

O livro "Neurodidática – Fundamentos e Princípios" foi organizado para que os educadores ampliem sua visão sobre a educação, bem como sejam estimulados a utilizar os novos recursos tecnológicos à disposição para uma amorosa e gratificante tarefa de formar cérebros pensantes, críticos, pesquisadores, curiosos, mas principalmente humanos. A obra é interdisciplinar e nos convida a refletir sobre os novos caminhos da Educação.

Este livro nos promove uma fundamentação acadêmica, apesar da descrição prática do cotidiano dos espaços escolares, e nos convida a relacionar os aspectos das tecnologias, das convivências, dos relacionamentos humanos, das metodologias do aprendizado, da emoção, da afetividade para as evidências dialógicas entre os "atores educacionais" na atualidade. Este livro é um excelente indicador de caminhos seguros neste momento conturbado que passa a sociedade civil, quando incertezas do mercado de trabalho rondam recém-formados e angustiam veteranos profissionais da educação dos mais

variados segmentos na aplicação das boas técnicas elaboradas do conhecimento acadêmico escolar.

O livro busca soluções para os novos desafios escolares, criticando as práticas existentes e defendendo a necessidade de mudanças no panorama educacional para ampliar possibilidades e potencializar resultados.

Ao aproximar a Neurociência e a Didática, tem-se a possibilidade de realizar uma prática educativa que privilegie qualidade de vida e melhor compreensão no processo de aprendizagem.

Neste contexto, o estudo do funcionamento cerebral tem fundamental relevância onde a tarefa de estudar o cérebro humano não está restrita a um campo específico do conhecimento e, desse modo, o livro "Neurodidática – Fundamentos e Princípios" agrega a outras ciências por meio de uma rede de informações e conhecimentos complexos.

É oportuno enfatizar que o cérebro é o órgão da aprendizagem essencial no processo de aprender. Apresenta regiões, pólos, sulcos, reentrâncias e tem como sua função um trabalho em conjunto onde cada estrutura precisa interagir com a outra para ocorrer plena atividade de conectividade entre suas células neuronais.

Dessa forma, faz-se necessário entender que os conhecimentos contemporâneos da Neurodidática indicam que o homem é um agente ativo e pensante, e os exames funcionais de imagem cerebral permitem associar as funções mentais com o funcionamento de circuitos neuronais que se interligam a partir de diversas áreas cerebrais.

A fim de iniciar esta reflexão é fundamental elucidar que o cérebro humano é um sistema aberto e plástico e, nesse âmbito, constata-se a relevância da presença dos estudos da Neurociência na prática educativa.

A ação da plasticidade cerebral tem grande relevância, pois, diante das imensas possibilidades de realização do ser humano, essa plasticidade é essencial: o cérebro pode servir a novas funções criadas pela cultura na história do ser humano, sem que sejam necessárias transformações na estrutura do órgão físico. O funcionamento cerebral é moldado tanto ao longo da história da espécie como no desenvolvimento individual, isto é, a estrutura e o funcionamento do cérebro não são inatos, fixos e imutáveis, mas passam por mudanças no decorrer do desenvolvimento do indivíduo devido à interação do ser humano com o meio físico e social.

Diante disto, o desafio para a educação não está em apenas saber como ensinar ou como avaliar o que foi ensinado, mas sim, apresentar e mediar a construção do conhecimento de maneira que o cérebro aprenda melhor e de forma significativa.

Assim, este livro nos convoca a partir da ideia de que a ciência se apresenta como grande aliada à prática educativa, contribuindo no que diz respeito ao conhecimento do indivíduo como ser único, pensante, atuante, que aprende de uma maneira toda sua, única e especial. Para tanto, metodologias e abordagens de ensino podem e devem ser fundamentadas na Neurociência para otimizar o desenvolvimento pedagógico.

Parabéns, professor André Codea, amigo de muitas jornadas, pelo seu desempenho e dedicação à Educa-

ção. E para você, leitor, parabéns pela aquisição de um livro de excelência e seriedade para Educação que você começará a estudar!

Prof^a Marta Pires Relvas

Bióloga. Dra. e Ms em Psicanálise. Neuroanatomista. Neurofisiologista. Psicopedagoga e especialista em Bioética. Tem certificação internacional em Reggio Emilia Study Abroad Program na Itália e Title in Education Neurosciences and childhood and adolescence learning of Erasmus+ University – Europe – Portugal. Membro-efetiva da Sociedade Brasileira de Neurociência e Comportamento e da Associação Brasileira de Psicopedagogia RJ. Autora de livros e DVDs sobre Neurociência e Educação pela Editora Wak e Editora Qualconsoante de Portugal. Professora Universitária da AVM Educacional / UCAM, UNESA – RJ, Universidade de João Pessoa – UNIPE. Professora-pesquisadora convidada no curso de Pós-graduação de Neurociência do IPUB/UFRJ. Coordenadora do Programa de Pós-graduação de Neurociência Pedagógica na UCAM / AVM Educacional. Palestrante no Brasil e no exterior.

Introdução

Este despretenso livro tem por finalidade organizar e elencar vários fundamentos e princípios da Neurociência, em relação ao funcionamento do Sistema Nervoso, que podem ser aplicados à tarefa de ensinar.

Este livro foi pensado para compilar e organizar tais conhecimentos, segundo uma classificação própria – mas também baseado nos principais autores que tratam da questão –, de forma a podermos inferir várias implicações dos conhecimentos neurocientíficos que podem ser aplicados à prática pedagógica, visando aclarar como transformar tais fundamentos e princípios de modo a propiciar uma aprendizagem mais efetiva. São *insights* e inferências que podem auxiliar o leitor a criar ideias em sua realidade particular, bem como a transformar a sua prática para fazer com que o aluno aprenda melhor e de forma mais prazerosa.

Tal organização fará com que os educadores ampliem sua visão sobre a educação, bem como sejam estimulados a utilizar os novos recursos tecnológicos à disposição para a árdua, mas gratificante, tarefa de formar cérebros.

Embora não se tenha pretendido esgotar o assunto, nossa proposta foi a de apresentar um conjunto de conhecimentos já amplamente difundidos por vários autores na área da Neurociência Pedagógica – entre eles a

querida Profa. Marta Relvas, que gentilmente prefaciou este livro e foi a principal estimuladora para sua confecção – de forma particular e sistemática, com o único intuito de facilitar a leitura e o entendimento.

Existem, ao redor do mundo, alguns centros de estudo sobre Neurociência Pedagógica e Neurodidática, entre eles alguns locais na Espanha, Inglaterra e Alemanha, em se tratando da Europa, e nos Estados Unidos, como principal representante das Américas. Estas novas áreas do conhecimento estão sendo expandidas e colocadas à prova, enquanto, como é natural em qualquer nova área, enfrentam um corpo bem fundamentado de críticas que, muitas vezes, geram rejeição de algumas pessoas. Em alguns casos, segundo nossa opinião, é por uma interpretação errônea do que podem representar tais áreas à educação. Em outros casos, é por questões polêmicas que ainda necessitam ser debatidas, pesquisadas e melhor esclarecidas.

É importante que fique claro para o leitor, por ora, em relação a uma das principais críticas à Neurodidática, que essa não é um método pedagógico, nem representa uma revolução para a educação. Não se pretendeu, de fato, se reinventar a roda, mas apenas reforçar ou ampliar conceitos educacionais que já estão propostos há muitas décadas, senão há mais de um século em alguns casos, e que são amplamente usados em vários níveis educacionais.

Porém, acreditamos que a estrutura na qual foi montado este livro pode trazer, como já dissemos, novas ideias e talvez aclarar alguns pontos ainda pouco compreendidos. Temos de entender que a ciência do

cérebro evoluiu muito nos últimos 50 anos, mas ainda há muito a descobrir e a aclarar. Não há como conhecer a fundo, ainda, o funcionamento de alguns circuitos cerebrais, tamanha a complexidade que estes apresentam e a forma diferenciada como funcionam em diferentes pessoas e diferentes culturas.

Este livro foi dividido em duas partes. Na primeira, que possui dez capítulos, há um capítulo para cada fundamento e, dentro de cada capítulo, seus princípios e as devidas implicações educacionais destes. Na segunda parte, a partir do capítulo 11, temos questões gerais para debate, não menos importantes. Nesta parte, apresentamos uma breve consideração a respeito das metodologias de ensino, em especial as metodologias ativas de aprendizagem e, a seguir, abordamos algumas questões interessantes sobre Neurodidática e o currículo educacional. No último capítulo, por fim, apresentamos algumas considerações acerca dos desafios da sala de aula em relação à Neurodidática.

Nesta seção, abordaremos dez fundamentos da Neurodidática, bem como os vários princípios neurocientíficos que estão relacionados a cada fundamento.

Esta classificação é própria e, embora apresente alguns aspectos acerca do pensamento de autores variados, procuramos ajustar tais pensamentos à ideia que temos sobre a Neurodidática e suas questões fundamentais.

Parte I

Fundamentos e Princípios

1 | Nós somos o nosso cérebro

Este fundamento, inicialmente, parece ser de uma obviedade ululante. E talvez seja. Mas é uma realidade que é escondida pela naturalidade com que interagimos, resolvemos problemas ou amamos. À medida que descortinamos este fundamento, percebemos que todos os processos que ocorrem em nosso organismo são originados por, ou passam por, nosso cérebro.

Se o Sistema Nervoso Central, que engloba o cérebro, o cerebelo e o tronco encefálico (estruturas que, englobadas, chamamos de encéfalo), além da medula espinal (CODEA e VICENTINI, 2009), é o grande centro decisório das nossas ações corporais, isto significa que, basicamente, qualquer coisa, desde uma lembrança até uma emoção forte, ou a aprendizagem de andar de bicicleta, depende dos nossos mecanismos medulares, encefálicos e/ou cerebrais.

Portanto, entender tais mecanismos e como isso acontece pode resultar em importantes parâmetros para trabalharmos com recursos da Neurodidática.

O cérebro se transforma durante toda a vida

Este princípio trata da capacidade adaptativa de mudança estrutural do cérebro em sua inter-relação entre a genética e os estímulos ambientais (CABALLERO, 2017) decorrente dos fenômenos da aprendizagem e memória, que se baseia na neuroplasticidade (RELVAS, 2014).

Neuroplasticidade é um fenômeno interessante. Podemos assumi-la metaforicamente como uma construção da imaginação, na qual o cérebro fosse uma massinha de modelar que fôssemos moldando a partir das experiências que vivenciamos. Mais especificamente, a Neuroplasticidade é resultante da adaptação natural do organismo ao processo de desenvolvimento humano, pois se trata da habilidade cerebral de se reorganizar, pela nova formação de conexões neurais, da modificação ou eliminação das já existentes (CABALLERO, 2017; LENT, 2001).

A Neuroplasticidade permite aos neurônios se ajustarem, desenvolverem e interconectarem em resposta a novas situações ambientais (RELVAS, 2012), bem como são resultado natural, ou resposta, à ocorrência de lesões ou doenças. Por ser um processo natural e que é desenvolvido automaticamente pelo sistema nervoso, envolvendo o nascimento de neurônios, a migração destes a outras partes do córtex cerebral e a promoção de novos circuitos por meio das sinapses, podemos dizer que a Neuroplasticidade é uma dinâmica que envolve adaptações, aprendizagem e alterações físicas do cérebro (ALMEIDA, 2014), por outro lado, neste mesmo processo, é que neurônios ineficientes morrem e conexões neurais não estimuladas se desfazem (TARCITANO, 2014).

Porém, uma das consequências mais importantes da Neuroplasticidade está diretamente relacionada ao processo de aprendizagem, ou da reaprendizagem (que ocorre no caso de lesões ou doenças): a capacidade de criação de novos neurônios e novas conexões no cérebro está associada ao ato de aprender e à memória

(LUNDY-EKMAN, 2000). Por outro lado, também afeta nossa capacidade de aprender em sala de aula e de superar as dificuldades por meio de diferentes estimulações (GUILLÉN, 2017).

Um conceito bastante simples para exemplificar isto é a metáfora da trilha. Imagina-se uma mata, densa. Ao se atravessar a mata para se chegar a outro ponto, esta mata é amassada. Mas o mato ali continua. Conforme se vai atravessando o mesmo ponto, a mata constantemente pisoteada gradativamente vai desaparecendo, e forma-se uma trilha. Quanto mais se atravessa, mais a trilha se consolida; quanto menos se atravessa, a mata volta a crescer, e a trilha desaparece.

A trilha se refere à criação de novos neurônios e novas conexões e, quanto mais estas novas conexões são reforçadas ou utilizadas, mais se consolida a aprendizagem. Por outro lado, quanto menos tal aprendizagem é reforçada, como no caso da mata que volta a crescer, tende a desaparecer, ser desfeita. A Neuroplasticidade, neste contexto, e conforme já apresentado, pode ser tanto positiva, pela formação (e podemos dizer também modificação) de novas redes neurais, como pode ser negativa, pela eliminação ou debilitação de redes existentes (CABALLERO, 2017).

Esta é uma realidade constante na vida: aprendemos e desaprendemos a todo momento, a partir dos estímulos ambientais que nos são apresentados e com os quais interagimos (MAGUIRE *et al.*, 2000). Nosso cérebro é nossa construção, única e intransferível, o que nos leva ao próximo princípio.

O cérebro é único, fruto da genética e do ambiente

Os trilhões de circuitos sinápticos formados durante o desenvolvimento representam um resultado direto entre a genética e os estímulos pelos quais cada indivíduo passa, e sua configuração é o resultado final desta construção, que é única em cada pessoa (COLÓN-RAMOS, 2009).

Este raciocínio permite uma interessante inferência sobre como cada cérebro único é capaz de adaptar-se, interagir com outros cérebros, criar a possibilidade de uma vida compartilhada em uma dada cultura, sempre aprendendo a partir desta interação (RELVAS, 2012).

Aprender, em termos neuronais, implica mudanças estruturais do cérebro em nível cortical, especificamente, e neuronal, de uma forma geral, pois há o desenvolvimento de um tecido cortical mais grosso e mais pesado, além de um nível neuronal com neurônios corticais maiores e mais espessos, mais dendritos, sinapses maiores e novas formações sinápticas (GRIVAS, 2013).

Neste sentido, este princípio evidencia que todos somos capazes de aprender e que, portanto, fica definitivamente determinado que é falsa a afirmativa de que há pessoas incapazes de aprender na escola, ou em determinada matéria.

Aprender gera mudanças em nosso cérebro, o que, por sua vez, está relacionado com as mudanças em nosso comportamento e determina, parcialmente, as escolhas que fazemos, as emoções que temos ou o que escolhemos como nossas predileções.

Somos diferentes nas diversas fases do desenvolvimento

As etapas do desenvolvimento cognitivo e moral são talvez uma das maiores provas da significativa mudança que ocorre no cérebro ao longo do desenvolvimento infantil e adolescente (WOOLFOLK, 2016).

As enormes mudanças observadas ao longo da infância e da adolescência são uma prova de como o cérebro se individualiza a partir da combinação genética e ambiente. Por outro lado, também é uma prova da diversidade de capacidades decorrentes de o cérebro ser único e individual (RELVAS, 2012).

Com relação às teorias do desenvolvimento humano, há três âmbitos que são considerados para explicar o desenvolvimento cognitivo (JOHNON, 2013). No âmbito maturacional, novas funções, sejam sensoriais, motoras ou cognitivas, são possíveis a partir da maturação das áreas cerebrais correspondentes, em um determinado período de tempo. Assim, há novas possibilidades de desenvolvimento e aprendizado a partir do avanço etário do indivíduo (CABALLERO, 2017), sempre, porém, em relação às experiências vivenciadas, o que torna o ambiente um poderoso influenciador da velocidade da maturação e dos níveis de habilidades a serem adquiridos.

O segundo âmbito, o das especializações interativas, diz respeito a variados processos de interações entre diversas regiões cerebrais, de forma organizada e sistemática. Esta perspectiva dá ao cérebro a capacidade dinâmica de desenvolvimentos cognitivo, motor e sensorial, que

são associados às novas competências comportamentais apresentadas a todo momento pelo indivíduo.

No terceiro e último âmbito, na aprendizagem de habilidades, há a noção de que novas redes de áreas específicas no cérebro são ativadas cada vez que se aprendem novas habilidades, gerando, então, uma nova capacidade comportamental. Uma habilidade não aprendida em determinado estágio do desenvolvimento pode ser aprendida mais tarde, pois os mecanismos de aprendizagem são os mesmos.

Por mais que haja críticas a alguns aspectos, por exemplo, da obra de Jean Piaget, especialmente no que diz respeito à determinação das faixas etárias em relação às etapas de desenvolvimento, parece bem claro que, em cada etapa, que corresponde a uma determinada maturação cerebral, há possibilidades e limitações de aprendizagem importantes, e que há uma inter-relação entre cada etapa como fonte de aquisições importantes para as etapas seguintes, até a maturação final que corresponde à idade adulta.

Nosso cérebro se constrói socialmente

Este princípio está associado com vários fatores relacionados à forma como somos estimulados pela cooperação e pelo contato com outros seres humanos, em uma constante troca de conhecimento (GUILLÉN, 2017).

A cooperação mútua é fortemente associada com a ativação consistente em áreas cerebrais que têm sido vinculadas com processamento de recompensa: núcleo

accumbens, núcleo caudado, córtex ventromedial frontal/orbitofrontal e córtex cingulado anterior rostral. A ativação desta rede neural parece reforçar positivamente o altruísmo recíproco, motivando as pessoas para resistir à tentação de aceitar egoisticamente e não retribuir favores (RILLING *et al.*, 2002).

A forma como nosso cérebro é construído durante a vida depende de nosso comportamento social, que é em parte contextual e em parte intencional, o que demanda uma interação entre o processamento controlado e automático das informações sociais (ADOLPHS, 2009).

Tal mecanismo é variável de pessoa para pessoa, o que evidencia o surgimento de diferenças individuais em vários processos e estruturas neurais, tais como: a empatia (ínsula), a ansiedade (amígdala) e o processamento de recompensas (córtex orbitofrontal), por exemplo (HENDEL-GILLER *et al.*, 2010).

Por isso, podemos inferir que o cérebro é um órgão adaptativo, que constrói sua estrutura e funções por meio de interações com outros, o que parece ocorrer de forma variada durante as várias fases de desenvolvimento no correr da vida.

Uma outra característica importante para o cérebro social é a cultura (WEXLER, 2006), com seu conjunto de crenças e valores associados e a forma coletiva de pensar de uma dada sociedade, que cria permissões e limitações próprias a cada indivíduo, influenciando decisivamente na forma como o cérebro se desenvolve e interage com o ambiente. Nesse sentido, tais estimulações ambientais moldam as conexões neuronais necessárias para os processos de formação das redes de pensamento e comportamento.

Consideramos a influência da cultura um aspecto crítico para o desenvolvimento, e em especial o desenvolvimento do cérebro, determinando em grande parte os limites e as possibilidades para cada pessoa, em interação direta com sua genética e seu microcosmo familiar (RUSSO, 2015). Na medida em que mudamos o ambiente cultural, também alteramos os cérebros das próximas gerações.

