

Aprendizagem: Uma Abordagem Psicofisiológica Learning: A Psychophysiological Approach

Nicole Costa Faria¹, Carlos Alberto Mourão Júnior²

¹ Psicóloga - Departamento de Psicologia, UFJF

² Universidade Federal de Juiz de Fora.

Recebido em 6 de janeiro de 2017; Aceito em 8 de junho de 2017.

Resumo

O objetivo do presente trabalho é apresentar de maneira didática o aprendizado, como um processo psicológico básico de extrema importância para todos os animais. Perceberemos que o aprendizado exerce uma influência sobre nosso comportamento e é fundamental para a sobrevivência dos animais. Serão apresentados as duas formas de aprendizado não associativo (habituação e sensibilização) e as duas formas de aprendizado associativo (condicionamento clássico e condicionamento operante). Serão explicados alguns experimentos clássicos na área. Por fim, este é um tema de grande importância para psicólogos e psicoterapeutas, uma vez que compreender os mecanismos do aprendizado nos ajuda a entender melhor distúrbios comportamentais como a síndrome de estresse pós-traumático e a dependência química, por exemplo. Além disso o tema apresenta grande relevância para a área de educação.

Palavras-chave: Aprendizado. Condicionamento. Neurociências. Cognição. Comportamento.

Abstract

This paper aims to present the process of learning in a didactic way. Learning is a basic psychological process of paramount importance for all animals. We realize that learning is an important modulator of our behavior and is useful for the animals' survival. The two forms of non-associative learning will be presented (habituation and sensitization) and the two forms of associative learning (classical conditioning and operant conditioning) are explained. Classic experiments in the area are also explained. Finally, this is a topic of great importance for psychologists and psychotherapists, since understanding the learning mechanisms helps us to better understand behavioral disorders such as post-traumatic stress syndrome and substance abuse, for example. Moreover, these issue is very important for the understanding of educational processes.

Keywords: Learning. Conditioning. Neuroscience. Cognition. Behavior.

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho é apresentar de maneira didática e introdutória o aprendizado (ou aprendizagem)¹, um processo psicológico básico de extrema importância para todos os animais. Após uma busca nas bases de dados LILACS e Scielo, não encontramos artigos em português que tivessem por escopo introduzir o assunto, explicando o fenômeno a partir de seus fundamentos e mecanismos básicos e, ao mesmo tempo, relacionando-o a problemas atuais no âmbito da psicologia. Portanto, este é o propósito desse trabalho: apresentar o tema de maneira objetiva e acessível a estudantes. Salientamos que apresentar o aprendizado como um processo isolado é um recurso meramente didático, pois na realidade os processos psicológicos básicos funcionam de maneira integrada (FUSTER, 2003; FUSTER, 2008).

Perceberemos a ampla influência que o aprendizado tem sobre nossos comportamentos e sua utilidade para a sobrevivência das espécies. Trata-se de um processo presente em todos os animais, o qual surgiu, em sua forma mais simples, em seres cujo sistema nervoso é bastante rudimentar. É através do aprendizado que adquirimos informações a respeito do mundo, as quais permitirão ao organismo responder adequadamente a eventos ambientais de seu entorno. Graças à neuroplasticidade, o sistema nervoso é capaz de alterar sua configuração de acordo com influências ambientais, isso quer dizer que à medida que um organismo interage em seu meio, ele se modifica gradualmente (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006). Esse processo de modificação é possível graças a dois mecanismos principais: aprendizado e memória.

Apesar de nos ajudar bastante em nossos processos de adaptação e desenvolvimento, nem sempre o aprendizado leva a um comportamento que tenha valor para a sobrevivência do organismo. Padrões disfuncionais de comportamento, em alguns casos, são também aprendidos. Assim, tanto comportamentos adaptativos quanto comportamentos disfuncionais (que frequentemente caracterizam distúrbios comportamentais) podem ser aprendidos e, portanto, podem ser “desaprendidos” (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1995). Dessa forma, estudar o aprendizado torna-se importante para que se possa entender de forma mais abrangente diversos distúrbios comportamentais e/ou psicológicos, bem como a síndrome de estresse pós-traumático e a dependência química. Por esse motivo, acreditamos que este tema seja de extrema importância para psicólogos e psicoterapeutas. Ajuda-nos ainda na compreensão de técnicas frequentemente utilizadas para favorecer mudanças de padrões comportamentais.