Implicações educacionais

O cérebro, ser único, adaptável, transformável e em permanente mudança, implica várias inferências interessantes para a educação, como as que listamos a seguir:

- a. a diversidade é um fato neurológico, especialmente em sala de aula, local em que temos diferentes individualidades em contínua interação. A diversidade deve ser respeitada e estimulada, fazendo entender a cada um que possui capacidades que devem ser desenvolvidas e limitações que podem ser melhoradas;
- b. se todo cérebro é dinamicamente construído a partir de sua genética e de suas experiências próprias, isso implica dizer que todo cérebro tem sempre algum conhecimento a apresentar, o que deixa ao professor o desafio de utilizar o que seus alunos já sabem como elemento construtor da nova aprendizagem;
- c. é imperativo ao professor saber identificar e tratar seus alunos de acordo com a fase de desenvolvimento em que estejam reconhecendo, as-

sim, que estes não são "adultos em miniatura", mas que estão em estágio de desenvolvimento neural que determina, parcialmente, suas possibilidades e limitações;

- d. o processo de ensino e, particularmente, o de avaliação devem ser mais flexíveis e adequados à realidade de seus alunos, inclusive em sua forma de determinar o conteúdo e as metodologias da aprendizagem e as dinâmicas avaliativas, que serão muito mais realísticas se forem contextuais;
- e. embora os estilos de aprendizagem (que consideram que cada aluno tem uma forma própria de aprender) sejam cientificamente controversos e com reduzida chance de aplicabilidade em grandes classes, com muitos alunos, considera-se que proporcionar escolhas de formas diferentes de estudar pode aumentar a motivação do aluno e, indiretamente, aumentar a aprendizagem;
- f. há muito maior possibilidade de sucesso na tarefa educacional se os talentos, as habilidades e as capacidades dos alunos forem utilizados de forma eficiente pelo professor;
- g. deve-se desenvolver o relacionamento interpessoal em sala de aula, especialmente tendo em vista a necessidade da interação e cooperação como ferramentas para o desenvolvimento cerebral e comportamental. Tal procedimento pode elevar a qualidade das interações estabelecidas entre os membros de um grupo de alunos e determinar, por exemplo, o respeito

às opiniões alheias e à devida necessidade de utilizar este procedimento para sua vida;

- h. a colaboração deve sempre ser encorajada, pois é um importante mecanismo de desenvolvimento cognitivo e moral, além de aumentar a motivação;
- i. atividades ou projetos em grupo podem fazer com que o aluno se envolva mais na sua própria aprendizagem, especialmente pela capacidade de nosso cérebro aprender com o conhecimento de outros.

2 | Somos seres emocionais que pensamos

Este fundamento baseia-se também em quatro princípios e proporciona uma associação importante do processo educativo com o sistema emocional humano.

Na verdade, ao dizermos que somos seres emocionais que pensamos, estamos subvertendo a noção ainda vigente de que somos seres racionais que têm emoções, como se a emoção fosse um processo mental subjulgado aos processos de pensamentos, como nos foi determinado pelo pensamento cartesiano.

Nós somos seres emocionais que pensamos, devido ao fato de que vários processos decisórios voluntários dependem de uma análise emocional da situação. Se estivermos emocionalmente equilibrados, raciocinamos de uma determinada forma; senão, nosso raciocínio acerca de uma determinada situação pode ser totalmente diferente ou até invertido.

Nossos estados emocionais interferem significativamente em nossas decisões e alteram profundamente nosso entendimento da realidade. Portanto, torna-se imperativo salientar que as emoções são críticas para a aprendizagem (CABALLERO, 2017).

Emoções "fortes" podem alterar nossa capacidade de memorização de um evento, podendo até determinar totalmente nossa incapacidade de recuperar estas informações, o que comumente se chama de amnésia. Estes são apenas alguns exemplos bem simples de como nossas emoções estão imbricadas com nossos sistemas de raciocínio.

Tal inferência se confirma na constatação de que grande parte das estruturas cerebrais relacionadas com o pensamento orientado, também, é dedicada às emoções e aos sentimentos.

O sistema límbico é o nosso sistema emocional

O sistema límbico é uma rede neural complexa que está direta ou indiretamente relacionada com nossos estados emocionais. É composta por regiões corticais e subcorticais, o que implica que está relacionada com a expressão voluntária e involuntária das emoções, e é subjacente a todos os processos de pensamento e comportamento (DAMÁSIO, 1998).

A noção de sistema límbico diz respeito a um circuito, estabelecido no século passado por James Papez. Ele definiu que um conjunto de estruturas límbicas, incluindo o córtex, está envolvido na emoção, que foi chamado de Circuito de Papez. E, ao dizer emoção, estamos tratando de diversos aspectos: a fisiologia, o sentimento e o comportamento, por exemplo.

O circuito de Papez foi posteriormente rebatizado por Paul McLean como Sistema Límbico (CORONA, PERROTA e COZZARELLI, 2011), em alusão ao trabalho de Paul Broca. Inicialmente, o circuito original foi estabelecido com quatro estruturas encefálicas: o córtex cingulado, o hipocampo e o fórnix, o hipotálamo e os núcleos anteriores do tálamo. As posições e as conexões destas estruturas sugeriam um circuito. O hipotálamo, tratando da expressão emocional; o córtex

cingulado, da experiência emocional; ambos mediados pelo tálamo e hipocampo. E todo o circuito ligado ao neocórtex, incluindo o córtex pré-frontal, que dá o "colorido" emocional (KOLB e WISHAW, 2002).

A partir do trabalho de Papez, novas pesquisas foram conduzidas em todo o mundo, o que ampliou o sistema límbico. Uma das inclusões foi da estrutura hoje reconhecida como o regulador-chave das emoções: a amígdala cerebral. Por outro lado, outras estruturas perderam importância ou não tiveram sua atividade diretamente ligada ao sistema emocional. O hipocampo ficou apenas relacionado à memória, especificamente à memória relacionada ao conteúdo emocional. Os núcleos anteriores do tálamo não foram confirmados por alguns estudiosos como associados às emoções, e estão sujeitos a controvérsia no que diz respeito à sua participação no sistema límbico. O hipotálamo continua sendo o centro regulador dos estados fisiológicos, tanto neurais quanto endócrinos, ligados às emoções e ao sentimento, e afetados por estes. Outras estruturas associadas foram os corpos mamilares e o giro para-hipocampal, que fazem parte das conexões intrínsecas do sistema límbico.

A importância do sistema límbico é que a ação integrada de seus componentes corticais e subcorticais media as respostas comportamentais que emitimos, incluindo nossos sistemas fisiológicos de regulação, e as noções de "agradável" e "desagradável" associadas aos estados orgânicos, como as percepções sensoriais. Entretanto, igualmente importante é a noção de que vários órgãos pertencentes ao sistema límbico são igualmente utilizados pelas redes neurais das funções executivas,

o que suporta a ideia de que pensamentos, comportamentos e emoções são indissociáveis (GUILLÉN, 2017).

Somos um cérebro "três em um"

A teoria do cérebro triuno foi desenvolvida por Paul McLean, que estabeleceu uma divisão do cérebro em três formações básicas, a partir da evolução filogenética humana: o cérebro reptiliano (instintivo), o cérebro mamífero (límbico, emocional) e o cérebro mamífero superior ou neocórtex cerebral (racional), cada qual com seu funcionamento próprio, mas que trabalham de forma integrada em todos os processamentos encefálicos, resultando em comportamentos, pensamentos e emoções que envolvem e alternam as três instâncias (LAMBERT, 2003; RELVAS, 2012).

Embora possa-se pensar que o neocórtex, como instância cerebral mais desenvolvida e responsável por nossa capacidade de comunicação simbólica e de transformação do mundo, seja a área mais desenvolvida e importante, há toda uma inter-relação de processamentos por meio dos sistemas de comunicação entre as formações que está presente em toda forma de comportamento.

A questão é que o processamento encefálico associado a um comportamento observável tem a participação de subprocessamentos de cada uma das formações: a **instintiva**, que está envolvida com nossa sobrevivência, analisando o ambiente e determinando o que é seguro e o que não é a todo instante; a **emocional**, que está relacionada às emoções e aos

sentimentos, além dos impulsos motivacionais; e a **neocortical**, que cuida dos processamentos de ordem superior, como as funções executivas e os pensamentos abstratos (WEINSCHENK, 2009).

Há de se ter o entendimento de que a participação das três formações não é única e estável para cada ação, mas há muito do comportamento observável que está fora do controle consciente e, efetivamente, a formação neocortical dificilmente atinge importância maior do que as outras formações.

Portanto, nosso comportamento é, na maioria dos casos, controlado por processamento inconsciente. A simples decisão acerca do que vamos comer é um exemplo claro disso: há pessoas que, se estiverem emocionalmente abaladas, passam a comer mais e de forma desordenada, pois seu cérebro emocional assim determina, mesmo que conscientemente, por meio de seu neocórtex, estejam cientes de que irão engordar; por outro lado, o cérebro instintivo pode apoiar a decisão de comer mais, pois terá mais reservas energéticas caso a pessoa passe por um período de inanição, ainda que isto possa, racionalmente, ser considerado um absurdo.

É importante que fique claro que, embora possa-se pensar em um cérebro "três-em-um", na verdade não há como separar suas ações em termos de comportamento. Mas, é igualmente importante a noção de que há muito do nosso comportamento que não controlamos conscientemente. Ações emocionais, como discussões, o movimento de um atleta, o ato de comer esta ou aquela refeição, o comprar este ou aquele produto, tudo é resultado da interação dos processamentos das

três formações, em diferentes proporções, que são variadas e influenciadas culturalmente.

Temos estados emocionais diferentes em contextos diversos

Um estado emocional é o resultado das respostas evocadas pelas emoções – cada uma delas – no ser humano. As emoções, que provocam reações fisiológicas no corpo, e os sentimentos, que são o registro cerebral das emoções, atuam como diretrizes às decisões que são tomadas nos vários contextos ambientais com os quais temos de lidar (RELVAS, 2012).

Porém, mais do que simplesmente serem uma simples diretriz, as emoções são impulsos que direcionam e determinam a força das ações ou comportamentos observáveis que realizamos. Como existem estados emocionais específicos e que determinam respostas fisiológicas e comportamentais específicas, a análise de cada uma delas pode aclarar a questão dos estados emocionais dentro dos diversos contextos. A cultura pode, desta forma, ser considerada como um importante fator mediador dos estados emocionais.

A interação entre o estado emocional e a aprendizagem pode desempenhar um papel significativo no surgimento da instabilidade ou estabilidade de humor, o que pode afetar a predisposição para a aprendizagem (ELDAR e NIV, 2015).

É notório que estados emocionais alterados são responsáveis pelo comportamento motivado, seja este que

leve em direção ao comportamento desejado ou não. Por exemplo, já foi comprovado que indivíduos submetidos à hipnose são capazes de gerar mais força do que aqueles que gritam ao realizar uma tarefa motora, e estes geram mais força do que aqueles que simplesmente fazem a tarefa motora. No primeiro caso, a hipnose inibe o receio do indivíduo de se lesionar; no segundo caso, o grito parece induzir uma "força extra" e, no terceiro caso, quando não há estimulação de nenhum tipo, há menor geração de força (McARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

Vários autores consideram a existência de ao menos três categorias de comportamentos motivados (KOLB e WISHAW, 2002; LENT, 2001; KANDEL, SCHWARTZ e JESSEL, 1997). No primeiro caso, temos aqueles ligados aos impulsos fisiológicos mais elementares, como a ingestão alimentar e o controle da temperatura, nos quais temos motivação para buscar alimentos a partir da fome e da sede, e para regular a temperatura interna a partir da temperatura ambiente. São os chamados comportamentos regulatórios, com vital participação do hipotálamo.

No segundo caso, temos aqueles ligados aos impulsos biológicos, como, por exemplo, a busca por sexo e pelo melhor parceiro para realizar este intuito (e todo o comportamento que isso envolve, como cortejar, estimular e envolver). Esta classificação faz parte dos comportamentos não regulatórios, pois é fortemente estimulada por uma série de estímulos, especialmente estímulos externos, e não fazem parte de nenhum mecanismo de controle de regulação interno. Apesar de o sexo ter participação do hipotálamo, não constitui isso um fenômeno regulatório.

Por último, temos aqueles comportamentos relacionados à consumação de um ato desejado, ou comportamentos concretizadores. Neste caso, são aqueles que estão relacionados aos atos em si e que são normalmente automatizados.

Nos dois últimos tipos de comportamento motivado, com ou sem a participação do hipotálamo, temos grande participação de áreas corticais dos lobos frontais e, também, do sistema límbico.

Experiências e categorizações dos estados emocionais sugerem que há alguns componentes emocionais capazes de mudar o comportamento. Alegria, medo, raiva, estresse, felicidade e amor são estados emocionais que podem afetar positiva ou negativamente as experiências de aprendizagem.

Neste sentido, já é comprovada a relação entre emoções positivas e cognição, de forma que climas emocionais positivos em sala de aula parecem favorecer a aprendizagem, ao passo que climas emocionais negativos parecem dificultar ou até impedir (GUILLÉN, 2017).

Medo

O medo é, reconhecidamente, um dos estados emocionais mais vivenciados, seja por homens, seja por animais. Sua geração é associada à amígdala (WIDMAIER, RAFF e STRANG, 2017), que é fortemente estimulada quando estímulos internos ou externos de perigo são apresentados ao sistema nervoso. A microestimulação da amígdala gera sentimentos de

medo e apreensão (KOLB e WISHAW, 2002; LENT, 2001; KANDEL, SCHWARTZ e JESSEL, 1997).

O medo pode tanto ser incondicionado (medos não aprendidos, como o medo de altura e determinados sons) como condicionado (medos aprendidos, como o medo gerado pelo som de um tiro de arma de fogo, que se torna distinguível de outros tipos de estampido pela experiência).

Reações de medo têm um forte componente fisiológico associado, como o mecanismo de "luta ou fuga" disparado pelo Sistema Nervoso Central por meio da ação hipotalâmica de estimular por via hormonal a glândula adrenal, para liberação de adrenalina na corrente sanguínea, o que imediatamente eleva a frequência cardíaca e respiratória, para suprir de oxigênio e nutrientes as células musculares e nervosas, primordialmente.

Em relação aos movimentos físicos e ao comportamento, o medo pode se tornar um forte inibidor ou um potente estimulador. Isto depende fundamentalmente da forma que o indivíduo condiciona as respostas por meio da exposição frequente, ou seja, há um componente ambiental fundamental envolvido nas respostas ao medo. Os "viciados" em adrenalina são aqueles que se sujeitam a perigos constantemente em função de vivenciar a experiência. Por outro lado, pode paralisar uma pessoa submetida a um forte perigo ou estresse. Mas de uma forma ou de outra, interfere positiva ou negativamente no comportamento.

O medo não é, efetivamente, um aliado da aprendizagem. Estímulos de medo podem inibir a aprendizagem ou afetá-la, pois trata-se de um estado emocional

negativo, para a maioria das pessoas (WEKERLIN, 2007). Pode inibir a formação de conexões neurais vitais para a aprendizagem, afetar a capacidade de memorização ou a capacidade de recuperação da informação.

Estresse

O estresse é outro componente negativo associado à aprendizagem. Tanto o causado por medo quanto o causado por ansiedade, o estado de estresse (especialmente o agudo) não é comumente um bom estado emocional para a aprendizagem.

No estado de estresse, há um certo descontrole de funções fisiológicas, de longo prazo e que causam um estado fisiológico desconfortável, provocado por taquicardia e taquipneia, associados com liberação adrenérgica, e sudorese.

Também há alterações hormonais diversas, além da forte liberação adrenérgica, especialmente associadas com o aumento dos níveis de cortisol, que, em determinados níveis e intervalo de tempo, podem afetar o organismo ao diminuir a resistência imunológica (KOLB e WISHAW, 2002; LENT, 2001). Tais alterações podem incluir aumento dos níveis sanguíneos de aldosterona, vasopressina, Gh (hormônio do crescimento), glucagon, betaendorfina, prolactina, gonadotrofinas hipofisárias e esteroides sexuais, bem como diminuições da concentração de insulina no sangue (WIDMAIER, RAFF e STRANG, 2017).

Raiva

A raiva é um comportamento agressivo que pode ser ativado por medo, mas constitui uma emoção diferente. As manifestações emocionais de raiva são fundamentalmente diferentes, e os circuitos cerebrais ativados também, embora a amígdala permaneça como elemento central, da mesma forma que no medo.

Também da mesma forma que acontece com o medo, a raiva ativa fortemente (e também é ativada) os hormônios e, também, está envolvida no complexo mecanismo fisiológico de "luta ou fuga", mobilizando o sistema cardiorrespiratório, o sistema locomotor, entre vários outros subsistemas (KANDEL, SCHWARTZ e JESSEL, 1997).

Alegria, felicidade e amor

Estados de alegria, felicidade e amor são aqueles que estão relacionados ao prazer. E são, efetivamente, elementos altamente reforçadores e, não raro, que causam a repetição do estímulo (ou estímulos) causador(es), podendo inclusive levar ao vício.

Em muitas situações, os estados de alegria, felicidade e amor são vivenciados a partir da inter-relação entre um estado mental e estímulos externos, mas também podem ser gerados unicamente por estímulos internos (como uma lembrança, por exemplo, que faz uma pessoa sorrir) que nada tem a ver com estímulos externos naquele dado momento. Isto significa que, embora o córtex pré-frontal tenha efetiva participação

na adaptação do comportamento a partir dos estímulos ambientais (quanto mais socializado for o indivíduo, maior será sua massa cerebral no córtex pré-frontal), há um sistema de recuperação da memória emocional que pode agir independentemente.

Porém, é importante lembrar que emoções, em geral, são sentimentos subjetivos, e alegria, felicidade e amor estão neste espectro. Entretanto, seja de que tipo forem, toda emoção parece eliciar: a) respostas fisiológicas autônomas; b) sentimentos subjetivos apropriados; e c) pensamentos ou planejamentos.

Sentimentos como alegria, felicidade e amor parecem repousar, como já mencionamos, em uma intrigante e ainda não totalmente desvendada interação entre os córtices pré-frontais e o sistema límbico (com ênfase, talvez mais propriamente, na amígdala) (KOLB E WISHAW, 2002; LENT, 2001; KANDEL, SCHWARTZ e JESSEL, 1997).

Somos movidos por recompensas e punições

Em termos fisiológicos, já são identificados em nosso organismo centros neurais relacionados tanto à recompensa quanto à punição. Recompensa e punição são os determinadores de comportamentos eliciados pelas teorias comportamentalistas ou behavioristas que procuram identificar os motivadores de nossos comportamentos.

Lembremos sempre que, em termos do funcionamento do nosso sistema buscador de recompensas, tendemos a maximizar o contato com estímulos que

nos são agradáveis ou prazerosos – as recompensas, e minimizar o contato com estímulos que são desagradáveis ou dolorosos – as punições.

Estímulos recompensadores são especialmente agradáveis e tendem a levar à repetição. Inúmeros estudos que tentaram mapear as conexões associadas aos estímulos de recompensa tornam relevantes algumas importantes áreas, como o hipotálamo lateral, o feixe prosencefálico medial e o núcleo *accumbens*, formam uma área conhecida como sistema dopaminérgico mesolímbico, ou um dos circuitos de recompensa, que também inclui o córtex pré-frontal (IKEMOTO, 2010).

Como o nome do sistema já diz, é um sistema que inclui o neurotransmissor dopamina, fortemente associado com estímulos que geram recompensas emocionais. Outro neurotransmissor fortemente associado com experiências emocionais positivas é a serotonina, que faz parte de um dos sistemas ativadores ascendentes (os outros três são o colinérgico [acetilcolina], o dopaminérgico [dopamina], e o noradrenérgico [noradrenalina]), que está fortemente associado à vigília e aos estados prazerosos (LENT, 2001).

Aulas “dopaminérgicas e serotoninérgicas” devem provocar intensas reações positivas no indivíduo, especialmente em seu sistema de memória. Associar experiências educativas com a alegria e a felicidade parece ser um caminho próspero para a ampliação da capacidade de aprender e de recuperar a informação.

Lembremos sempre que, em termos do funcionamento do nosso sistema buscador de recompensas, tendemos a maximizar o contato com estímulos que

nos são agradáveis ou prazerosos, e minimizar o contato com estímulos que são desagradáveis ou dolorosos.

A rede de recompensa cerebral tem como principal expoente o circuito dopaminérgico mesolímbico, responsável pela integração de várias estruturas cerebrais. Este sistema é associado com a busca, o vício e o reforço de comportamento e tem o núcleo *accumbens* como uma das estruturas principais.

Implicações educacionais

O ambiente afetivo favorável em sala de aula é fundamental para uma aprendizagem efetiva, e então deve-se entender que

- a. a empatia deve ser respeitada e estimulada, tanto entre o professor e o aluno como entre estes entre si. Um ambiente empático reforça os estímulos recompensadores e afasta os punitivos;
- b. o ambiente de respeito, de escuta e de estímulos propicia condições ideais para a aprendizagem, e isto parte de uma cultura a ser implantada pelo professor;
- c. o desenvolvimento de uma competência emocional é tão ou mais importante quanto a competência dos conteúdos, pois é fundamental para que processos mentais como a cognição e a memória possam se desenvolver satisfatoriamente;
- d. estados emocionais desfavoráveis, como o medo,

a culpa, a tristeza ou a ansiedade, dificultam ou impedem a aprendizagem dos conteúdos;

- e. o ambiente empático e colaborativo melhora a atenção, melhora a concentração e, finalmente, a própria aprendizagem em si;
- f. fazer o processo de ensino mais empático significa mais prazer em estar na escola. Significa aumentar o gosto pela pesquisa, pela aprendizagem e transforma o estar na escola em uma experiência desobrigada, o que faz toda a diferença para o aluno, para o professor e todos os demais envolvidos, incluindo a família.

3 | Nossa atenção e motivação aumentam com a novidade

Imagine que você passou uma tarefa para uma turma de alunos: ler um trecho de um capítulo de livro. No entanto, há alguns problemas. Primeiro, o tempo de aula é limitado: seus alunos terão de concluir sua tarefa durante o tempo de aula, ou seja, aproximadamente 50min. Nada de impossível. Porém, há uma segunda e talvez mais desafiante dificuldade: seus alunos terão de realizar esta tarefa juntamente com os outros colegas da turma, em meio a barulhos, conversas e todo tipo de distração. Como fazer isso?

A maioria das pessoas desistiria antes mesmo de começar. Mas, ocorre que existe dentro de todos nós um aparato de estruturas neurais prontas para permitir que você realize com sucesso sua tarefa. Estas estruturas neurais realizam algo que parece impossível: colocar você em estado de atenção.

Para podermos definir atenção, temos de ter em mente que somos capazes de eliminar determinados estímulos de nosso campo perceptivo, em favor daquilo que queremos focar. Em outras palavras, atenção é a capacidade de escolhermos um estímulo (ou conjunto de estímulos) em detrimento de outros, de forma a dirigirmos nossos sentidos para apreender o melhor possível aquilo que elegemos como objeto atencional.

Temos um sistema atencional que nos dirige

Já vimos que um dos principais motivadores do comportamento são os estados emocionais. Eles dirigem nosso comportamento em várias instâncias ambientais, interagindo com os estímulos que chegam ao nosso sistema sensorial.

A interação entre os estímulos e o nosso estado emocional afetam diretamente nossa capacidade de atenção. Isso ocorre por meio de uma rede neural complexa que tem a função de direcionar o estado atencional para estímulos de alertas reais ou potenciais, orientar o organismo para determinado estímulo e direcionar as funções executivas e a atenção focal para o que se quer prestar atenção (CABALLERO, 2017), e inclui três subsistemas: o sistema de alerta, o sistema de orientação e o sistema de controle executivo e atenção focal (PETERSEN e POSNER, 2012).

O sistema de alerta é formado pela formação reticular, uma extensa rede de neurônios existente em nosso tronco encefálico, mais particularmente, o Sistema de Ativação Reticular Ascendente, ou SARA. Este sistema possui extensas vias que estão em contato com outras áreas diversas no tronco encefálico (núcleo rubro, substância negra) e no cérebro (corpo estriado, núcleo talâmico e córtex motor) (BALCELLS, 2015). Esta rede estaria integrada a outro órgão, chamado loco cerúleo, um grande produtor de noradrenalina, o neurotransmissor mais associado ao estado de atenção. O loco cerúleo fica localizado na ponte, sendo um núcleo de massa cinzenta.

Quanto à atuação deste sistema, parece haver respostas diferentes em cada hemisfério. O hemisfério direito parece responder mais ao alerta sustentado ou tônico, enquanto o hemisfério esquerdo parece responder mais aos alertas frequentes, tanto espaciais quanto temporais (PETERSEN e POSNER, 2012).

O segundo subsistema da atenção é o sistema de orientação, representado pela área de seleção visual no córtex parietal posterior, o pulvinar e o colículo superior; aparentemente, há um sistema dorsal que inclui os campos visuais frontais (FEFs, na sigla em Inglês) e um sistema anterior, que inclui o córtex frontal anterior e a junção temporoparietal (TPJ).

Este sistema permite a inferência de uma extensa rede atencional relacionada à orientação especial que envolve a visão e o córtex pré-frontal, sugerindo uma forte interação da razão e do controle voluntário da atenção.

O terceiro subsistema atencional é o sistema de controle executivo e atenção focal, representado por duas redes distintas:

- a rede frontoparietal anterior, composta por: córtex pré-frontal dorsolateral; lobo parietal inferior; córtex frontal dorsal; sulco intraparietal; pré-cúneo; córtex cingulado medial;
- a rede cíngulo-opercular, composta por: córtex pré-frontal anterior; ínsula anterior/opérculo frontal; córtex cingulado dorsal anterior/córtex frontal medial superior; tálamo.

Um bom exemplo deste subsistema está no comportamento de autocontrole, que exige normalmente

um forte controle comportamental quando se está em situações desvantajosas, como ler um livro em meio a uma multidão de pessoas, ou conversar com alguém em um restaurante barulhento.

Neste processo, parece haver uma forte estimulação do córtex cingulado e do córtex frontal medial. No caso do córtex cingulado, há áreas específicas relacionadas à cognição e ao estado emocional, o que reforça as interações destes sistemas com os sistemas atencionais.

A surpresa e a novidade ativam nosso sistema de recompensa

Temos um elaborado e intrincado sistema de recompensa cerebral, o qual já tratamos previamente no capítulo anterior. A questão da surpresa e da novidade ativarem nosso sistema de recompensa repousa em uma hipótese bastante interessante, que relaciona as mudanças de atividade em neurônios dopaminérgicos com a codificação do erro na previsão temporal e da quantidade de recompensas imediatas e futuras, hipótese esta conhecida como a hipótese de erro de previsão (WAELTI, DICKINSON e SCHULTZ, 2001).

Esta atividade dopaminérgica, hipotetiza-se, indicaria que a perspectiva imediata ou futura para a recompensa é melhor do que a esperada, em vez de termos associações isoladas de estímulo e recompensa.

A aprendizagem comportamental e neuronal ocorreria então, predominantemente, quando os neurônios dopaminérgicos registrassem um erro de predição de

recompensa no momento da recompensa, o que estabelece a novidade e a surpresa como elementos vitais no reforço da aprendizagem. De fato, assume-se que recompensas não esperadas são potentes liberadores de dopamina e propiciam grande aprendizagem.

É assumido que o padrão de disparo da dopamina ocorre em resposta a estímulos motivacionais relevantes, porém não se considera que estímulos graduais e fáscicos influenciem a resposta comportamental. Isto colocaria a dopamina como um amplificador de resposta tardia, modulando, assim, o comportamento. De fato, a dopamina modula a atividade de vários núcleos cerebrais, sincronizando suas atividades de forma a estabelecer um mecanismo neurobiológico que vincula o prazer à aprendizagem (ARIAS-CARRIÓN *et al.*, 2010).

Desta forma, pode-se inferir que a surpresa e a novidade são elementos vitais para a manutenção do estado de atenção, por reforçarem comportamentos adequados para que se consiga um estado atencional ótimo a partir de recompensas.

A motivação para a atenção é guiada pelas nossas necessidades

Considera-se que a maior parte das nossas motivações, mesmo as mais básicas, como comer ou beber, são aprendidas. Desta forma, nosso comportamento seria dirigido por escolhas reforçadas por recompensas, a partir de determinados estímulos ambientais. À medida que tais recompensas fossem armazenadas, seriam

recuperadas e usadas como mecanismos de busca de estímulos ambientais potencialmente presentes, tendo a dopamina como fonte primária de tal motivação de busca (KOLB e WISHAW, 2002).

Isto estabelece a dopamina como um dos elementos centrais nos mecanismos atencionais. A repetição de estímulos potencialmente dopaminérgicos pode levar ao hábito e até mesmo ao vício, o que confere à dopamina um *status* importante para a aprendizagem e os processos de memória.

O que nos é necessário é o que damos valor (BERESFORD, 2008), e tendemos a buscar tais situações que preencham nossas privações, carências ou vacuidades em relação a qualquer situação na vida, incluindo o ensino-aprendizagem. Isto significa dizer que a motivação, que orienta nossos sistemas atencionais, tem a ver com aquilo que elegemos como objetos de valor, e para ele nos movemos.

Porém, isto pode não ocorrer de forma automática. Estimular a curiosidade e o interesse do aluno é uma tarefa vital, o que pode ser feito explicando ao aluno o porquê dele estar aprendendo e para que aquilo serve, ou seja, atribuindo-se sentido e significado às ações pedagógicas (o que explicamos de forma mais adequada no capítulo 7, sobre sentido e significado).

Desta forma, inferimos que nossas necessidades são um poderoso elemento motivador e que interfere diretamente em nossos sistemas atencionais, seja para a atenção focada, seja para a dispersão. Atender às necessidades que se apresentem parece ser, assim, uma importante ação para direcionar positivamente os estados atencionais dos alunos.

Implicações educacionais

- a. A partir do conhecimento acerca do sistema atencional e seus subsistemas, é possível fazer inferências de como atrair e manter a atenção do aluno em sala de aula.
- b. Podemos inferir, por exemplo, que o estado atencional relacionado ao subsistema de alerta pode ser ativado por inúmeros meios. No caso do alerta sustentado ou tônico, podemos pensar em mudanças constantes no ambiente de sala de aula, pela alteração de murais, cartazes ou quadro branco, ou outros estímulos possíveis. No caso dos alertas frequentes, mudanças de posição do professor durante a explanação do assunto, mudanças de tom de voz (aumentando ou diminuindo o volume, ou o próprio tom de voz em si) e mudanças no posicionamento dos alunos podem incrementar o estado atencional.
- c. O subsistema de atenção relacionado à orientação espacial responderia, em sala de aula, a toda mudança em relação à posição do aluno no ambiente, como trocas de lugar de sentar (os mapas de sala de aula), mudanças na orientação de toda a turma na sala, como os que ocorrem na inversão da orientação em direção ao quadro, ou mesmo a utilização de formas geométricas com as mesas (um círculo ou retângulo com o professor no centro).
- d. No subsistema de controle executivo e atenção focada, uma forma interessante de direcionar a

- atenção do aluno é torná-lo um elemento ativo do processo de aprendizagem e dar tarefas desafiadoras, que exijam concentração e foco.
- e. A surpresa e a novidade devem ser elementos constantes dentro da sala de aula, pois são motivadores essenciais para ativar o nosso sistema de recompensa. Então, a variação do tipo de tarefa, o uso de jogos e desafios, por exemplo, podem aumentar sensivelmente a atuação do sistema atencional de nossos alunos.
 - f. Atender às necessidades atencionais dos alunos parece ser outra forma de manter a atenção. As necessidades básicas devem ser atendidas, para que o aluno mantenha o estado atencional ótimo em sala de aula. Considerando que sede, fome, estado de cansaço físico e mental, fora outras variáveis, são necessidades que devem ser atendidas para que o processo ensino-aprendizagem possa ser otimizado, considera-se que este é um elemento vital para a atenção.
 - g. Saber equilibrar uma delicada equação, na qual de um lado estão as necessidades e possibilidades de ensinar, e de outro as necessidades e possibilidades dos alunos de aprender, parece ser o grande desafio do professor, no que diz respeito à tarefa cada vez mais difícil de manter a atenção focada dos alunos. Prestar atenção nos detalhes parece ser um bom caminho para se conseguir enfrentar tal desafio, além de, sempre enfatizarmos, fazer um planejamento cuidadoso das ações a serem tomadas. Improvisos

são bem-vindos em situações emergenciais, mas não devem ser a regra de proceder de um professor. Elencar e organizar as atividades são basicamente tão importantes quanto utilizar as atividades em si.

4 | Repetir é fundamental para aprendermos

Este fundamento baseia-se em três princípios e proporciona a compreensão sobre a relação entre repetição de conteúdo e aprendizagem.

Há uma linha de pensamento que defende a repetição, mas de forma diferente do que é feito usualmente. Na maioria dos casos, o estudante faz a lição de casa como uma forma de revisar o conteúdo trabalhado durante a aula. Aparentemente, qualquer repetição é melhor do que nenhuma, o que fica claro quando queremos ativamente recordar algo, como, por exemplo uma música, em que a primeira parte que lembramos é o refrão, exatamente por este se repetir várias vezes durante a execução da música.

No entanto, em se tratando de conteúdo disciplinar em uma escola, vários estudos sugerem que este tipo de repetição mecânica, da forma como é feita usualmente, não melhora efetivamente a retenção de longo prazo do conteúdo que se quer recordar.

Por isso, são sugeridos alguns princípios relativos à repetição de conteúdo como uma forma de incrementar a aprendizagem. Veremos a seguir.

A aprendizagem depende de repetição,
mas espaçada

Existe um lugar comum de que quanto mais tempo dedicamos aos estudos, maiores serão as chances de aprendermos, ou seja, de retermos tal conteúdo a longo prazo e sermos capazes de recuperá-lo. No entanto, nem sempre há esta relação direta entre o tempo gasto por estudantes revendo a matéria e o efetivo rendimento em testes ou provas.

Ainda assim, efetivamente, quanto mais tempo o estudante revisar o conteúdo a ser aprendido, mais será capaz de memorizar e recuperar. Vários estudos ao longo do século passado embasam esta visão, em uma prática chamada de "overlearning", ou superaprendizagem, um conceito que se refere à prática repetida de habilidades recém-adquiridas, ou seja, muito além do ponto de domínio inicial de tais habilidades (WEITEN, DUNN e HAMMER, 2016).

Porém, embora pareça claro que o tempo gasto nos estudos seja sempre melhor do que não o gastar, ou fazê-lo por menos tempo, defende-se que a revisão ou prática espaçada ("*distributed / spaced practice*") aumenta diversas formas de aprendizagem de longo prazo, incluindo memória e capacidade de recuperação, capacidade de resolução de problemas e generalização de problemas para novas situações, em relação à revisão ou prática massiva, na qual o estudante fica longas horas seguidas revisando ou repetindo o conteúdo (KANG, 2016).

Neste espectro, na mesma quantidade de tempo, a aprendizagem se torna mais durável em relação à repetição massiva, além de menos tempo ser utilizado para

reaprender o conteúdo anterior que foi esquecido. Por exemplo, se o estudante elenca revisar o conteúdo em um período de nove horas, parece ser mais profícuo fazer tal revisão em três dias consecutivos por três horas em cada, do que utilizar as nove horas em um dia.

Em adição a isto, quanto maior for o intervalo de retenção entre o estudo e a testagem, considerando um período entre 60 segundos e 30 dias antes, tanto maior será a eficácia da revisão ou prática espaçada. Considere-se que é benéfico rever a informação após um período de tempo que envolva ao menos algumas semanas (WEITEN, DUNN e HAMMER, 2016).

Alterações nas tarefas de casa que envolvam uma mistura gradual e cada vez maior de problemas relacionados a vários tópicos que foram ministrados, parecem ser mais eficazes do que a simples repetição de cada conteúdo aprendido em cada tópico, sem inter-relação entre eles. Se há revisão regular de informações previamente aprendidas, existe maior propensão que estas permaneçam acessíveis na memória, o que reduz a necessidade de reestudar informações já esquecidas.

Cumprir notar que tal ideia não é nova, tendo sido proposta nos fins do século XIX e, portanto, há um corpo seguro de evidências que a embasam.

"Interleaving Effect" é uma forma de otimizar a aprendizagem

A técnica de *interleaving* (intercalar, em tradução livre) consiste em apresentar, após uma lição de conteúdo,

questões a serem resolvidas sobre aquele conteúdo, intercaladas com questões de conteúdos anteriores, de forma que não são apresentados dois problemas do mesmo tipo consecutivamente.

Tal hipótese é baseada em estudos de neuroimagem que sugerem que os processos neurais envolvidos são automáticos, e a aprendizagem é aumentada em função da redução da supressão da atividade neural nas regiões de memória correspondentes, por meio da apresentação repetida de estímulos similares. Tal técnica, porém, ainda que evidenciada em alguns estudos, ainda necessita de maior embasamento científico (WEITEN, DUNN e HAMMER, 2016).

A testagem ativa nossa capacidade de memorizar e recuperar

Existe uma corrente de pensamento que defende que a aprendizagem é melhorada quando o aluno se submete ou é submetido repetidamente a testagem, em uma técnica comumente chamada de "*test-enhanced learning*", que poderíamos traduzir como aprendizagem aprimorada por testes (KARPICKE e HOEDIGGER, 2007).

Este princípio é muito mais efetivo quando os alunos continuamente têm *feedbacks* sobre seus testes, em especial quando seus erros são usados como elementos auxiliares da aprendizagem, sendo utilizados para que o aluno aprenda sobre o que errou e possa promover a necessária correção. Abordaremos mais sobre a questão do erro na aprendizagem em capítulo posterior neste livro.

Os alunos devem testar-se repetidamente enquanto estão aprendendo, não só porque o autodiagnóstico proporciona conhecimento dos resultados, que pode orientar o futuro do estudo, mas também porque o ato de recuperar as informações leva a grandes benefícios para a retenção (EISENKRAEMER, JAEGER e STEIN, 2013). Mais ainda: pode aumentar a capacidade do aluno em usar a informação em novos contextos.

A testagem ativa parece funcionar por envolver o aluno em contínuos esforços de recuperação de memória, o que reforça a codificação daquele conteúdo nos circuitos neurais. Também está relacionada à melhoria da atenção durante o reestudo e à aquisição e ao reforço de diferentes processos semânticos relacionados ao re-teste e a reestudar, e este reforçamento parece reduzir a necessidade de processamento executivo.

Treinamento cerebral das funções executivas pode funcionar

O treinamento cerebral, ou "*Brain Training*", se baseia na ideia de que repetir um conteúdo específico durante um certo período de tempo pode aprimorar uma habilidade ou capacidade cognitiva, em especial no que se refere às funções executivas (WEITEN, DUNN e HAMMER, 2016).

Funções executivas são aquelas que requerem processos elaborados de pensamento, raciocínio, concentração e controle de impulsos, utilizando a memória de trabalho, a razão e o controle da inibição, bem como

vários mecanismos atencionais. Basicamente, tais funções são realizadas no córtex pré-frontal, que tem a função de coordenar as ações e facilitar a execução das tarefas (GUILLÉN, 2017). Há várias funções cognitivas e processos de pensamento que são relacionados como funções executivas: análise crítica, indução e dedução, organização e priorização, habilidades colaborativas e flexibilidade mental, solução criativa de problemas e desenvolvimento de objetivos de longo prazo com atraso de gratificação (WILLIS, 2011).

No que diz respeito a programas tecnológicos (baseados em computadores) de treinamento, ainda não há consenso sobre a viabilidade de transferências das aquisições cognitivas em termos de generalizações, em parte devido a problemas metodológicos com relação às pesquisas. Por outro lado, estudos sobre programas não tecnológicos de treinamento das funções executivas aliados à atividade física têm produzido resultados interessantes, embora também ainda com ressalvas (WEITEN, DUNN e HAMMER, 2016).

Implicações educacionais

- a. É interessante acoplar a cada nova informação ou conteúdo a ser ensinado tarefas ou testes de revisão de conceitos previamente aprendidos. Isto provocará um efeito de repetição espaçada e fará com que a recuperação da informação seja mais eficaz.

- b. Se o tempo de sala de aula for limitado, ou se a revisão for muito complexa para se fazer em sala de aula, podem-se usar as tarefas de casa – inclusive recompensadas – para que o aluno aprenda mais eficazmente.
- c. Ensinar aos alunos a estudar e como devem repetir as lições e os testes é tão importante – provavelmente – quanto o conteúdo que é ministrado. Normalmente, os alunos não sabem como estudar, e, talvez, “gastar” um tempo antes do conteúdo para explicar como podem estudar mais eficazmente pode fazer muita diferença para a retenção de longo prazo da aprendizagem.
- d. O uso de exames e questionários cumulativos pode ser um importante aliado da aprendizagem, pois reexpõe os alunos ao conteúdo previamente trabalhado e os mantém continuamente revendo as informações.

5 | Quer aprender? Jogue!

Este fundamento baseia-se em três princípios, e enfoca como o jogo influencia e estimula a aprendizagem. O jogo é talvez uma das melhores ferramentas que pode incrementar e melhorar a aprendizagem em diversas áreas.

O jogo parece ser uma necessidade natural do ser humano, que desponta desde a tenra infância e segue durante toda a vida. Está relacionado com diversas características que influenciam positivamente a aprendizagem, como criatividade, autoconfiança, socialização, desenvolvimento (em diversos aspectos, como o físico, o cognitivo e o emocional), e a expressão emocional (GUILLÉN, 2017).