APRENDIZAGEM

Aprendizagem diz respeito ao processo de aquisição de novas informações, o qual levará a uma mudança comportamental (MOURÃO JÚNIOR; MELO, 2011). Para compreender essa definição, é importante ter em mente que informação, neste caso, diz respeito a qualquer evento capaz de produzir transformações (duradouras ou não): sons, imagens, estímulos táteis etc. Por exemplo, quando ouvimos uma música, uma informação sonora chega ao nosso cérebro, a qual produzirá alterações nos neurônios. E assim o é para qualquer estímulo que atinja nosso sistema nervoso.

O aprendizado é a primeira etapa do processo de memorização, podendo dar origem a memórias de curto ou de longo prazo (IZQUIERDO, 2011; BADDELEY, 2007). Para compreender melhor os mecanismos do aprendizado, vamos dividi-lo em dois tipos: aprendizado não associativo e aprendizado associativo.

1 Nesse texto os termos "aprendizagem" e "aprendizado" são usados, indistintamente, como sinônimos, conforme preconizam os principais dicionários de língua portuguesa.

APRENDIZADO NÃO ASSOCIATIVO

O aprendizado não associativo diz respeito à modificação de uma resposta (comportamento) frente a um único estímulo. Como o nome sugere, é um tipo de aprendizado que não envolve a associação entre dois ou mais estímulos, nem entre um estímulo e uma resposta. Há dois tipos de aprendizado não associativo: habituação e sensibilização. Veremos ~~abaixo~~ que ambos estão relacionados à plasticidade sináptica, ou seja, estão relacionados a mudanças na sinapse (SQUIRE; KANDEL, 2003).

HABITUAÇÃO

Habituação é a forma mais simples de aprendizado não associativo e diz respeito à diminuição de respostas comportamentais frente a estímulos repetidos, desde que esses estímulos sejam neutros (não sejam inofensivos nem benéficos). Em linhas gerais, trata-se de aprender a não reagir frente a estímulos indiferentes. Vejamos os seguintes exemplos .

Quando estamos estudando com o ventilador ligado, inicialmente, o barulho nos incomoda e nos desconcentra. Porém, passado algum tempo, somos capazes de nos concentrar novamente, “esquecendo” que o barulho está ali. É como se ele se tornasse mais baixo e logo, nos incomodasse menos. O que acontece é que, em um primeiro momento, o barulho provoca uma resposta neuronal forte o suficiente para nos desconcentrar. Como o estímulo não é nocivo, a resposta neuronal diminui com o passar do tempo.

Eric Kandel e colaboradores (1995) foram capazes de demonstrar os mecanismos celulares da habituação em uma lesma do mar, chamada *Aplysia californica*. É um animal invertebrado cujo sistema nervoso é bastante simples se comparado ao nosso, com cerca de 20.000 células nervosas apenas. A simplicidade do sistema nervoso desse animal é um dos motivos que justificam a escolha dos pesquisadores pela *Aplysia*. Além de haver poucas células nervosas, essas células são grandes e facilmente identificáveis, o que facilita seu estudo.

Para estudar o fenômeno da habituação, os pesquisadores aplicaram um leve jato de água no sifão (uma região muscular) da *Aplysia*. Inicialmente, o sifão e as brânquias se retraíam, como um mecanismo de defesa. Após a aplicação repetida de leves jatos de água, observou-se que a intensidade da resposta foi diminuindo até não haver mais resposta. O mecanismo molecular que está por trás desse fenômeno é uma espécie de fadiga sináptica. Devido à estimulação repetida do neurônio sensorial do sifão, houve um declínio na amplitude do potencial excitatório pós-sináptico.