A aprendizagem por jogos ativa o sistema de recompensa e a motivação

Esse tipo de aprendizagem (por jogos), que depende de resposta dopaminérgica do mesencéfalo, difere grandemente da aprendizagem normalmente valorizada pelos educadores, que tipicamente envolve a simples formação da memória declarativa.

O mecanismo de recompensa na aprendizagem por jogos, baseado em dopamina, é o mesmo mecanismo de recompensa usado para recompensas por comida e dinheiro, por exemplo. A aprendizagem por jogo induz estímulos positivos que, aliados a um estado altamente motivacional,

codifica a absorção de dopamina em um circuito conhecido como mesocorticolímbico (ELDAR e NIV, 2015).

A partir da área tegmental ventral e substância negra, no mesencéfalo, do estriado ventral e dorsal, e de uma região chamada de núcleo *accumbens*, são ativadas várias regiões, como o córtex pré-frontal, a amígdala e o hipocampo. Apesar desta breve descrição, no entanto, o sistema é muito mais complexo e envolve vários circuitos em diferentes regiões do encéfalo (HOWARD-JONES e JAY, 2016).

Tal sistema nos permite inferir que o processo de aprendizagem por jogos tende a reforçar o comportamento que foi recompensado, estimulando que seja repetido ou ao menos desejado novamente. Neste sentido, a aprendizagem baseada em jogos aumenta a resposta emocional/motivacional ao incentivar recompensas ao acaso sem colocar em risco a integridade social e a autoestima do jogador.

Assim como ocorre com *video games*, a utilização de jogos em sala de aula pode eliciar o mesmo comportamento, criando um vínculo positivo com o conteúdo e com as aulas.

Plasticidade cerebral acontece quando jogamos

Video games, como "Super Mario", induzem a aumento significativo de massa cinzenta na formação hipocampal direita, no córtex pré-frontal dorsolateral direito e no cerebelo bilateral. Também já foram reportados aumentos de massa cinzenta no estriado ventral

que, como vimos, é uma área ligada ao sistema de recompensa (KÜHN et al., 2014).

Em relação ao córtex pré-frontal dorsolateral, considera-se que é uma importante área que integra informações sensoriais com intenções comportamentais, regras e recompensas, o que é um mecanismo essencial para jogos de ação. Assim, *video games* servem como um mecanismo para aumentar a plasticidade cerebral na interação com o ambiente¹.

O jogo melhora a cognição

O uso de *video games* não violentos foi associado positivamente com a tendência dos participantes em manter relações afetivas positivas, cooperação, partilha e empatia (HOWARD-JONES e JAY, 2016).

O circuito atencional (já tratado em capítulo anterior) também foi amplamente afetado pelo ambiente de jogo em diversas instâncias (mas especialmente em jogos de ação (SABITZER, 2013)), o que incluiu muitas variáveis, como visão, função cognitiva, tomada de decisão, tempo de reação e rápida troca de velocidade-precisão, atenção e causalidade, envolvendo o circuito de recompensa baseado em dopamina e, também, na acetilcolina.

A influência de jogos de *video game* de ação acarreta melhoras na cognição, por meio do aumento da capacidade de realizar atividades multitarefas, da melhora da atenção, da melhora no monitoramento de vários

¹ National Academy of Sciences. The Neuroscience of Gaming – Workshop in Brief Washington (DC): National Academies Press (US); 2015.

objetos simultâneos, do tempo de reação mais rápido, do aumento da velocidade do processamento cerebral, do reforço da memória visual de curto prazo em comparação a não praticantes de *video games*, da redução no nível de estresse e do aumento no nível de habilidades psicomotoras, como coordenação olho-mão.

Por outro lado, jogos de *video games* também são usados para melhorar diversas funções mentais, bem como transtornos de aprendizagem (GUILLÉN, 2017).

Implicações educacionais

- a. Além de melhorar as capacidades cognitivas, o jogo estimula a motivação para a aprendizagem, aumenta a destreza mental, especialmente no que concerne a tomar decisões, e provoca neuroplasticidade cerebral, mesmo que não tenha a ver diretamente com o conteúdo a ser trabalhado. Isto pode ser usado em sala de aula. Embora reconhecendo que dificilmente *video games* possam ser utilizados em sala de aula, fora algumas aplicações muito específicas, estas alusões aos fatores cognitivos associados ao jogo de *video game* podem ser extrapoladas para outros tipos de jogos, pelo menos em suas aplicações gerais.
- b. No meio educacional, recompensas em sala de aula usualmente são símbolos sociais de reconhecimento, cuja função é influenciar positivamente o comportamento. O jogo é um importante meca-

nismo neste sentido, a despeito de todas as variáveis neurais que influencia.

- c. Tornar a aprendizagem agradável, engraçada e "legal" como um jogo – este é o grande desafio das metodologias educacionais e dos processos educativos. Atualmente há várias propostas de jogos em diversos contextos e disciplinas educacionais disponíveis em meio virtual que podem, aliadas a um planejamento educacional bem-feito, proporcionar mudanças positivas no engajamento dos alunos em sala de aula.

6 | Faça artes, cante, dance e aprenda

Esse fundamento baseia-se em três princípios, que estabelecem as artes, a música e a dança como poderosos elementos positivos para a aprendizagem.

É interessante notar que estes dois elementos são abundantemente usados na primeira infância, durante a Educação Infantil. Gradativamente, entretanto, essa tendência inicial da educação se transforma em um ensino monocromático, em que tais recursos são usados apenas em disciplinas isoladas (quanto existem), algo característico do Ensino Fundamental de anos finais e do Ensino Médio.

No entanto, a utilização de tais elementos como coadjuvantes das aulas tradicionais pode trazer uma melhora significativa nos processos de aprendizagem, especialmente na memória. Há redes neurais específicas para cada forma de arte e música, e todas estas formas estão ligadas a um estado de engajamento neural e atenção focada. Isto pode produzir um aumento geral de capacidades cognitivas (GAZZANIGA, 2008).

Artes, música e dança são ferramentas potenciais da aprendizagem

Considera-se que há três ferramentas principais que estão intimamente relacionadas com o desenvolvimento humano e a aprendizagem: habilidades motoras, representações perceptuais e a linguagem, que são

criticamente desenvolvidas com as diversas formas de arte, música e dança (HARDIMAN *et al.*, 2009)

Em outras palavras, estas formas de expressão humanas desenvolvem o conhecimento esquemático e procedural, além do semântico, em alguns casos, o que amplia o entendimento da criança sobre si e sobre o mundo que a cerca. Enquanto o desenvolvimento semântico ocorre em locais específicos do lobo temporal esquerdo, o conhecimento esquemático é mais forte no lobo parietal direito, e o conhecimento procedural envolve a participação de regiões do córtex motor, cerebelo e núcleos da base, ou seja, o desenvolvimento das três áreas basicamente representa o desenvolvimento de um encéfalo saudável e ativo socialmente (CABALLERO, 2017).

Por outro lado, a arte, a música e a dança oferecem oportunidades únicas para que a criança experiencie, trabalhe e expresse tanto sentimentos positivos quanto negativos, conflitos e outras formas de sentimentos que não necessariamente são conscientes ou podem ser expressos por palavras, o que pode contribuir para um estado emocional saudável (GUILLÉN, 2017).

O uso de atividades artísticas aumenta a capacidade criativa e a aprendizagem

Um interesse em um desempenho artístico leva a um estado elevado de motivação que produz o necessário para melhorar o desempenho e a formação da atenção, conduzindo à melhora em outros domínios da cognição, incluindo a criatividade e a imaginação. Nesse

aspecto, a criatividade é a faculdade de criar, que parece envolver tanto a produção de novas ideias quanto a avaliação da sua adequação a cada contexto (GAZZANIGA, 2008; CABALLERO, 2017).

Considera-se que as artes impulsionam a autoconfiança em crianças, que estaria por trás do desenvolvimento nos domínios da leitura e aritmética. Este aspecto da autoconfiança é considerado peça-chave na questão da influência negativa de parentes no desenvolvimento da criança, seja por superproteção excessiva, seja por inibição agressiva, em relação aos talentos infantis em várias áreas (HARDIMAN *et al.*, 2009).

Treinamento em atuar parece levar à melhoria da memória, por meio da aprendizagem de habilidades gerais para manipular informações semânticas. Também pode ser um importante elemento de sociabilização (especialmente em personalidades mais introvertidas), além de também proporcionar melhorias em relação ao circuito emocional.

Já foi demonstrado que artes visuais (assim como a música e a dança) melhoram a sensibilidade e a capacidade geométrica. Por exemplo, treinamento em artes visuais pode estar associada a determinadas formas de raciocínio matemático.

A organização do conteúdo em forma artística, diagramas e desenhos constituem técnicas que podem auxiliar o aluno a organizar e formar pensamento criativo, auxiliando na aprendizagem e proporcionando maiores possibilidades de utilização do conteúdo em diferentes ambientes.

Habilidades sociais e emocionais são essenciais, e o uso de artes como ferramenta educacional afeta de forma importante a memória, contribuindo para uma aprendizagem significativa. Além disso, o ensino por artes aumenta o engajamento dos alunos ao permitir a livre expressão.

Mas, uma questão se impõe: nem todos os alunos são propensos às artes ou têm habilidades artísticas. Para estes casos, uma possível solução é dar suporte às deficiências e utilizar artes em atividades não avaliativas.

A música e a dança aumentam as capacidades cognitivas e a memorização

Pode-se dizer que o cérebro é musical (RELVAS, 2014). Assim, considera-se que fazer música, tocar um instrumento musical, por exemplo, é uma experiência motora que envolve uma plêiade de sensações, com a ativa participação e o desenvolvimento de redes atencionais, motivacionais e de recompensa. No que se refere à atenção, a música parece desenvolver determinados circuitos atencionais de forma muito semelhante aos jogos de *video games* (GAZZANIGA, 2008).

Em crianças, parece haver uma relação específica entre a prática da música e dança, e habilidades na representação geométrica (GUILLÉN, 2017), propriedades geométricas e suas relações, embora não em outras formas de representação numérica. De fato, crianças que recebem formação musical apresentam vantagens associadas a habilidades subjacentes ao desempenho da Matemáti-

ca, em relação a quem está em estágio inicial ou não tem formação musical (HARDIMAN *et al.*, 2009).

Existem *links* específicos entre altos níveis de formação musical e a capacidade de manipular a informação na memória de trabalho e a longo prazo. Incrivelmente, já foi relatado que uma área no cerebelo está envolvida em alguns dos aspectos emocionais da música, muito provavelmente pelos movimentos realizados durante a execução ou composição da música. Também no cerebelo já foram evidenciadas mudanças em algumas variáveis que envolvem o processamento auditivo em crianças com habilidades musicais em relação às que não têm, o que demonstra uma plasticidade cerebral derivada da prática musical. Esta plasticidade também foi evidenciada em estudos comparando músicos e não músicos, em relação a áreas no corpo caloso (um feixe de neurônios que intercomunica os hemisférios cerebrais).

Existem correlações entre a formação musical e a aquisição da leitura e aprendizagem sequencial. Um dos preditores centrais de alfabetização precoce, a consciência fonológica, é correlacionada com a formação musical e o desenvolvimento de uma via cerebral específica.

A música e a dança também podem influenciar o desenvolvimento de uma consciência colaborativa. Tal consciência é desenvolvida a partir do momento em que a colaboração é altamente necessária para que se toque música em grupo, como em uma orquestra, ou em uma apresentação de dança coletiva. Por outro lado, tal consciência colaborativa pode ser obtida quando incorporadas às diferentes disciplinas curriculares. Na forma de, por exemplo, partilhar ideias, pode

aumentar a produção criativa, com maior compromisso emocional (GUILLÉN, 2017).

Implicações educacionais

- a. As artes plásticas, o teatro, a música e a dança são elementos fundamentais da aprendizagem, seja como disciplinas curriculares ou extracurriculares, seja inseridas em outras disciplinas curriculares na forma de ferramentas, especialmente em crianças. Seus fundamentos podem e devem ser utilizados em salas de aula, por exemplo, do Ensino Fundamental de anos finais e médio. Tal utilização pode prover uma diferença significativa sobre a aprendizagem, de forma positiva.
- b. Artes, Música, Dança e Teatro desenvolvem habilidades sociais, emocionais, cognitivas e morais, e estão relacionadas a muitas variáveis da aprendizagem.
- c. Mesmo que uma parte ou até a maioria dos alunos não tenha aptidões adquiridas para o exercício das artes, música, dança ou teatro, isto não significa que não possam aprender. Ainda que o tempo seja um fator crítico, o incentivo à utilização destes tipos de atividades deve ocorrer. Todas estas atividades são lúdicas e podem implementar ganhos cognitivos significativos em uma série de variáveis, o que pode auxiliar o processo ensino-aprendizagem.

7 | Sentido e significado são essenciais para aprender

Este fundamento baseia-se em dois princípios, que determinam a importância de uma aprendizagem significativa e valorosa para o aluno.

Há de se entender que sentido, significado, relevância e interesse não são propriedades automáticas dos conteúdos e dos livros. Tais propriedades surgem a partir da interação entre alunos, professores, livros e conteúdo.

O sentido depende da experiência

Para qualquer desafio ou problema que se apresenta, a primeira tarefa que é realizada mentalmente é a tentativa de que o que está sendo posto possui sentido. Tentamos apreender a experiência a partir do nosso conhecimento anterior sobre o mundo, comparando a experiência atual com o que temos armazenados na memória.

Na escola, em sala de aula, tal processo não é diferente. Se o conteúdo que está sendo ministrado pelo professor para ser aprendido tem sentido (ou seja, se atende à pergunta "Isto faz sentido?"), então terá chances maiores de ser aprendido – o item pode ser compreendido se for baseado em experiência anterior.

Cada um de nós faz sentido do mundo sintetizando novas experiências a partir de anteriores. Quando nos deparamos com um objeto, uma ideia, uma relação ou um fenômeno completamente sem sentido,

podemos interpretar o que vemos de acordo com nosso atual conjunto de regras para explicar e ordenar o mundo, ou caso isso não seja possível, podemos gerar um novo conjunto de regras que melhor esclareça o que percebemos que está ocorrendo (BROOKS e BROOKS, 1999).

Só o sentido, porém, não responde pelo interesse e pela relevância que damos a uma dada experiência. Para estas propriedades, precisamos que a mesma tenha significado.

A busca por significado é inata

Em todas as experiências pessoais, incluindo àquelas que vivenciamos na sala de aula, a todo momento, perguntamos o porquê de estarmos ali, e o que aquela experiência está acrescentando ou irá acrescentar à vida, em atendimento às nossas necessidades (CABALLERO, 2017). Esta é uma tarefa inata em nossa vida. Neste contexto, estamos construindo o entendimento acerca de uma ideia ou objeto, a partir da interação com ele, mas somente a partir de nossas necessidades e valores.

Na escola, se o conteúdo a ser aprendido tem significado (ou seja, se atende à pergunta "Como usarei isto?"), então terá chances maiores de ser aprendido – o item se torna relevante. Todos os alunos têm a capacidade de compreender mais eficazmente quando os seus interesses, fins e ideias são utilizados e reconhecidos²¹.

²¹ Caine, P.N. Caine, G. 12 Brain/Mind Natural Learning Principles. Natural Learning Research Institute. Disponível em: <<http://www.nlri.org/products-and-resources/resources-2/>>

Portanto, a partir do momento em que estruturamos a sequência de conteúdos e as atividades a serem desenvolvidas na escola, temos de atentar se tal estrutura favorece a que o aluno crie significado em relação ao que está sendo aprendido (CABALLERO, 2017).

A partir do momento em que damos significado a algo, acrescentamos valor, ou seja, é algo que terá relevância e maior probabilidade de ser acrescentado na memória.

Sentido e significado dirigem o cérebro

A ocorrência de sentido e significado nos conteúdos educacionais provavelmente redireciona nosso estado atencional, pois, à medida que geramos interesse e damos valor a um conteúdo, mais nos envolvemos e participamos ativamente, o que deve também fazer diferença em relação à memorização de longo prazo de tais conteúdos.

Implicações educacionais

- a. Aulas e conteúdos devem ter sentido e significado para o aluno, de forma que possa se interessar e dar relevância. Isto se faz ao se explicar para o aluno o porquê ele deve aprender aquele conteúdo e utilizar sua experiência para que ele possa comparar e construir o novo conteúdo.

- b. É importante usar exemplos da experiência dos alunos, pois traz o conhecimento prévio para a memória de trabalho, o que provoca sentido e pode anexar significado. E isto é feito quando o professor inquire, instiga e permite a manifestação do aluno.
- c. É importante que os exemplos sejam claramente relevantes para a aprendizagem nova, o que deve ser planejado com antecedência.

8 | Exercite-se, durma, alimente-se e aprenda mais

Este fundamento baseia-se também em quatro princípios e relaciona a prática de exercício físico regular à melhora cognitiva e do rendimento escolar, bem como o sono e a alimentação equilibrados como fatores que influenciam positiva ou negativamente a aprendizagem.

Atividade física e desenvolvimento cognitivo são relacionados

Em geral, quase a totalidade dos estudos sugere que a atividade física ou não tem efeito, ou tem efeitos positivos sobre a aprendizagem, o que faz crer que a prática de exercícios físicos proporciona maior possibilidade de aprendizagem em geral do que nenhuma prática (GALDI *et al.*, 2015 e GRISSMER *et al.*, 2010).

O condicionamento cardiovascular, mas não a força muscular, está associada a desempenho cognitivo em jovens de 15 a 18 anos (ABERG *et al.*, 2009). Por outro lado, o desempenho cognitivo está associado à atividade física vigorosa, e o desempenho acadêmico está relacionado à atividade física geral, principalmente em meninas (ESTEBAN-CORNEJO *et al.*, 2015).

Já foi evidenciado, em crianças com menos de sete anos de idade, que a atividade motora, em especial as atividades de coordenação, pode ser um dos fatores que potencialmente aumentam o desenvolvimento cognitivo

(GALDI, 2015). Parece haver uma relação preditiva entre atividade motora grossa e memória de trabalho e velocidade de processamento (PIEK *et al.*, 2008). Também já foi evidenciado que há uma relação entre habilidades motoras finas e desenvolvimento da leitura, com correlação significativa com a predição de melhorias tanto em habilidades cognitivas quanto sociais (KIM *et al.*, 2016).

Com relação ao final da infância e pré-adolescência, já foi sugerido que crianças com transtorno de aprendizagem demoraram mais tempo para realizar a atividade, com maior número de impulsos e menor velocidade de execução, o que permite inferir uma forte relação entre o desenvolvimento motor e a aprendizagem cognitiva. Dessa forma, níveis mais baixos de proficiência motora estariam relacionados com a maior probabilidade de baixa aquisição de aprendizagem.

Há uma forte inferência de que crianças com dificuldade de aprendizagem possuem habilidades motoras mais pobres, sendo a relação mais significativa com a leitura. Porém, com matemática, a relação determinou-se causal: quanto maior for a defasagem de aprendizagem, tanto menor será a habilidade motora (WESTENDORP *et al.*, 2011).

Também parece haver uma relação significativa entre habilidades motoras e função executiva em meninos e meninas, habilidades motoras e *performance* acadêmica em meninas e atividade aeróbica e função executiva e *performance* acadêmica em meninos, evidenciando o seu potencial para afetar positivamente tanto a função executiva quanto a *performance* acadêmica (AADLANDA *et al.*, 2017).

Assim, parece haver a sugestão de que a *performance* cognitiva é associada com atividade física vigorosa, e que o desempenho acadêmico tem relação com a atividade física em geral, mas principalmente em mulheres. Houve também uma indicação de que o tipo de atividade bem como fatores psicológicos podem mediar a associação entre a *performance* acadêmica e a atividade física (ESTEBAN-CORNEJO *et al.*, 2015).

A atividade física melhora a memória e os processos cognitivos

Já foi sugerido que programas de exercício que melhoram a Memória de Longo Prazo (MLP) envolvem atividades aeróbicas feitas duas a três vezes por semana. Em adultos, o exercício físico melhora uma série de redes neurais nos lobos frontais, parietais e temporais que são importantes para a aprendizagem, como as redes frontoparietais, relacionadas com a atenção (SCHIMIDT, CARPES e CARPES, 2015).

Neste sentido, Melhoras na MLP estariam relacionadas a regiões cerebrais específicas como o hipocampo, cujo aumento está relacionado à prática de exercícios físicos em crianças e adultos. Também em relação ao hipocampo, há um aumento tanto na substância cinzenta quanto na branca em decorrência da prática de exercícios físicos regulares, bem como de Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (FND), um importante fator relacionado à cognição e que é pouco presente em pessoas que sofrem de Mal de Alzheimer (LENT, 2001).

Programas de exercício para melhorar a MLP requerem um controle rigoroso da intensidade do exercício, enquanto diferentes durações dos treinos e das sessões semanais parecem ser efetivas (SCHIMIDT, CARPES e CARPES, 2015).

Sono e alimentação são fundamentais para a aprendizagem

O sono é fundamental para vários processos fisiológicos no corpo. De fato, após um período adequado de sono, normalmente acordamos bem-dispostos, em ótimo estado de alerta e atenção, o que é essencial para a aprendizagem (CABALLERO, 2017).

Além da capacidade reparadora do sono sobre os neurônios e neuroglias (vários processos de manutenção neuronal ocorrem durante o sono), o sono é fundamental para a memória de longo prazo, pois parece haver a reativação e consolidação dos processos de representação mental do que vivenciamos na vigília e, posteriormente, sua integração no sistema nervoso, especialmente durante a fase do sono conhecida como "movimento rápido dos olhos", ou sono profundo. O sono também favorece a geração de ideias a partir de *insights* sobre ideias trabalhadas no dia anterior (LENT, 2001).

Em adolescentes, porém, é que o sono é mais crítico como fator de aprendizagem e, também, normalmente, mais negligenciado. Parcialmente por força de fatores culturais, o "dormir tarde" virou lugar-comum em grande parte dos adolescentes, e tal ação repetitiva

está relacionada com a diminuição das funções cognitivas (CABALLERO, 2017).

Este fator também é influenciado pela relativa disfunção da secreção de melatonina pela glândula pineal que ocorre comumente durante a adolescência. Este hormônio está fortemente associado com o ciclo sono-vigília, sendo a melatonina secretada em maior quantidade ao cair da noite, quantidade esta que se reduz gradativamente ao raiar do dia. A maior secreção de melatonina induz o sono.

Outro fator fortemente associado com problemas de sono em adolescentes é a grande exposição a *video games*. Conforme já vimos, *video games* podem ser fortes aliados do desenvolvimento cognitivo se forem bem utilizados. No entanto, a exposição diária acima de duas horas não é recomendada, estando associada a estados agressivos e problemas de insônia, principalmente pelo estado de excitação nervosa que o *video game* induz, contrariamente, por exemplo, ao que ocorre quando se assiste à televisão (HOWARD-JONES, 2014).

No que diz respeito à alimentação, não há dúvidas de que uma alimentação adequada é necessária para a aprendizagem (CABALLERO, 2017). Crianças e adolescentes que não se alimentam apropriadamente têm maior dificuldade para a aprendizagem. Isto se torna evidente a partir de uma simples constatação fisiológica: neurotransmissores da classe catecolamina, ou seja, a dopamina, a noradrenalina e a adrenalina, essencialmente ligados aos estados emocionais, à atenção e à motivação, entre outros diversos aspectos, são sintetizados no organismo a partir do mesmo precursor, o aminoácido tirosina. A

tirosina é um dos aminoácidos não essenciais, mas que é formado a partir da fenilalanina, que é um dos aminoácidos essenciais, ou seja, que deve ser totalmente derivada da alimentação (WIDMAIER, RALF e STRANG, 2017).

Dentro do âmbito alimentar, dois fatores são considerados críticos com relação à aprendizagem: o uso abusivo de cafeína e a hidratação (HOWARD-JONES, 2014). No primeiro aspecto, há relações estabelecidas entre o uso de cafeína em crianças, adolescentes e adultos e a perturbação do sono e alteração das funções cognitivas. Embora aparentemente a cafeína seja um estimulante, o que efetivamente acontece durante um curtíssimo espaço de tempo, o uso de mais de dois copos diários (seja, por exemplo, de *refrigerante de cola*, ou de café, com suas respectivas quantidades) está associado à redução de funções cognitivas e a perturbações do sono, o que pode gerar cansaço geral, e que interfere também na aprendizagem.

No segundo aspecto, a desidratação, seja esta voluntária ou não, também constitui um fator nocivo em relação às habilidades cognitivas. Embora não haja estudos que comprovem que uma hidratação adequada melhora as funções cognitivas, há estudos que sugerem fortemente que a desidratação pode reduzir tais funções.

Implicações educacionais

- a. Atividade física regular melhora o funcionamento neural, em especial processos mentais como a memória, a atenção, a motivação e o raciocínio.

Por este motivo, deve ser incentivada sua prática pelos alunos, mesmo que somente nas aulas de Educação Física regulares.

- b. Quanto mais forem feitos exercícios e atividades que trabalhem a coordenação motora (tanto a fina quanto a grossa), a resistência cardiovascular, o equilíbrio e outras valências motoras, tanto mais, aparentemente, haverá o desenvolvimento cognitivo associado.
- c. O item anterior sugere fortemente uma ênfase em atividades motoras que promovam melhoras psicomotoras e não somente as baseadas em *performances* esportivas (a prática de esportes como futebol, voleibol, handebol e basquetebol, por exemplo, que são muito utilizadas em aulas de Educação Física na escola).
- d. Há evidências de que exercícios antes das aulas podem potencializar a disposição para a aprendizagem, mas, em nossa opinião, devem ser feitos exercícios de relaxamento ou volta à calma ao final das aulas de Educação Física, de forma que o excesso de excitação, incluindo a causada por adrenalina, não inviabilize a aula.
- e. Parece haver um consenso geral sobre a melhoria da memória em decorrência da prática de exercícios físicos regulares, em especial sobre a região do hipocampo, fortemente associada com a memória de longo prazo.
- f. Problemas de rendimento escolar e redução das funções cognitivas podem estar associadas ao

sono (mais propriamente à falta deste) e, não raro, podem estar associadas a pouco tempo de sono diário, o que gera fadiga geral e baixo nível de atenção e estado de alerta. Muitas vezes, é necessário que o professor converse com a família sobre os horários adequados de sono, ou até mesmo sugerir uma mudança de turno de estudo, quando o aluno dorme muito tarde.

- g. A hidratação parece ser um fator importante para as funções cognitivas. Estimular a hidratação dentro do horário escolar, nos momentos adequados, pode ser uma escolha adequada para a melhoria das funções cognitivas.

9 | O corpo influencia o cérebro e a cognição

Este fundamento é formado por dois princípios, que estabelecem a relação entre o corpo e os processos cerebrais, e como a cognição é afetada pelo comportamento.

A cognição incorporada

"*Embodied Cognition*", ou cognição incorporada, dentre as várias possíveis traduções existentes na literatura, diz respeito à hipótese de que o cérebro não é o "locus" cognitivo único para a resolução de problemas, mas que os movimentos realizam parte deste trabalho, substituindo muitas vezes a necessidade de complexas representações mentais (HOWARD-JONES, 2014).

Desta forma, não há como separar as representações mentais cognitivas das ações corporais. Mas, além disso, o corpo representa um papel muito mais importante no comportamento do que se imagina, de forma que, quando aliamos um conceito cognitivo a uma ação, aquele é aprendido de forma mais rápida e mais efetiva. E assim podemos usar o corpo de forma efetiva para realizar uma ação que, em teoria, seria puramente mental.

Tal teoria reforça a importância das ações que envolvam artes, em especial as cênicas, como mecanismo de reforço cognitivo e aumento da aprendizagem. De fato, é interessante notar que alguns alunos apresentam

comportamento cinestésico durante testes, de forma que isso parece facilitar a recuperação de memória.

Os neurônios-espelho e a aprendizagem por observação

Neurônios-espelho são um sistema neuronal no cérebro associado com a aprendizagem por observação, em que o mero fato de observar uma ação a reproduz mentalmente, em muitos casos com igual ou semelhante intensidade à ação em si (RIZZOLATTI e CRAIGUERO, 2004).

Cogita-se que tal sistema neuronal é resultado mais da aprendizagem motora associada à observação do que de uma formação inata. Assim, os neurônios-espelho conferem uma representação neural que aprendemos a partir das ações corporais de outras pessoas, sendo influenciada por nossas representações próprias acerca de tais ações. Porém, por outro lado, parecemos programados à interação social por meio da observação (GUILLÉN, 2017).

Uma explicação para este mecanismo prevê duas formas de predição de erro, que fundamentam tal capacidade de aprender com os outros, e são representados de maneira semelhante aos observados no cérebro durante a aprendizagem individual (ensaio e erro) (RIZZOLATTI e CRAIGUERO, 2004).

A previsão de erros associados com um evento pode ser definida como a diferença entre a previsão de um evento e a sua real ocorrência. Desta forma, são

postas duas formas de predição de erros: a predição de erros de ação observacional (o real menos a escolha prevista dos outros) e a predição de erros de resultados observacionais (o real menos o resultado previsto recebido por outros) (WOOLFOLK, 2016).

Em um experimento de MRI funcional, verificou-se que a atividade cerebral no córtex pré-frontal dorsolateral e córtex pré-frontal ventromedial (respectivamente) correspondeu a estes dois sinais distintos de aprendizagem observacional.

O que significa, em outras palavras, que a aprendizagem por observação, mais do que uma constatação empírica, constitui fenômeno cerebral. Por meio dos neurônios-espelho, podemos nos vincular a outras pessoas, mental, corporal e emocionalmente, de forma que podemos "ver" o mundo a partir das experiências alheias, em uma forma de compreensão social conhecida como teoria da mente (GUILLÉN, 2017). Observar, desta forma, adquire um caráter de aprendizagem que é usado, inclusive, como principal forma culturalmente determinada de ensino em muitas civilizações.

Implicações educacionais

- a. A aprendizagem por observação é um dos mais poderosos elementos de aprendizagem e deve ser levado em conta nos procedimentos e nas ações em sala de aula. Ao aliar gestualizações e indicações sobre pontos importantes do conteúdo, o professor pode aumentar a retenção da informa-

ção nos alunos. Isto já foi testado com resultados efetivos em ensino de matemática e línguas.

- b. A cognição incorporada é uma teoria interessante e deve ser testada em sala de aula. A nosso ver, o uso de atividades que envolvam a participação corporal aliada aos conteúdos pedagógicos pode aumentar efetivamente a aprendizagem. Tal procedimento pode codificar a informação de forma a tornar a recuperação posterior mais efetiva.
- c. Aproximar a gestualização ao comportamento dos alunos durante interações com estes também é uma forma de aproximação corporal que aumenta resultados em testagens.
- d. Esta teoria é interessante, por exemplo, para justificar uma proposta de transversalidade com disciplinas, como Educação Física, Teatro ou Artes, de forma a sugerir o ensino de matemática ou linguagens, por exemplo, com atividades lúdicas que envolvam o corpo.

10 | O cérebro do professor também conta!

Este fundamento apresenta quatro princípios relacionados com o fazer do professor, ou seja, com sua forma de ação em sala de aula, e possui três princípios.

A questão aqui posta é que a forma de ser do professor e de expressar sua personalidade tem influência fundamental na aprendizagem de seus alunos. Não basta apenas transmitir o conteúdo, mas fundamentalmente, interagir com os alunos de forma empática e agradável.

A sensibilidade emocional e a escuta fazem toda a diferença

Este é, a nosso ver, um aspecto crucial que diferencia o professor que é afastado de seus alunos daquele que procura aproximar-se em uma atitude dialogal e, porque não dizer, fraternal. Em outras palavras, daquele professor que não se restringe a ser um ótimo conhecedor e transmissor de conteúdo, mas que estabelece uma relação empática e sensível às necessidades de seus alunos (GUILLÉN, 2017).

A escuta sensível é um processo criado por René Barbier (2002) que suspende o julgamento inerente ao processo de escutar o que o aluno diz, para compreender, com empatia, o que o mesmo está tentando expressar, seja de forma verbal ou não verbal. É uma aproximação, uma proposição interpretativa que é feita para

tentar inferir o que o aluno quer significar em sua fala ou em sua atitude.

Exatamente por ser interpretativa, a escuta sensível depende do rol de conhecimentos e experiências de quem escuta, o que confere um fator de importância à personalidade do professor.

Trata-se, portanto, de "escutar-ver" a outra pessoa, ou seja, imaginá-la, como tendo um corpo, uma razão, uma emoção, ou seja, uma outra personalidade, em uma forte interação social, que pressupõe um entendimento o mais preciso possível do sentimento, pensamento, desejo e intenção do outro.

Para tanto, é necessário ao professor sensibilidade emocional, que, no contexto deste livro, engloba a noção da capacidade do professor de aprender sobre como seus alunos aprendem, em como eles sentem, em como percebem a vida. Isto implica ser sensível ao que acontece com si próprio, com seus alunos e com o contexto da ação pedagógica – o que é comumente referido como razão sensível.

Quais seriam, portanto, as características básicas desta sensibilidade emocional do professor? Para citar algumas:

- reconhecer o valor da diversidade e pluralidade – e usar este conhecimento a seu favor;
- destacar a qualidade dos processos e dos resultados das atividades humanas;
- respeitar as expressões individuais, a multiplicidade das manifestações do aluno – reconhecer que, embora seja "aluno", ele é um diferente

"aluno", e não um ser único e singular rotulado como igual aos outros;

- não ser um mero professor conteudista – aquele que não aprende sobre seus alunos, não se coloca no lugar deles. Somente interessa transmitir o conteúdo.

E como precisa ser este professor?

- sensibilidade significa ter senso de humor, ser alegre, saber festejar com os alunos, saber se autocriticar, saber rir diante dos próprios erros e fracassos (GUILLÉN, 2017);
- A pessoa sensível é capaz de encontrar as perfeitas condições para a aprendizagem, é capaz de viver bem consigo mesmo e com os outros.

Realizar tudo isto fica um pouco mais difícil, na medida em que viver bem significa estar bem consigo mesmo e com sua vida. Se você está com problemas em sua vida, isso vai se refletir na sua vida profissional. Não há como separar. Problemas de dinheiro nos fazem pensar o tempo todo em como ganhar dinheiro, assim como problemas de saúde nos tiram a vivacidade e problemas afetivos pessoais (família, namorado(a), marido, esposa etc.) muitas vezes nos transformam em pessoas amargas ou infelizes. Tudo isso reflete e interfere diretamente na forma como se lida com os alunos em sala de aula – negativamente, se não tivermos em perspectiva algumas questões básicas.

É fundamental resolver ou equacionar os problemas pessoais para não os transferir para sua relação com os alunos. Ou, minimamente, tentar separar ao máximo os

contextos. Em muitos casos, é preciso atuar, improvisar, sair de si mesmo e de suas questões pessoais.

Por piores que sejam seus problemas, entenda sempre que o seu aluno não é o responsável por eles. E não deve ser punido simplesmente por dividir o espaço em uma sala de aula com você.

A personalidade do professor influencia na aprendizagem

Todos nós já tivemos professores que classificamos como excelentes, bons, ruins, péssimos... que lembramos pela forma carinhosa, ou pela severidade, que achávamos gênios. Já lidamos com professores das mais variadas formas, na qualidade de alunos. Agora somos professores, e os alunos que têm contato conosco possuem uma visão nossa, da mesma forma que tínhamos por nossos professores (CORTELLA, 2014).

Esta forma subjetiva de avaliação é resultado, em grande parte, da personalidade do professor. Personalidade esta que reflete em nosso trabalho, nas escolhas que fazemos e na forma com que lidamos com os alunos. Há professores e professores. Professores cuja aula é "chata". Outros que a aula é "legal". Outros que são excessivamente permissivos, outros excessivamente rigorosos. Muito do que fazemos em sala de aula possui relação direta com a personalidade.

Personalidade é a qualidade de *persona*. É o que define uma pessoa para si e para os outros. Há todo tipo de classificação. Pessoas que têm personalidade "forte"

ou "fraca". Que se impõe. Que não se impõe. Toda esta análise é feita pelos alunos, informalmente, e o resultado dela é diretamente proporcional ao que o professor terá em sala de aula. Já foi dito: o professor transmite a sua personalidade, ele não ensina.

A personalidade é um conjunto bem definido e razoavelmente estável de atitudes e modos de comportamentos, determinados a princípio desde o momento em que se nasce ou até mesmo antes dele, levando em conta que há fatores genéticos e ambientais envolvidos. Não obstante, com o tempo, a personalidade pode ir mudando segundo os fatores ambientais que rodeiam o indivíduo, com a consequente adaptação, mas sempre mantendo um conjunto estável de atitudes e comportamentos (WEINTEN, DUNN e HAMMER, 2016).

Mas, como a personalidade do professor pode influenciar sua relação com os alunos em sala de aula? Alguns exemplos podem ilustrar este aspecto. Se o professor é muito cauteloso, pode-se manter imóvel e resistente a mudanças de sua forma de ensinar; se é muito impetuoso, pode, por outro lado, desviar demais o foco do conteúdo a ser ensinado e pecar por excesso de atividades estéreis; professores muito rigorosos em sua vida tendem a ter excesso de rigor com os alunos; professores muito permissivos, muito voláteis etc.

A questão é que se transmitimos nossa personalidade em sala de aula, uma reflexão sobre até que ponto isto está sendo benéfico ou não para a aprendizagem dos alunos, para a dinâmica de aula, para a eficácia do processo, é sempre bem-vinda. Muitas vezes, vários

tipos de personalidades têm dificuldades de escuta, de ouvir o aluno, seus anseios, suas ideias.

A principal barreira para uma Neurodidática: os paradigmas

Paradigma (KUHN, 2000), em termos gerais, é um modelo ou padrão aceito como necessário e suficiente para explicar qual a melhor forma de fazer alguma coisa, como se deve pesquisar determinado assunto, ou como devemos nos portar na sociedade. Enfim, é a norma vigente para realizar as tarefas de toda ordem, como ministrar aula, por exemplo.

Quando nos tornamos professores, aprendemos formas diversas de ensinar, metodologias, técnicas, que utilizaremos posteriormente na prática docente. Juntamente com a experiência que adquirimos como observadores, em nossa prática como discentes em diversos momentos de nossa vida, entre outras experiências, é que criamos um paradigma de como ministrar aulas, normalmente seguindo o paradigma padrão.

Conforme a ciência vai evoluindo, novas formas e padrões são criadas, como novas metodologias e novas técnicas educacionais, muitas pretensamente inovadoras, que modificam de maneira mais ou menos enfática a forma como se deve ensinar.

A questão é que, se estivermos em paralisia paradigmática, ou seja, se estivermos convencidos de que a forma que utilizamos é a melhor, dificilmente mudaremos ou adotaremos novas possibilidades que talvez melhorem a

aprendizagem dos nossos alunos. Ou porque consideramos que nossa forma de ministrar aulas é a melhor ou suficiente (mesmo que os resultados não sejam os melhores), ou porque entramos em uma "zona de conforto" com a forma de trabalhar que inibe qualquer tentativa de mudança, ou ainda, porque não nos julgamos com ou gostemos de aprender o necessário "background" de conhecimento para lidar com novas tecnologias.

Assim, a nosso ver, ocorre com a Neurodidática: muita gente não adota novos métodos por estar, de alguma forma, em paralisia paradigmática. Nós somos propensos a ter resistência a mudanças, e tal resistência pode ser um empecilho importante para adotar novos métodos, ou alterar alguns procedimentos em sala de aula³.

Para além da transmissão de conteúdo

Uma das formas mais interessantes de melhorar a aprendizagem dos alunos é incluir em seu planejamento da disciplina práticas de educação emocional de seus alunos, em que aspectos como habilidades sociais, consciência, regulação e autonomia emocionais e competências para a vida também sejam consideradas como elementos essenciais para a aprendizagem (GUILLÉN, 2017).