Para entender melhor como esse processo ocorre, é preciso ter em mente que há dois neurônios envolvidos no mecanismo de defesa da *Aplysia*: no sifão há um neurônio sensorial, o qual faz sinapse com um neurônio motor, o qual, por sua vez, leva à retirada da brânquia. Com a estimulação repetida, o neurônio sensorial libera uma menor quantidade de neurotransmissores na fenda sináptica, o que diminui a efetividade da sinapse (KANDEL, 2006).

Fica claro, portanto, que esse tipo de aprendizado é de extrema importância para a sobrevivência dos animais, uma vez que através da habituação o animal deixa de emitir comportamentos desnecessários, economizando energia para eventos mais importantes. Além disso, a habituação permite que o animal se concentre em um evento realmente significativo, como fugir de um predador. Nessa situação, distrair-se com estímulos que não estejam relacionados à própria fuga do animal pode ser fatal.

Um aspecto interessante a respeito da duração da mudança sináptica é que seu tempo de duração depende de como a aplicação dos estímulos é manejada. Uma sessão muito pesada, com aplicações ininterruptas, é capaz de criar uma mudança bastante robusta, porém pouco duradoura. Por outro lado, treinos espaçados são capazes de levar a mudanças bastante duradouras (KANDEL, 2000). Trata-se de um princípio geral do aprendizado, o qual pode ser bastante útil no dia a dia. Se quisermos estudar algum assunto, por exemplo, saberemos que, para facilitar a criação de memórias duradouras (memórias de longo prazo), ou seja, para que possamos de fato memorizar e não somente decorar de um dia para o outro, devemos estudar espaçadamente durante os dias, ao invés de nos dedicarmos um dia inteiro a uma quantidade muito grande de informações.

SENSIBILIZAÇÃO

Em oposição à habituação, temos o segundo tipo de aprendizado não associativo: a sensibilização. Se com a habituação passamos a ignorar estímulos irrelevantes, com a sensibilização, aprendemos a ficar mais atentos a estímulos nocivos.

Kandel e colaboradores (1995) também estudaram a sensibilização na *Aplysia*. Nesse caso, aplicou-se um choque (estímulo nocivo) na cabeça da lesma do mar, o qual levou à contração do sifão e das brânquias, além da liberação de um jato de tinta (mecanismo de defesa da lesma). Após o choque, o sifão da *Aplysia* foi estimulado com um pincel (estímulo inofensivo). Apesar da inocuidade do estímulo, a resposta foi a retração do sifão e a liberação de um jato de tinta, como se o animal estivesse em situação de perigo. Isso aconteceu porque, após o choque, a *Aplysia* ficou em estado de alerta, apresentando, por isso, um comportamento disfuncional.

Em termos moleculares, o que acontece é a potencialização da sinapse entre os neurônios sensitivo e motor, como se a sinapse ficasse mais forte. O mecanismo da sensibilização é um pouco mais complexo, pois envolve a presença de um terceiro neurônio. Além dos neurônios acima citados, aparece um interneurônio facilitador, que faz sinapse com o neurônio sensitivo. É esse interneurônio que atua facilitando a sinapse, através da liberação de serotonina. A serotonina liberada é captada pelo neurônio sensitivo que, através de mecanismos minuciosos que não vêm ao caso neste trabalho, culmina na abertura dos canais de cálcio, o que, por sua vez, leva ao aumento do número de vesículas que ancoram na zona ativa do neurônio sensitivo. Essas vesículas são as transportadoras do glutamato, um neurotransmissor excitatório. Com mais glutamato chegando à zona ativa e sendo liberado na fenda sináptica, a sinapse torna-se mais eficiente. É importante ficar claro que o glutamato é liberado na sinapse entre o neurônio sensitivo e o motor (KANDEL et al., 2013).

Com o passar do tempo, desde que não sejam aplicados estímulos fortes novamente, o fenômeno se extingue. Caso contrário, haveria um gasto desnecessário de energia, o que poderia prejudicar o animal.