O autocontrole é um dos elementos que efetivamente deveriam ser trabalhados em sala de aula, especialmente naqueles alunos com dificuldades de

³ Fundação Getúlio Vargas – São Paulo. Tecnologia e um novo cenário educacional. Revista EI! – Ensino Inovativo. FGV-SP: Centro de Desenvolvimento do Ensino e da Aprendizagem (CEDEA), volume especial, 2015.

aprendizagem. Talvez, a questão seja esclarecer ao aluno a necessidade da disciplina para o estudo e como ele deve estudar. Muitas vezes, a questão da dificuldade da aprendizagem vai além de uma suposta incapacidade, mas é decorrência de o aluno não saber como estudar. Clarificar esta questão para o aluno pode fazer toda a diferença.

Outro aspecto que pode fazer diferença também é ensinar o aluno a prática da meditação (*mindfulness*), como uma técnica para que ele aprenda a controlar suas emoções e direcionar positivamente seus impulsos (GUILLÉN, 2017).

Entendemos que esta é, atualmente, uma importantíssima tarefa do professor, não somente porque é capaz de transformar seus alunos positivamente para vida, mas principalmente porque é um dos fatores que favorecerá o professor e seus alunos em sala de aula.

Implicações educacionais

- a. Usar a sensibilidade emocional é permitir ao aluno ser ouvido, é fazer da escuta uma poderosa ferramenta para melhorar a aprendizagem.
- b. Usar o bom humor, fazer-se reconhecer como ser humano, permitir a livre expressão e envolver-se com os alunos permite ao professor uma aproximação que pode ser benéfica para o processo ensino-aprendizagem.
- c. Sua personalidade é fundamental para o processo ensino-aprendizagem, o fato de você

ser como é contribui positiva e negativamente, pelas limitações e potencialidades que possui. Também é, parcialmente, pela personalidade que as escolhas dos métodos e técnicas que serão utilizados para ensinar são feitas.

- d. Saiba reconhecer-se como é, entenda seus limites e procure superá-los. A responsabilidade pelo fracasso escolar sempre é multifatorial, bem como pelo sucesso também. Escolher fazer parte do fracasso ou do sucesso é uma decisão sua.
- e. Identifique se não está em paralisia paradigmática, se não está preso a alguma corrente pedagógica que proporciona alguns resultados, mas que podem ser melhores.
- f. Sempre acredite que pode ser melhor. Se você acreditar, seus alunos também acreditarão, pois se espelharão em suas atitudes e comportamentos. Otimismo e positividade são as palavras-chave.
- g. Ensine seus alunos a se educarem emocionalmente. As práticas de educação emocional podem transformar a sala de aula, de um ambiente desagradável e violento, em um ambiente empático e favorável à aprendizagem.

Nesta seção, abordamos breves considerações a respeito das metodologias de ensino, em especial as metodologias ativas de aprendizagem. Trata-se de um conteúdo informativo, cujo aprofundamento deve ser feito caso algum método em particular chame a atenção do leitor.

Por fim, traçamos algumas considerações gerais sobre o que achamos relevante acerca de como melhorar os processos de ensino e aprendizagem, em temas controversos, como os sistemas de ensino, as escolas e as metodologias utilizadas. Em seguida, abordamos as considerações finais.

Parte II

Reflexões sobre a Neurodidática na Escola

11 | As metodologias de ensino

Metodologias de ensino constituem um tema tão atual quanto controverso. Em grande parte, quando tratamos da questão das metodologias de ensino, falamos sobre como as metodologias tem relação direta com o trabalho do professor, no sentido da sua qualidade. O tema é tão interessante que é até referenciado como uma das causas do fracasso escolar, além de poder ser também inferido como uma das causas da síndrome de Burnout em professores.

Metodologias e o problema da atualidade digital

Uma das grandes questões que é debatida atualmente diz respeito à inadequação ou impropriedade em se lidar com os alunos de Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e, até mesmo, Ensino Superior (CORTELLA, 2014).

A questão gira em torno dos métodos de ensino tradicionais, que parecem cada vez mais distante do cérebro dos alunos atuais. O ensino que envolve quadro branco, anotação e cópia de conteúdo, memorização mecânica e sala de aula sem atrativos parece tão distante da atualidade dos alunos e de seus interesses que causa espanto que alguns professores ainda insistam nesta forma de trabalho⁴.

⁴ | Fundação Getúlio Vargas – São Paulo. Tecnologia e um novo cenário educacional. *Op. Cit.*, 2015.

A questão igualmente gira em torno de como mudou o cérebro com o advento da época digital, que iniciou por volta da década de 80 e continua em ritmo cada vez mais acelerado de inovações e tecnologias. Uma comparação interessante é feita utilizando-se exatamente a forma de processamento em computadores.

Para os fins deste tópico, podemos dizer que analógico é um termo que se refere a um tipo de processamento no qual o sinal é tratado em série, ou seja, em fila, um de cada vez, em uma sequência. Digital é um termo que se refere a um tipo de processamento no qual o sinal é tratado em paralelo, ou seja, torna-se possível vários processamentos simultâneos dentro do mesmo sistema, o que facilita temporalmente o processamento, além de permitir adaptações e transformações do sinal de forma mais fácil.

Utilizamos esta interpretação da diferença entre analógico e digital para inferirmos sobre o funcionamento cerebral dos alunos de ontem e de hoje, bem como do trabalho dos professores. O cérebro dos professores atuais (exceto os mais novos), principalmente os que já têm entre 30 e 60 anos ou mais de idade é fundamentalmente diferente dos alunos. Isto porque quem já tem essa idade nasceu em uma época em que não existia ou eram muito limitados os recursos digitais. Computadores só existiam em grandes empresas, ou somente pessoas ricas os tinham, e mesmo assim seu processamento era muito limitado para os padrões atuais.

Por outro lado, os alunos de hoje já nasceram imersos no meio digital. Recém-nascidos já sabem rolar uma tela de celular. Crianças brincam com celulares ou outros aparatos eletrônicos com extrema destreza, muitas

vezes conhecendo mais que seus pais sobre o funcionamento dos mesmos. Sua mente funciona em modo digital, diferentemente de seus pais e professores, que ainda funcionam em modo analógico.

Podemos dizer, sem muito medo de estarmos enganados, pouco mudou na cultura educacional no que diz respeito à sala de aula, à forma de ensinar⁵. O ensino atual, em termos globais, parece ser tão jesuítico quanto o ensino instituído no Brasil após o descobrimento. Alunos sentados em cadeiras assistindo, passivamente, os professores professarem seus conteúdos, em forma de palestra, e cabe ao aluno memorizar, aprender e reproduzir. Nada de criatividade, nada de aproveitar o conhecimento dos alunos, nada de participação do aluno (MORÁN, 2015).

Este quadro fica bem claro quando nos deparamos com a classificação existente em relação às gerações. Das gerações mais antigas: os "baby-boomers", nascidos após a Segunda Guerra Mundial, e que se tornaram os professores da geração seguinte, a chamada geração X (todos os nascidos entre as décadas de 60 e 80), todos estes foram educados segundo os padrões vigentes e sem a convivência com os equipamentos digitais (CORTELLA, 2014).

As gerações seguintes, que foram chamadas de Y (nascidos entre 1980 e 2000), gerações W e Z (nascidos entre 2000 e 2010) e a recentemente chamada de geração Alfa (nascidos após 2010) nasceram já no meio digital, ou seja, já sofreram profundo impacto do que as mídias digitais proporcionaram nos cérebros das pessoas.

⁵ | Fundação Getúlio Vargas – São Paulo. Tecnologia e um novo cenário educacional. Op. Cit., 2015.

Para este público, o ensino tradicional não mais causa impacto. Não há comprometimento, é enfadonho e desinteressante, contrastando enormemente com o interesse altamente dopaminérgico presente em um *smartphone*, em um *tablet*, em um computador.

Na sociedade da informação, retenção de conhecimento por parte do professor é uma piada de mau gosto. Todo este conhecimento disponível atualmente a um clique ou toque tornaria professores obsoletos, exceto pelo fato de que o ensino institucionalizado é obrigatório no Brasil, e pelo fato de que o excesso de informação gera desinformação e confusão.

Disto advém que o professor se torna atualmente necessário por ser um organizador e um classificador do que é importante, em qual ordenação e em qual profundidade. A princípio, nada diferente de antigamente.

Porém, o professor que atualmente deseja ter uma aula atraente não pode se furtar agir em consonância com os princípios neurocientíficos, que são perfeitamente aplicáveis ao mundo digital, inclusive explicando-o, bem como entender e utilizar as tecnologias digitais como instrumentos para capturar a atenção e tornar as aulas agradáveis para os seus alunos.

O professor que não se atualiza, que se recusa a aprender novas tecnologias e metodologias fica em claro conflito com os interesses dos alunos, o que provavelmente irá causar um decréscimo de motivação e de interesse destes nas aulas, piorando o rendimento.

Um dos vieses que pode ser utilizado pelos professores na tentativa de implementar novos recursos e

os recursos digitais em suas aulas são as metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Apresentaremos alguns exemplos, sem a menor perspectiva de esgotar o assunto, tendo em vista que há classificações diversas e inúmeras atividades que são elencadas como metodologias ativas. Portanto, temos apenas a perspectiva de apresentá-lo brevemente, e se tornará necessário um aprofundamento nas técnicas específicas que forem de interesse, ou uma pesquisa mais ampla, o que pode ser obtido facilmente por meio de artigos e publicações científicas disponíveis no ambiente virtual da Internet.

Metodologias ativas de ensino-aprendizagem

Metodologias ativas de ensino-aprendizagem são um conjunto de metodologias que tem como base comum a problematização e solução de problemas, por meio de jogos, atividades lúdicas e desafios. Neste quadro, o papel do professor é o de ser um organizador e articulador do conhecimento, enquanto o papel do aluno, em vez de se tornar um mero espectador e reproduzidor, passa a ser o de construtor, modificador e integrador das ideias e conteúdos que envolvem a aprendizagem.

Existem vários recursos de atividades que são listados na literatura como metodologias ativas, tendo como premissa-chave a problematização, ou seja, o aluno é incentivado a resolver problemas por diversas estratégias, adquirindo gradativamente um grau maior de autonomia nos seus estudos, o que envolve a criação. Portanto, o desafio, a criatividade e a construção do conhecimento são os carros-chefe de tais metodologias (MORÁN, 2014).

Estas atividades estimulam o uso de competências adequadas e a busca de informações relevantes para a sua resolução, além de utilizar meios de interação e participação grupal, obtendo recompensas relevantes.

As atividades das metodologias ativas estimulam a participação do aluno, ao mesmo tempo que respeitam a liberdade de escolha do aluno diante dos desafios estrategicamente apresentados para que desenvolva suas capacidades.

Isto cria um ambiente de valorização e contextualização do conhecimento, o que torna a sala de aula um espaço vivo de construção criativa e atualizada, tanto do conteúdo disciplinar quanto daquele informal, articulando-os em uma dialética que privilegia a criatividade e o prazer de aprender.

Atividades que viabilizam ou são metodologias ativas

Jogos

Já tratamos sobre jogos como um dos fundamentos da Neurodidática, no capítulo 5. Jogos são excelentes meios de estimular a aprendizagem, especialmente pelo desafio que impõem. Um jogo, em uma conceituação livre, pode ser definido um exercício ou atividade física ou intelectual recreativa e divertida, e que possui um conjunto de regras e procedimentos. A partir deste conceito amplo, pode-se entender que o jogo é uma atividade que apresenta uma ludicidade em um ambiente de desafio, no qual se podem cumprir atividades e metas para alcançar um objetivo.

Neste sentido, apresentam-se dois grupos distintos de possibilidades de uso de jogos em sala de aula (MORÁN, 2014).

Jogos colaborativos ou individuais

A prática de jogos em grupo ou individuais pode-se tornar um estimulante à aprendizagem. Como exemplos, podem ser criados jogos envolvendo o conteúdo a ser ministrado que envolva Ambientes Virtuais de Aprendizagem, como o Kahoot, além de Chats, Fóruns de Discussão e Redes Virtuais, como Facebook e WhatsApp.

Em outro espectro, para aqueles ainda não familiarizados ou interessados pelo ambiente virtual, podem ser utilizados jogos que envolvam a construção do conhecimento com materiais de uso comum ou até sucata, cuja construção pode ser realizada pelos próprios alunos.

Aulas roteirizadas de jogos

Ainda outra forma de trabalhar com jogos é utilizar aulas roteirizadas de jogos. Estas aulas envolvem a construção coletiva do conhecimento, que possuem um roteiro previamente selecionado a ser seguido. Este tipo de aula possui diversos formatos, cujos elementos-chave podem ser, resumidamente, o que se apresenta a seguir:

- a. propõe-se uma situação-problema;

- b. em grupos, analisam-se diferentes formas de resolução do problema, de forma cooperativa;
- c. cada grupo cria uma forma diferente de apresentar sua resolução, podendo usar dramatizações ou outras formas;
- d. apresenta-se vídeo ou outro meio de mídia referente ao problema com posterior explicação;
- e. revisa-se o que foi criado pelos grupos, comparando com o conteúdo trabalhado por meio da problematização.

Em quaisquer das formas, a questão é utilizar o jogo como meio de aprendizagem, estimulando a cooperação e a construção do conhecimento de forma lúdica e prazerosa.

Laboratórios multiuso informatizados

Se houver o espaço adequado dentro da escola, o professor poderia utilizar o ambiente informatizado de um laboratório como forma de estimular ou incrementar o interesse e a construção do conhecimento.

Este tipo de utilização pode ser a base para as diversas metodologias ativas, incluindo os jogos. Pode-se, inclusive, transformar o ambiente informatizado como plataforma metodológica principal para o ensino que se propõe. Há disciplinas em que tal processo não só é desejável mas também fundamental, levando em conta que o aluno, de forma geral, tem compatibilidade e gosta de utilizar a tecnologia digital.

Fica claro, portanto, que o laboratório informatizado não é uma metodologia em si, mas sim uma plataforma na qual diversas metodologias ativas ou plataformas de aprendizagem podem ser utilizadas. O uso de computadores, em si, já pressupõe a participação ativa do aluno, que pode ser complementado pela atividade proposta pelo professor.

Aulas em espaços diferentes da sala de aula tradicional

O uso de aulas em espaços diferentes também não constitui, em si, uma metodologia, mas proporciona uma variação interessante do ambiente de sala de aula tradicional, da mesma forma que o laboratório informatizado e pode proporcionar um nível diferenciado de atividades educacionais.

Neste sentido, pode ser utilizado tanto um ambiente interno, como laboratórios de informática, ciências ou outro, quadras esportivas, pátios, refeitórios, quanto ambientes externos disponíveis, como praças, quadras esportivas externas, visitas a museus, planetários, parques como ambientes diversos à sala de aula, para a implementação da atividade a ser oferecida.

A ideia em questão é proporcionar ao aluno a vivência de ambientes diferenciados, nos quais diferentes estímulos e possibilidades sejam oferecidos para que se amplie o espectro cultural e de ideias, ampliando a criatividade e enriquecendo a perspectiva emocional das experiências.

Por outro lado, sair da rotina da mesma sala de aula

para espaços diferenciados por ser estimulante para o sistema nervoso, em especial no que se refere à motivação,

Uso de mídias virtuais

O uso de mídias virtuais se apresenta como um interessante meio complementar à aprendizagem. Vídeos curtos (e atualmente, devem ser realmente curtos, pois a distração com vídeos longos é uma realidade cada vez maior, especialmente para crianças e adolescentes), animações computadorizadas e efeitos digitais diversos podem ser utilizados como ferramentas complementares da aprendizagem, pois incluem estímulos visório-auditivos que provocam retenção da atenção e da motivação, além de fornecer base mais concreta a aprendizagens abstratas.

Aprendizagem por pares e por times

Nesta modalidade, há o uso de duplas, trinças ou times para trabalhar os conteúdos. Isto envolve uma organização básica que pode, por exemplo:

- a. elaborar o objetivo a ser alcançado com a atividade;
- b. organizar a dupla, trinca ou time intencionalmente, a partir das características dos alunos;
- c. permitir e incentivar alunos a interagir e aprender um com o outro;
- d. supervisionar, acompanhar e orientar as atividades;

- e. avaliar o resultado da atividade e/ou compartilhar com a turma os diferentes resultados.

Aula invertida

A aula invertida, como o nome sugere, inverte o conceito tradicional de sala de aula, ao inverter os papéis dos alunos no processo⁶¹.

Nesta modalidade, o professor prepara o material previamente à aula (textos, vídeos curtos (GUILLÉN, 2017)) e o disponibiliza por meio de plataforma *on-line* ou física ao aluno, que o acessa e estuda. Desta forma, o acesso ao conteúdo é anterior à aula.

A ideia é que os alunos aprendam o conteúdo em suas próprias residências, por meio de videoaulas ou outros recursos interativos, como *games* ou arquivos de áudio. A sala de aula, posteriormente à exposição ao conteúdo, é usada para a realização de exercícios, atividades em grupo e realização de projetos. O professor tira dúvidas e esclarece pontos complementares (GUILLÉN, 2017).

As características comumente associadas a esta metodologia são:

- a. foco na pergunta ou questão a ser abordada como tema central;
- b. conteúdo programático aberto, embora exista um tema orientador;
- c. orientação e construção de dúvidas;

⁶¹ Fundação Getúlio Vargas – São Paulo. O que é sala de aula invertida. Revista ETE – Ensino Inovativo. FGV-SP: Centro de Desenvolvimento do Ensino e da Aprendizagem (CEDEA), volume especial, 2015.

- d. pesquisa e colaboração por parte dos alunos;
- e. professor vira um orientador e mediador.

Uso de smartphones

Um recurso metodológico interessante pode ser a utilização dos *smartphones* dos próprios alunos como elemento complementar ao processo ensino-aprendizagem. Isto pode ser feito a partir do uso das redes sociais ou de plataformas de aprendizagem, ou mesmo pela divulgação de material de aula. Tal utilização pode ter um impacto bastante interessante em termos da participação e da motivação dos alunos para a resolução das tarefas.

Aprendizagem baseada em problemas

Embora a aprendizagem baseada em problemas seja uma retórica comum nas várias metodologias ativas, com o nome de problematização, também constitui um método em si⁷.

Nesta metodologia, os temas tratados são geralmente escolhidos pelo professor, que pode levar em conta os objetivos e os conteúdos de sua disciplina ou curso, mas também podem ser escolhidos pelos alunos a partir de temas-chave que sejam sugeridos. Isso torna a atividade mais democrática e permite maior engajamento por parte dos alunos, pois serão temas sugeridos por eles próprios.

7 | Fundação Getúlio Vargas – São Paulo. Aprendizagem baseada em Problemas. Revista Etl – Ensino Inovativo. FGV-SP: Centro de Desenvolvimento do Ensino e da Aprendizagem (CEDEA), volume especial, 2015.

Há várias formas de se aplicar esta metodologia de solução de problemas, mas em geral pode-se sugerir este modelo:

- a. explicação inicial, que visa proporcionar a explicação acerca do método em si e do problema sugerido, com a elaboração das questões e a definição dos objetivos a serem alcançados;
- b. análise, geração de ideias e estudo pelos alunos, seja individualmente ou em grupo;
- c. síntese, apresentação e avaliação dos resultados.

Aprendizagem baseada em projetos

Neste modelo, que se diferencia da aprendizagem baseada em problemas por ser normalmente um projeto de longo prazo⁸, o aluno tem grande liberdade de escolha do tema que estará contido em seu projeto, o qual, muitas vezes, pode não se enquadrar exatamente nos conteúdos propostos para a disciplina. Não é exatamente uma metodologia que pode ser aplicada em uma única aula, mas pode englobar várias semanas ou meses de duração, dependendo do tema e da atividade escolhida. Normalmente é mais utilizada em ensino universitário, por ser um projeto englobado a uma disciplina específica.

Em termos do processo de aplicação da metodologia, normalmente há uma pergunta motivadora, que leva à criação de um desafio (GUILLÉN, 2017). A partir deste

8 | Fundação Getúlio Vargas – São Paulo. Aprendizagem baseada em problemas. Op. Cit., 2015.

desafio, a turma, os grupos ou alunos começam o trabalho de pesquisa e reflexão, o que pode envolver rodas de conversa, debates ou outras formas. Há então uma resposta ao desafio inicial e a avaliação do processo.

A liberdade de escolha envolvida neste tipo de metodologia pode ser um importante recurso motivacional e que promova a criatividade e a construção de novas ideias.

Uso do erro como recurso metodológico

Esta é uma ideia que engloba o aproveitamento do erro como recurso da aprendizagem. Em nossa cultura educacional, o erro normalmente é punido. O aluno errou, é-lhe tirado ponto da prova, seu trabalho vale menos, ou o aluno não é promovido, em uma forma de lei do tudo ou nada.

Usar o erro como metodologia de aprendizagem significa usar a sensibilidade emocional como elemento da aprendizagem, em que o aluno não é punido, mas aprende a verificar em que está errando. Ao cometer erros, e tendo *feedback* que possa corrigi-los, permite que o aluno verifique a pertinência das conexões no seu cérebro e possa realizar as adaptações e adequações diante do problema.

Este tipo de proposta pode esbarrar fortemente nos pressupostos que orientam os nossos sistemas de ensino. A testagem e a classificação por provas e por notas são um paradigma que ainda prevalece como forma de se ter um *ranking* classificatório de alunos, fazendo com que o erro, ao final das contas, seja utilizado como a principal forma de medir o conhecimento do aluno. Este

é um debate longo e que não faz parte dos objetivos deste livro, mas é algo que precisa ser revisto.

Há várias ideias que podem ser utilizadas no sentido de se promover um melhor aproveitamento do erro como forma de aprendizagem. À guisa de sugestões, apresentamos algumas delas que podem nortear uma forma diferente de encarar o erro dentro de uma perspectiva de aprendizagem.

- a. Marque o erro na prova ou trabalho. Indique o porquê para o aluno, explicando. Ou, dê uma nova oportunidade para que descubra a resposta.
- b. Avalie não somente a prova ou trabalho, mas a evolução do aluno no processo.
- c. Em vez de dizer para o aluno que a resposta dele está errada, por exemplo, em uma situação de pergunta oral, pergunte por que ele respondeu aquilo, ou então sugira que ele explique melhor.
- d. Em vez de dizer para o aluno que a resposta dele está errada, procure aproveitar algo da resposta que esteja certo, mesmo que seja apenas um detalhe, e evolua a partir daí para que ele e a turma atinjam a resposta correta.
- e. Permita que o aluno consulte alguém da turma para a resposta. Por exemplo, ao perguntar e o aluno não saber a resposta, peça a alguém que saiba a resposta para tentar explicar a ele, e, então, ele formula a sua resposta.
- f. Tenha um espaço (mural, painel) no qual seus alunos possam expressar o que aprenderam

a partir de seus erros, e não somente os trabalhos certos.

- g. Faça reuniões entre os alunos para que eles compartilhem seus erros em relação ao conteúdo. Daí, podem surgir relatos dos que acertaram, estimulando os demais a saber que é possível procurar uma resposta.
- h. Conte seus erros de estudante, de forma relaxada e engraçada, para a turma. Encoraje-os a perceber que todos erram – inclusive você.

12 | Neurociência, sala de aula e o desafio: Como melhorar o processo?

O que é necessário para que haja sucesso na escola, em termos do que propõe uma prática pedagógica eficiente? Planejamento (de ensino, de aulas, projetos)? Elementos de base: físicos (estrutura escolar), pedagógicos (PPP), culturais? Professor engajado, competente, estudantes ativamente engajados, famílias envolvidas no processo? Aulas motivantes, para todos? Algo mais?

Isto, só se falando da escola. Imagine agora a escola em um contexto socioeconômico, inserida em uma comunidade, dentro de um sistema de ensino público ou privado, em determinada cidade de um Estado deste país.

É claro que a questão do sucesso ou fracasso escolar é multifatorial e há nesta "teia" uma gama de variáveis que não há como modificar, pelo menos a curto prazo. Porém, por outro lado, há outra parcela de variáveis que é possível identificar e tentar melhorar.

Esta é uma das tarefas da Neurodidática: unir o conhecimento pedagógico já existente das técnicas de ensino, das metodologias e do planejamento escolar com o conhecimento neurocientífico, sobre como processamos e elaboramos os diferentes estímulos ambientais de maneira com nossa informação genética, de modo a formarmos um conjunto coerente e estruturado de informações acerca de como aprendemos, quais são as características mentais diferenciadas com que temos de lidar e de que forma podemos fazer tudo isto para tornar o ensino mais prazeroso, mais significativo e mais eficaz.

Descobrir os princípios que regulam o funcionamento do nosso cérebro implica saber como escutar de forma sensível o que o aluno traz em sua forma de ser e de se relacionar, implica o professor perceber de que forma sua personalidade interfere positiva ou negativamente no aluno e em sala de aula e poder tentar transformar isso para melhor e, finalmente, implica compreender como melhorar sua forma de trabalhar, com melhores resultados, mais efetivos e que envolvam menos estresse e tensão no trato com o aluno e sua família, com colegas de trabalho, diretores de escola, funcionários e demais "atores" da comunidade escolar. Isto porque, via de regra, melhorar todos estes aspectos significa melhorar a si mesmo e à sua vida.

Significa tornar o ambiente de sala de aula mais agradável, mais prazeroso, mais dinâmico. Significa entender que muitas vezes o que avaliamos como impossibilidade de aprender por parte de um ou mais alunos é simplesmente a decorrência do que estamos fazendo, e que uma mudança pode mudar todo o cenário, para melhor.

Isto não significa que a Neurodidática é uma fórmula mágica para resultados expressivos e espetaculares no ambiente escolar, mas primordialmente que é uma ferramenta que pode ser útil para o educador lidar com a plêiade de mudanças ocorridas com o advento da era digital e da nova forma de pensar.

Reconhecer que o aluno de hoje não é igual a como nós fomos como alunos, que a geração nascida no meio digital tem uma forma de processamento diferente de nós, seres analógicos que nos adaptamos ao mundo digital, é um ótimo primeiro passo. Nossos alunos vivem

imersos em um mundo de facilidades de informação, de conteúdo digital e de "recompensas" ligadas a seu uso: as redes sociais, os vídeos digitais, a televisão a cabo e outras formas digitais são, via de regra, bem mais prazerosas e interessantes do que as aulas dentro de uma sala com quadro branco, um monte de mesas e cadeiras (ou cadeiras com apoio) e um professor palestrante.

Tornar a sala de aula interessante e prazerosa é, antes de qualquer coisa, um investimento. Trata-se do professor entender que se aproximar das mídias digitais e das novas tecnologias e procedimentos vai aproximá-lo do aluno em termos de interesse e motivação, tanto quanto talvez a escuta sensível pode aproximá-lo em termos de sentimentos positivos e de sentir-se valorizado.

Isto pode tornar as aulas mais interessantes, incentivadoras e agradáveis, de forma que o aluno, que já é obrigado por lei a estar na escola, possa encontrar nesta – e em sua aula – um lenitivo para o fato de estar fazendo algo que, muitas vezes, não quer. Se ele estiver, em sua sala de aula, feliz, pode até esquecer que é obrigado a estar lá todos os dias letivos durante um ano escolar. E tudo poderá se tornar mais colorido, mais interessante, com menos violência, com menos conflitos, menos síndrome de Burnout, menos *bullying*, ou seja, um ambiente mais adequado para o processo ensino-aprendizagem.

Dentro de nossa forma de pensar, é um caminho que vale a pena ser trilhado. Não é fácil, demanda planejamento, persistência e, sobretudo, qualificação. Porém, é um caminho que traz resultados, a curto, médio e longo prazos, e que representa uma necessidade para a modernidade dos dias atuais.

Questões sobre Neurociência e a sala de aula

Falar sobre a Neurociência no ambiente escolar ainda é um assunto um tanto controverso. Há muitos autores que são ainda céticos com as reais possibilidades de atuação em um contexto escolar dos conhecimentos e recursos proporcionados pela Neurociência.

Alguns argumentos em contrário são realmente relevantes e proporcionados por estudiosos da área, merecendo, portanto, uma análise e considerações pertinentes. Procuraremos abordá-los sumariamente neste tópico de forma a organizarmos um conjunto coerente de discussões acerca do assunto.

A questão dos sistemas de ensino

Os sistemas de ensino no Brasil seguem conceitos, leis e paradigmas que tornam todo o processo bem engessado. Embora tenha havido, nas últimas legislações, aberturas a processos criativos e a formas diferenciadas de processos de ensino e aprendizagem, sem citar a questão da autonomia em sala de aula, ainda há poucas experiências reais e duradouras que possam indicar uma mudança significativa na educação. Em termos gerais, podemos inferir que a educação ainda segue muitos preceitos jesuítcos, que poderiam já ter sido superados, mas ainda continuam como lugar-comum na educação brasileira.

A questão é que, de forma geral, os sistemas de ensino impedem ou dificultam experiências inovadoras em termos de processos de ensino e aprendizagem diferen-

ciados, como os pautados em conceitos neurocientíficos. Fora algumas experiências isoladas, como o GENTE (Ginásio Experimental de Novas Tecnologias), da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, e o Projeto NAVE (Núcleo Avançado em Educação), entre outras poucas experiências, pouco se tem de experiências institucionais relativas à implementação de fundamentos neurocientíficos em escolas.

Estas questões relativas aos sistemas de ensino podem, portanto, ser elementos impeditivos ou dificultadores da implementação dos fundamentos e princípios para uma Neurodidática nas escolas.

A questão das escolas

As próprias escolas, em si, muitas vezes podem apresentar resistência e, até mesmo, impedir que metodologias diferenciadas e experiências educativas ocorram em seu interior. Tanto no âmbito público como no privado, existem inúmeros relatos de projetos ou metodologias que foram impossibilitadas por dificuldades ou impedimentos próprios da escola.

São de ordem variada tais dificuldades ou impedimentos. Já houve relatos sobre diretor de escola particular que não permitia música dentro da escola, nem mesmo como recurso educativo pelo professor. Em outra situação, professor que tentava implementar um processo diferenciado sofreu preconceito dos próprios colegas, incomodados, provavelmente, sobre como seria visto seu trabalho em função do colega "aparecer" com sua proposta. Também já houve relatos de resistência e até denúncia de

responsáveis sobre processos educacionais diferenciados, normalmente por ignorância sobre o processo.

Portanto, há algumas questões de ordem administrativa, cultural e estrutural que envolve a implementação de fundamentos neurocientíficos dentro da escola.

Inicialmente, entendemos que todo projeto, proposta ou metodologia deve ser apresentado ao colegiado da escola. Não vemos muita possibilidade de sucesso em propostas isoladas ou que não tenham apoio, tanto da Direção e da Coordenação Pedagógica quanto do restante do corpo de professores, funcionários e, principalmente, responsáveis. Portanto, há de se argumentar eficientemente, apresentando um projeto sólido e pautado em referências científicas corretas.

Em segundo lugar, mas ainda em relação a este aspecto, vemos que qualquer proposta tem de estar integrada ao Projeto Político-Pedagógico da escola, fazendo parte do escopo de ações a serem tomadas pela escola, mesmo que sua implementação seja em caráter experimental e com um grupo ou turma isolada. Não há como uma experiência deste âmbito ter muitas possibilidades de sucesso se não fizer parte de um projeto coletivo e ser apoiada e, também, ter sugestões e auxílio de todos.

Da mesma forma, tal proposta deve ser apresentada e explicada à comunidade escolar, para que todos a entendam e a encampem. Com relação aos responsáveis, cabe o recurso de reunir para explicar. Apresentar uma proposta diferenciada que envolva seus filhos pode muitas vezes ser encarado de forma negativa, como, por exemplo, "o professor que não quer dar aula" ou "meu filho não vai aprender nada assim". Portanto, a melhor

saída é sempre a informação clara e a proposta entendida da melhor forma possível. Isto deve, a nosso ver, ser realizado também com os alunos, e achar que "não tem aulas, só brincadeiras".

Mas talvez um dos aspectos mais importantes seja o cultural, ou como preferimos abordar, uma questão de paradigma. Muitas vezes, a resistência paradigmática de diretores, coordenadores pedagógicos, professores, funcionários, responsáveis e dos próprios alunos pode ser um impeditivo à proposta. Como a Neurociência Pedagógica é ainda um campo recente e está sendo gradativamente implementado no imaginário das pessoas, muita gente ainda não entende ou acredita que tais fundamentos e princípios possam efetivamente funcionar. Isto, inclusive, pode independer do nível de instrução, pois pessoas com curso de Mestrado e Doutorado que atuam em escolas muitas vezes têm a mesma perspectiva preconceituosa ou desacreditadora.

Com relação aos colegas professores, é importante colocar o projeto para apreciação, e responder de forma clara às questões e críticas que surgirem. Realizar este procedimento pode resolver vários problemas, entre eles questões de melindres, mal-entendimentos e, até mesmo, "fofocas" sobre o que está sendo implementado. A informação e sujeição ao corpo de professores e responsáveis pode induzir favoravelmente à resolução de várias questões adversas que surgirão com o processo.

A questão das metodologias

Muitas vezes, ao tratarmos do assunto das metodologias ativas de ensino-aprendizagem, há um espanto inicial que pode sugerir aos menos avisados que estas são fórmulas mágicas que irão resolver os problemas educacionais.

Quando nos deparamos com estas situações, a primeira coisa que lembramos é que toda situação educacional é contextual. O que é feito em uma turma, não necessariamente dará certo em outras. Há alunos que são mais maduros para responder a certas "provoações" em termos de metodologias, há outros que não. Há turmas que são facilmente moldáveis, há outras bastante resistentes.

Se isto é verdadeiro em relação a alunos e turmas, o é mais amplamente em relação às escolas. Fora a especificidade de cada escola em si, há a questão dos âmbitos público e privado. Propostas, projetos e metodologias que são facilmente encampáveis em uma escola privada são impensáveis em escolas públicas e vice-versa, sem contar com a questão, já abordada, em relação a Diretores e Coordenadores Pedagógicos mais ou menos resistentes.

Há, portanto, a necessidade de avaliação prévia das possibilidades e impossibilidades da aplicação de tal ou qual metodologia dentro do contexto específico de turma e escola, para que se possa implementar algo que tenha possibilidade de sucesso. Em alguns casos, pode ser que a questão seja do momento não ser o mais adequado, o que valida mais uma vez a necessidade da avaliação prévia.

Uma dificuldade que as metodologias ativas enfrentam é a imposição de conteúdos disciplinares considerados imprescindíveis de serem aprendidos pelos alunos, o que pode limitar a flexibilidade característica destas metodologias. Porém, uma forma de enfrentar essa situação é optar pela compatibilização de diversas propostas metodológicas, como, por exemplo, "trabalhar com projetos/problemas" e não "trabalhar por projetos/problemas".

Outra opção seria combinar as abordagens baseada em problemas e baseada em projetos com outras. Aliás, esta é uma das sugestões mais comuns: a combinação de diversas metodologias para um melhor aproveitamento em sala de aula, pois a variabilidade pode ser um elemento favorável se for conduzida com critério e planejamento.

Por outro lado, uma aplicação metodológica deve contemplar as realidades contextuais e culturais em que estão envolvidos os alunos. Se estas não forem levadas em conta, provavelmente não haverá os resultados esperados.

É importante lembrar também, especialmente em relação aos professores que possam tentar implementar um processo metodológico ativo, que há de se ter paciência e controle, pois, muitas vezes, os resultados iniciais não são os esperados. A maioria dos professores, mesmo aqueles que tentam encampar a proposta, não conhece ou resiste à utilização em sala de aula simplesmente por não estar acostumado a ela.

Outro impeditivo importante é a falta de tempo dos professores e dos alunos, pois muitas vezes um processo metodológico ativo pode dispendir mais tempo do que o imaginado, e as exigências burocráticas podem

dificultar ou até mesmo impedir sua implementação, como, por exemplo, prazos de lançamento de avaliações, datas de encerramento do período ou ano letivo. Por isso, é absolutamente necessário que seja confeccionado para cada metodologia a ser implantada um cronograma, que direcione o profissional para as ações a serem implementadas dentro de um período de tempo. Aliás, assim como acontece com qualquer processo pedagógico, deve ser bem planejado. Mas, no caso das metodologias ativas, deve ser muito melhor planejado e controlado.

Outro aspecto relativo ao aluno diz respeito, novamente, à cultura escolar. Nem sempre o aluno está preparado para atuar como principal sujeito da aprendizagem, como ator do seu processo. Isso exige uma certa maturidade que, muitas vezes, depende não somente da faixa etária mas também da postura do aluno e de seu compromisso com a aprendizagem. O aluno pode não estar preparado para aprender como protagonista.

De todos os implicados (professor, alunos, Direção, Coordenação Pedagógica e responsáveis), a aplicação das metodologias ativas é um processo que exige muita disciplina, exige competência nas relações interpessoais, muito hábito de leitura, eficiente administração de tempo e forte espírito de cooperação, algo pouco encontrado nas escolas, de uma forma geral. Portanto, são questões que necessitam ser previstas e trabalhadas para que o processo possa ocorrer eficazmente.

Questões específicas de algumas metodologias

Por termos justamente tocado no assunto da disciplina, administração do tempo e espírito de cooperação, surgem algumas questões relacionadas a algumas metodologias ativas de aprendizagem em específico, que serão tratadas neste tópico.

Uma das metodologias que apresenta algumas questões particulares é a sala de aula invertida. Não é da cultura educacional brasileira o aluno estudar antes da aula. Embora, do ponto de vista neurocientífico, o conhecimento prévio ser um excelente facilitador do processamento de informações e memória em relação a um dado conteúdo, esta não é uma prática comum em termos de estudo do aluno. Portanto, é uma forte barreira cultural a ser vencida.

Por outro lado, este tipo de metodologia exige uma disciplina extremamente acirrada e hábito de leitura. No entanto, para toda mudança paradigmática, existe um ponto inicial, e o processo deve ser, efetivamente, tentado. Mas há outro aspecto: o comprometimento dos alunos em sala de aula deve ser total. Não há como se implementar esta atividade sem a necessária disciplina por parte do aluno, o que, como já visto, não é a regra.

Outra metodologia que traz muitas questões é a de Aprendizagem por Projetos. Realizar esta metodologia não é tarefa fácil, especialmente por envolver um longo período de tempo. Se não houver um forte controle por parte do professor e dos alunos, o processo pode se perder por dispersão, já que muitas vezes o Projeto

pode levar meses de implementação. Portanto, um forte controle neste aspecto se faz necessário.

Implementar jogos como estratégia educacional também é outra tarefa que necessita de planejamento e estratégia. Não é simples lidar com jogos e seus resultados, questões e problemas que podem surgir ao longo do processo. Também é um processo que demanda controle e conhecimento específico da ferramenta e das regras do jogo.

Considerações Finais

A nosso ver, a aplicabilidade da Neurociência na prática pedagógica é um desafio multidimensional que envolve primariamente a vontade do professor em melhor compreender sua prática e buscar formas de analisar e superar os diversos desafios da sala de aula.

Tal desafio envolve múltiplas variáveis, variáveis estas que vão desde compreender a multiplicidade cerebral de uma única turma, conhecer sua personalidade para saber como trabalhar com estes cérebros e ainda ser capaz de buscar formas de tornar seu trabalho agradável e atraente para os seus alunos.

É realmente um grande desafio saber usar sua sensibilidade emocional na atuação com seus alunos em sala de aula. É sempre aparentemente muito mais "fácil" despersonalizar e tratar aluno como "aluno", como se fosse uma massa de "mínions", em uma alegoria aos engraçados personagens presentes em filmes da Universal Pictures. O mais interessante de utilizar essa alegoria dos "mínions" é que, mesmo parecendo uma massa disforme de seres incrivelmente parecidos, todos eles são, na verdade, únicos, com diferenças significativas de personalidade e de gostos.

Por isso, mesmo que procuremos "facilmente" despersonalizar os alunos, eles sempre se personalizam para nós. E termos de lidar com esta diversidade dentro

de uma ideologia de igualdade é realmente um desafio que grande parte dos professores cumpre com louvor.

Há aspectos bem interessantes a ressaltar sobre a questão da diversidade do alunado em relação à igualdade da condição de aluno. Primeiramente, seu cérebro é único, pois é resultado de uma genética única combinada com a experiência derivada de estímulos sensoriais únicos, pois as experiências são únicas e individuais. Então, genética única mais ambiente único resultam em ser único, com uma construção cerebral única.