A extinção do fenômeno é um processo funcional, adaptativo. No entanto, em alguns casos, parece haver uma falha na extinção da sensibilização. É o que acontece, por exemplo, nos quadros de estresse pós-traumático. Durante um evento estressor, o organismo dá início a uma série de respostas fisiológicas que são, em um primeiro momento, adaptativas. Essas respostas envolvem algumas alterações neuroquímicas que rompem a homeostase cerebral. Normalmente, o organismo consegue reestabelecer naturalmente seu estado de equilíbrio. No entanto, nos quadros de estresse pós-traumático, devido ao altíssimo nível de estresse do evento em questão, os mecanismos compensatórios do organismo parecem insuficientes para restabelecer o estado inicial de homeostase. Assim, consolida-se um novo padrão “sensibilizado” de respostas. Pessoas com quadro de estresse pós-traumático passam a apresentar reações exageradas, como se estivessem sob forte perigo, em contextos não ameaçadores (KNAPP; CAMINHA, 2003).

É possível, portanto, estabelecer um paralelo entre o que aconteceu à *Aplysia* no experimento de Kandel e o que acontece a uma pessoa em um quadro de estresse pós-traumático. O evento intensamente estressor para o sujeito pode ser comparado ao choque aplicado à lesma; o evento não ameaçador compara-se ao pincel com o qual a lesma foi estimulada; a resposta fisiológica e a ansiedade vivida pelo sujeito comparam-se à retração do sifão e à emissão do jato de tinta, respostas que são, em um primeiro momento, adaptativas mas que se tornam disfuncionais em contextos não ameaçadores.

É interessante observar que o aprendizado não associativo surgiu bem cedo durante o processo de evolução e permanece até chegar nos mamíferos. Isso nos leva a concluir que trata-se de um processo extremamente importante para a adaptação e sobrevivência das espécies. Por fim, é importante destacar que apesar de esses fenômenos serem normalmente estudados em animais cujo sistema nervoso é bastante simples, como em invertebrados, os mecanismos biológicos do aprendizado e da formação de memórias em mamíferos é bastante similar (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002).

APRENDIZADO ASSOCIATIVO

No aprendizado associativo, como o nome sugere, haverá uma associação, que poderá ser entre dois estímulos ou entre um estímulo e uma resposta. Esse tipo de aprendizado é chamado também de *condicionamento*. Existem dois tipos de aprendizado associativo (ou dois tipos de condicionamento): o condicionamento clássico e o condicionamento operante (ou instrumental) (ANDRADE; SANTOS; BUENO, 2011).

A diferença básica entre os dois é bastante simples: enquanto no condicionamento clássico o animal aprende a associar um comportamento que lhe é próprio a um novo estímulo, no condicionamento operante o animal aprenderá um novo comportamento (CARLSON, 2002).

CONDICIONAMENTO CLÁSSICO

Quem desenvolveu o conceito de condicionamento clássico foi o fisiologista russo Ivan Petrovitch Pavlov, durante a primeira metade do século 20. Ao estudar a salivação dos cães, Pavlov fez descobertas interessantíssimas a respeito do comportamento animal. Em seu clássico experimento, ele fez incisões próximas às glândulas salivares de um cão e conectou um tubo a elas a fim de coletar a saliva produzida pelo animal. Depois de garantir que estava evitando o máximo possível a interferência de estímulos indesejados (como barulhos e sombras externas ao compartimento do animal, sons emitidos pelo experimentador, como suspiros e a própria respiração), o experimentador acionava uma espécie de campainha toda vez que o cão recebia um prato de carne. Nesses casos, certa quantidade de saliva era produzida. Após fazer isso repetidas vezes, o experimentador passou a tocar a campainha sem dar a carne ao cão e a observar a produção de saliva. Curiosamente, percebeu-se que a quantidade de saliva produzida em ambos os casos (com a carne e sem a carne) era a mesma. O cão passou a salivar só de ouvir a campainha que lhe era familiar (PAVLOV, 2003).