Mas, além de serem únicos, nossos alunos são seres emocionais, assim como nós, professores. A sala de aula torna-se, então, uma combinação singular de comportamentos emocionais, mediados pela emotividade daquele que, a princípio, comanda (no sentido de (co)mandar, ou seja, mandar junto) estas emoções da mesma forma que um maestro comanda uma orquestra ou um coral de vozes.

Nesta espetacular colagem de seres emocionais, mantê-los sintonizados é outro desafio que se impõe. Neste sentido, torna-se imperativo sintonizar estas atenções, utilizando o professor da sua emotividade para ser mais importante que os elementos distratores e dispersores. E a novidade é um elemento vital para se chamar a atenção. Fazer de cada aula uma novidade é realmente de grande auxílio para a aprendizagem.

Outra forma de se lidar com a atenção e a emoção é por meio do movimento. O movimento estimula os sentidos, impõe mudanças hormonais e direciona a atenção e o estado emocional. Mas o movimento, em si, também é um poderoso auxiliar da aprendizagem, e

o aluno deve ter atividades físicas dentro de sua rotina para melhorar seu desempenho acadêmico.

Assim como no movimento, em que a repetição é um recurso importante para aprender o gesto esportivo e ganhar massa muscular, eficiência cardiorrespiratória e se tornar proficiente em alguma valência motora, na sala de aula, a repetição é um poderoso elemento reforçador da aprendizagem. Neste espectro, torna-se de fundamental importância o dever de casa e as formas de repetição em sala de aula de conceitos, ideias e signos. O cérebro precisa de repetição.

Repetição também é importante no jogo. Jogar é um divertimento, normalmente cercado de um estado atencional ótimo, emoções engajadas e que, assim como o exercício, em si também melhora diversas variáveis ligadas à aprendizagem, entre elas o fenômeno da recompensa, que ativa enormemente as capacidades cerebrais. Aprender a utilizar o jogo dentro da sala de aula como recurso pedagógico é um desafio para o professor, que será recompensado enormemente à medida que consiga aliar o conteúdo que tem de ministrar com esta forma extremamente atraente de atividade.

Na esteira do jogo, as Artes em geral e a Música são também aliados de extrema importância. Basta lembrar a "veia" artística dos professores de Educação Infantil, que utilizam recursos das artes plásticas, cênicas e da música fartamente em suas atividades com as crianças. Infelizmente, esta perspectiva parece se perder ao longo do tempo da escola, especialmente no Ensino Fundamental II (6º a 9º ano), em que a estrutura seriada e disciplinar, combinada com o aumento em faixa etária

dos alunos, parece esquecer que as artes e a música, combinadas nas disciplinas (e não somente como disciplina isolada) podem ser amplamente utilizadas para enriquecer e fortalecer os laços cognitivos dos alunos.

Reforçando estas evidências dos valores associados às artes e à música, há o entendimento de como nosso cérebro é socialmente construído, e que parte dessa construção deriva das capacidades artísticas diversas desenvolvidas pelos alunos e de como estes apreciam a música em seu dia a dia.

Mas a construção social do cérebro não é somente um fenômeno envolvido com as artes e a música, mas como estes elementos, em conjunto com vários outros, contribuem para que o aluno se construa como pessoa. Neste sentido, o rol de suas interações sociais é estabelecido em contato com o igual e com o diferente, colegas de turma e de escola, pais, amigos, professores e todos os demais atores do grande teatro escolar.

Todos estes elementos se congregam para que o aluno forme o sentido e o significado de seu estar no mundo. E esta noção tem diretamente a ver com a sala de aula, pois da mesma forma que procura dar sentido e significar o mundo à sua volta, também o faz em relação às várias disciplinas que são oferecidas no ambiente escolar. Auxiliar o aluno à que sua matéria faça sentido e tenha significado em sua vida é também uma função do professor, que tanto mais sucesso terá em sua empreitada quanto mais associe o conteúdo a lecionar com a vida do aluno.

Uma forma bastante atraente de fazer com que sua tarefa de lecionar seja bem-sucedida é tornar o aluno o

principal agente de sua construção de conhecimento. É torná-lo ativo e engajado, sentindo-se valorizado e capaz de criar, em vez de somente reproduzir e repetir.

É uma tarefa mais árdua do que parece. Nossa educação está imersa em um paradigma no qual o aluno é um ser receptor, e não emissor, em que é um reproduutor de "verdades" e não um criador de conhecimento. Ele, portanto, não está apto, a priori, para exercer esta mudança paradigmática em si. Necessita de ajuda, de um caminho que o faça conseguir superar as dificuldades inerentes à mudança.

Neste sentido, as Metodologias Ativas de Aprendizagem constituem um elemento pedagógico de grande valia, ao ofertar várias diferentes possibilidades de projetos e atividades que podem auxiliar o aluno a, como o nome diz, ser um elemento ativo do processo de aprendizagem, e um efetivo construtor de seu conhecimento.

Não somente as metodologias em si mas também princípios a ela associados e pequenas mudanças na rotina de sala de aula são capazes de proporcionar experiências importantes para o aluno. As mudanças são encaradas como novidades e geram atenção, incrementando o estado motivacional positivo. Assim, mudar de ambiente de aula, dentro da própria escola ou externamente a ela, pode fazer grande diferença para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Fica claro, desta forma, que variados aspectos que envolvem a Neurociência aplicada à prática pedagógica podem proporcionar significativas transformações na prática docente de modo a alterar a forma de os discentes lidarem com o processo educacional.

Apesar de ser uma tarefa que demande planejamento, controle constante e replanejamento, ou seja, que exige um esforço da parte do professor em implementar e controlar todo o processo, seus resultados podem ser de extrema valia não só em termos cognitivos mas também, principalmente, para a vida do aluno.

Este aspecto é, a nosso ver, o grande corolário da Neurociência Pedagógica: preparar o aluno, por meio da atividade educativa, para a vida, para poder lidar com as demandas que ocorrem em todo o processo de desenvolvimento do indivíduo.

Trata-se, portanto, de uma atividade que, apesar de laboriosa, é fundamental dentro do contexto de alunos do século XXI. Afinal, preparar o aluno para a vida é a precipua finalidade da educação.

Referências

- AADLANDA, K.N. et al. *Relationships between physical activity, sedentary time, aerobic fitness, motor skills and executive function and academic performance in children*. Mental Health and Physical Activity, Accepted Manuscript, doi: 10.1016/j.mhpa.2017.01.001, 2017.
- ABERG, M.A.I. et al. *Cardiovascular fitness is associated with cognition in young adulthood*. PNAS. December 8, vol. 106 no. 49, 20906-20911, 2009.
- ADOLPHS, R. *The Social Brain: Neural Basis of Social Knowledge*. Annu. Rev. Psychol., 60:693-716, 2009.
- ALMEIDA, V.S., et al. *Comparação do desempenho motor de crianças com transtorno de aprendizagem e desenvolvimento típico*. Revista Ibero-americana de Educação, vol. 69, n. 1, pp. 133-146, 2015.
- ARIAS-CARRIÓN, O. et al. *Dopaminergic reward system: a short integrative review*. International Archives of Medicine, 3:24, 2010.
- BAIÃO, L.P.M.; CUNHA, R.G. *Doenças e/ou disfunções ocupacionais no meio docente: uma revisão de literatura*. Revista Formação@Docente - Belo Horizonte - vol. 5, no 1, jan/jun 2013.
- BALCELLS, M. *Historical aspects of the anatomy of the reticular formation*. Neurosciences and History, 3(4): 166-173, 2015.
- BARBIER, R. *L'écoute sensible dans la formation des professionnels de la santé*. Conférence à l'École Supérieure des Sciences de la Santé du G.D.F. (Brésil). Université de Brasília, 2002.
- BERESFORD, H. *Valor: saiba o que é*. 2. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2008.
- BROOKMAN, A.; MCDONALD, S.; MCDONALD, D.; BISHOP, D. V. *Fine motor deficits in reading disability and language impairment: Same or different?* PeerJ, 1, e217, 2013.

BROOKS, J.G.; BROOKS, M.G. *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria, Virginia, USA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1999.

BURKE, C.J. et al. *Neural mechanisms of observational learning*. PNAS, August 10, vol. 107, no. 32, 14431-14436, 2010.

CABALLERO, M. *Neuroeducación de profesores y para profesores: de profesor a maestro de cabecera*. Madrid, Espanha: Pirâmide, 2017.

CAINE, R.N.; CAINE, G. *12 Brain/Mind Natural Learning Principles*. Natural Learning Research Institute. Disponível em: <<http://www.nlri.org/products-and-resources/resources-2/>>. S.d.

CARLOTTO, M.S. Síndrome de Burnout em professores: prevalência e fatores associados. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27(4), p. 403-410, out. dez, 2011.

CARPENTER, S.K. et al. Using spacing to enhance diverse forms of learning: review of recente research and implications for instruction. *Educ Psychol Rev.*, 24:369-378, 2012.

CEPEDA, N.J. Spacing Effects in Learning: A Temporal Ridgeline of Optimal Retention. *Psychological Science*, 19, 1095-1102, 2008.

CHANDRA, S., et al. *Playing Action Video Games a Key to Cognitive Enhancement*. 7th International conference on Intelligent Human Computer Interaction, IHCI 2015. *Procedia Computer Science*, 84, p. 115 - 122, 2016.

COLÓN-RAMOS, D.A. *Synapse Formation in Developing Neural Circuits*. Current topics in developmental biology. Volume 87, Pages 53-79, 2009.

CORONA, F.; PERROTA, F.; COZZARELLI, C. The triune brain: limbic mind, mind plastic, emotional mind. *American Medical Journal* 2 (1): 51-53, 2011.

CORTELLA, M.S. *Educação, escola e docência: novos tempos, novas atitudes*. São Paulo: Cortez, 2014.

D'AGOSTINI, A. Sensibilidade e aprendizagem do professor. *La Salle - Rev. Educ. Ciên. Cult.*, v. 7, n. 2, p. 21-29, 2002.

DAMÁSIO, A.R. *O Erro de Descartes*. São Paulo: Schwarcz, 1998.

EISENKRAEMER, R.E.; JAEGER, A.; STEIN, L.M. A Systematic Review of the Testing Effect in Learning. *Paidéia*, Vol. 23, No. 56, 397-406, 2013.

ELDAR, E.; NIV, Y. Interaction between emotional state and learning underlies mood instability. *Nature Communications*, 6:6149. DOI: 10.1038/ncomms7149, 2015.

ESTEBAN-CORNEJO, I et al. Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport* 18, 534-539, 2015.

ESTEBAN-CORNEJO, I., et al., on behalf of UP & DOWN Study Group. Objectively measured physical activity has a negative but weak association with academic performance in children and adolescents. *Acta Paediatrica*, 103, pp. e501-e506, 2014.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - SÃO PAULO. *Revista E!* - Ensino Inovativo. FGV-SP: Centro de Desenvolvimento do Ensino e da Aprendizagem (CEDEA), volume especial, 2015.

GALDI, M., et al. *Gross-motor skills for potential intelligence descriptive study in a kindergarten*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3797 - 3804, 2015.

GAZZANIGA, M.S. *Arts and Cognition - Findings Hint at Relationships*. In: *Learning, Arts, and the Brain*. The Dana Consortium Report on Arts and Cognition: New York, 2008.

GRISSMER, D. et al. Fine motor skills and early comprehension of the world: two new school readiness indicators. *Developmental Psychology*, Vol 46(5), 1008-1017, 2010.

GRIVAS, J. *VCE Psychology Units 3 & 4*. Chapter 10: Neural basis of learning. 5.ed. South Yarra, VIC Macmillan Education Australia Pty, 2013.

GUILLÉN, J.C. *Neuroeducación em el aula: de la teoría a la práctica*. Espanha: Amazon, 2017.

HARDIMAN, M. et al. *Neuroeducation: Learning, Arts, and the Brain*. Findings and Challenges for Educators and Researchers from the 2009 Johns Hopkins University Summit. USA, Nova York/Washington d.C.: Dana Press, 2009.

- HARRINGTON, B.; O'CONNELL, M. *Video games as virtual teachers: Prosocial video game use by children and adolescents from different socioeconomic groups is associated with increased empathy and prosocial behaviour*. *Computers in Human Behavior*, Volume 63, October Pages 650-658, 2016.
- HENDEL-GILLER, R., et al. *The Neuroscience of Learning: a new paradigm for Corporate Education*. The Maritz Institute White Paper. The Maritz Institute, 2010.
- HOWARD-JONES, P.A. *Neuroscience and Education: A Review of Educational Interventions and Approaches Informed by Neuroscience - Full Report and Executive Summary*. Education Endowment Foundation. England: University of Bristol, 2014.
- HOWARD-JONES, P.A., JAY, T. *Reward, learning and games*. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10:65-72, 2016.
- IKEMOTO, S. *Brain reward circuitry beyond the mesolimbic dopamine system: A neurobiological theory*. *Neurosci Biobehav Rev*. November ; 35(2): 129-150, 2010.
- KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSEL, T.M. *Fundamentos da neurociência e do comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
- KANG, S.H.K. *Spaced Repetition Promotes Efficient and Effective Learning: Policy Implications for Instruction*. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 3(1) 12-19, 2016.
- KARPICKE, J.D.; HOEDIGGER III, H.L. *Repeated retrieval during learning is the key to long-term retention*. *Journal of Memory and Language*, 57, 151-162, 2007.
- KIM, H., et al. *Relations among motor, social, and cognitive skills in pre-kindergarten children with developmental disabilities*. *Research in Developmental Disabilities*, 53-54, 43-60, 2016.
- KOLB, B.; WHISHAW, I.Q. *Neurociência do comportamento*. São Paulo: Manole, 2002.
- KÜHN, S., et al. *Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game*. *Molecular Psychiatry* 19, 265-271, 2014.
- KUHN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.
- LAMBERT, K.G. *The life and career of Paul MacLean: A journey toward neurobiological and social harmony*. *Physiology & Behavior* n; 79, p. 343- 349, 2003.
- LENT, R. *Cem bilhões de neurônios*. São Paulo: Atheneu, 2001.
- LEVY, G.G.T.M.; SOBRINHO, F.P.N.; SOUZA, C.A.A. *Síndrome de Burnout em professores da Rede Pública*. *Produção*, v. 19, n. 9, p. 458-465, set/dez, 2009.
- LIMA, M.F.E.M.; LIMA-FILHO, D.O. *Condições de trabalho e saúde do/a professor/a universitário/a*. *Ciências & Cognição*, Vol 14 (3): 062-082, 2009.
- LOPES, L.; SANTOS, R.; PEREIRA, B.; LOPES, V.P. *Associations between gross Motor Coordination and Academic Achievement in elementary school children*. *Human Movement Science*, 32, 9-20, 2013.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do Exercício: nutrição, energia e desempenho humano*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- MAGUIRE, E.A., et al. *Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers*. *PNAS* April 11, v. 97, n.8, 2000.
- MESQUITA, A.A., et al. *Estresse e síndrome de Burnout em professores: prevalência e causas*. *Psicol. Argum.* 31(75), p. 627-635, out. dez., 2013.
- MORÁN, J. *Mudando a educação com metodologias ativas*. In: *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Vol. II. Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (orgs.). PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *The Neuroscience of Gaming - Workshop in Brief*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2015.
- PELLEN, M. V.; ATKINSON, A. P.; VUILLEUMIER, P. *Supramodal Representations of Perceived Emotions in the Human Brain*. *The Journal of Neuroscience*, v.30, n.30, p.10127-10134, 2010.

PETERSEN, S.E.; POSNER, M.I. The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annu Rev Neurosci.* 35: 73–89, 2012.

PIEK, J.P., et al. The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science*, 27, 668–681, 2008.

RADVASNKY, G.A. *Human Memory*. 2. ed. USA, New York: Pearson Education, 2011.

RELVAS, M.P. *Neurociência na Prática Pedagógica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

RELVAS, M.P. *Que Cérebro é esse que chegou à Escola*. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

RELVAS, M.P. *Sob o Comando do Cérebro: entenda como a Neurociência está no seu dia a dia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

RILLING, J.K., et al. A Neural Basis for Social Cooperation. *Neuron*, Vol. 35, 395–405, July 18, 2002.

RIZZOLATTI, G; CRAIGUERO, L. The Mirror-Neuron System. *Annu. Rev. Neurosci.* 27:169–192, 2004.

RUBENSTEIN, J.R.L.; RAKIC, P. (Editores) *Neural Circuit Development and Function in the Brain*. USA, São Francisco: American Press/Elsevier, 2013.

RUSSO, R.M.T. *Neuropsicopedagogia clínica: introdução, conceitos, teoria e prática*. Curitiba: Juruá, 2015.

SABITZER, B. Games for Learning: A Neurodidactical Approach to Computer Science. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, Volume 19, 2013.

SCHMIDT, H.L.; CARPES, P.B.M.; CARPES, F.P. *The role of regular physical exercise for enhancement of long-term memory in the elderly: a review of recent evidences*. Pajar v.3 n.2 p.60-68, 2015.

SUGGATE, S.; PUFKE, E.; STOEGER, H. The effect of fine and grapho-motor skill demands on preschoolers' decoding skill. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 34–48, 2016.

VAN DER FELS, I.M.J., et al. The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: a systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18, 697–703, 2015.

WAELTI, P; DICKINSON, A; SCHULTZ, W. Dopamine responses comply with basic assumptions of formal learning theory. *Nature* 412, 43–48, 2001.

WEINSCHENK, S.M. *Neuro Web Design: what makes them click? USA: News Riders*, 2009.

WEINTEN, W.; DUNN, D.S.; HAMMER, E.Y. *Psychology Applied to Modern Life: Adjustment in the 21st Century*. 12.ed. USA, Boston: Cengage Learning, 2016.

WEKERLIN FILHO, D. *Complexidade, aprendizagem e medo: bases biológicas das emoções e sentimentos e a problemática educacional*. Tese de Doutorado. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica, 2007.

WEXLER, B.E. *Brain and Culture: neurobiology, ideology and social change*. USA, Massachusetts: MIT Press Book, 2006.

WESTENDORP, M., et al. *The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities*. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2773–2779, 2011.

WIDMAIER, E.P.; RAFF, H.; STRANG, K.T. *Vander. Fisiologia Humana: os mecanismos das funções corporais*. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

WILLIS, J. Nurturing Students' Brains for the Future. In: *Mind, Brain, and Education: Implications for Educators*. Learning landscapes, vol. 5 n. 1, 2011.

WILSON, A.D.; GOLONKA, S. Embodied Cognition is Not What you Think it is. *Front Psychol*; 4: 58, 2013.

WOOLFOLK, A. *Educational Psychology*. 13. ed. USA: Pearson, 2016.

Conheça também da **WAK Editora**



CABEÇA NAS NUVENS

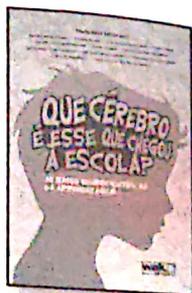
Jane Patricia Haddad

ISBN: 978-85-7854-224-5

**QUE CÉREBRO É ESSE QUE CHEGOU
À ESCOLA - As bases neurocientíficas
da aprendizagem**

Marta Pires Relvas

ISBN: 978-85-7854-207-8



**NEUROPSICOLOGIA EM AÇÃO -
entendendo a prática**

*Clarice Peres e
Rachel Schlindwein-Zanini*

ISBN: 978-85-7854-365-5



ANDRÉ LUIZ DE BRITTO TELES CODEA

Mestre em Ciência da Motricidade Humana, com especialização em Anatomia Humana e Biomecânica e em Gestão Escolar. Professor da Rede Municipal de Ensino do Rio de Janeiro desde 1994. Professor na Rede Particular de Ensino Superior desde 2000, lecionando em diversos cursos de graduação e pós-graduação, destacando-se atualmente a Universidade Iguazu (UNIG) na Graduação, as Faculdades Integradas AVM (como coordenador do curso de Neurociência Pedagógica Clínica e professor nos cursos de Neurociência Pedagógica e Docência do Ensino Fundamental e Médio) e a Faculdade Tecnológica de Palmas (FTP)/AGOS - Educação Profissional e Pós-Graduação (como docente no curso de Neuropsicopedagogia), na Pós-Graduação. Também é autor de curso *on-line* em Neurodidática pela Ofbox Educação. Coautor no curso de Neurociência da Educação pelo CBI of Miami.