Em estudos anteriores, Pavlov havia percebido que bastava sentir o cheiro da carne ou vê-la que o cão salivava. Após o experimento supracitado, percebeu-se que, devido ao condicionamento, o cão passou a salivar até mesmo sem ter nenhum tipo de contato (olfativo, visual ou gustativo) com a carne. Neste exemplo, a salivação do cão é a *resposta* comportamental que será manipulada. A carne é o que chamamos de *estímulo incondicionado*, um estímulo que, por si só, produz a resposta esperada. Por outro lado, a campainha é o que chamamos de *estímulo condicionado*, um estímulo que só produz a resposta se for associado a um estímulo incondicionado (SQUIRE et al., 2013).

Observe que, como citado anteriormente, o cão aprendeu a associar dois estímulos: a campainha à

carne. Em outras palavras: o estímulo condicionado ao estímulo incondicionado. Segundo Pavlov (2003), a condição indispensável para que o condicionamento ocorra, é a apresentação coincidente do estímulo incondicionado e do estímulo condicionado. Ainda segundo o autor, o processo de condicionamento se dá mais facilmente caso o estímulo neutro preceda o estímulo incondicionado. Mais tarde, alguns estudos demonstraram que o intervalo de tempo entre os dois não pode ser grande, estima-se que o tempo máximo seja de 0,5 segundos (LURIA, 1981).

Outro experimento interessante, feito também com cães, foi capaz de alterar o metabolismo do animal através do condicionamento clássico. Os pesquisadores passaram a tocar um sino antes de aplicar uma injeção de insulina no cão, a qual provocava um quadro de hipoglicemia. Após algumas sessões, só de ouvir o badalar do sino, o organismo passava a produzir insulina, entrando, assim, em um quadro de hipoglicemia (MOURÃO JÚNIOR; ABRAMOV, 2011).

O condicionamento clássico é fornece uma hipótese explicativa para um fenômeno bastante curioso: o efeito placebo. Trata-se do resultado da administração de tratamentos que não atuam diretamente na doença ou em sintomas por ela produzidos. Quando se pretende testar a eficácia de um fármaco, procede-se da seguinte maneira: o grupo experimental recebe o medicamento em teste, enquanto o grupo controle recebe um falso medicamento (uma pílula de farinha, por exemplo). Quanto maior a diferença observada entre o grupo experimental e o grupo controle, maior a eficácia do remédio. Durante alguns estudos como este, os placebos obtiveram surpreendentemente 30% a 40% de resultados positivos. Em outras modalidades de tratamento, as pesquisas também revelam resultados inesperados, como em cirurgias cardíacas. Nesse caso, os pacientes do grupo experimental passam de fato pelo procedimento cirúrgico completo, enquanto os pacientes do grupo controle são anestesiados e sofrem apenas um corte no local da cirurgia. O índice de resultados positivos chegou a 80% no grupo submetido ao procedimento placebo, enquanto no grupo cirúrgico o índice foi de 40% (GOLDBERG, 2009).

A partir da teoria do condicionamento é possível pensar em uma explicação consistente para esse fenômeno. Quando tomamos um remédio para dor, a ação das substâncias presentes no medicamento no nosso sistema nervoso leva à melhora. Dessa forma, após tomar o remédio algumas vezes, o estímulo incondicionado (a substância ativa da medicação) é emparelhado com o estímulo condicionado (o comprimido), o que pode culminar na associação entre o comprimido e o alívio da dor. Assim, mesmo que tomemos um comprimido placebo, o organismo está condicionado a responder a esse estímulo (comprimido) de uma certa maneira. A partir da teoria do condicionamento, pressupõe-se que o placebo só acontecerá se as pessoas já tiverem tido experiências anteriores que permitiriam o condicionamento. É importante ressaltar, entretanto, que o efeito placebo é um fenômeno para o qual ainda se procuram explicações mais robustas.

CONDICIONAMENTO OPERANTE

Como dito anteriormente, nesse tipo de condicionamento o animal aprenderá um novo comportamento. Nessa área, destacam-se os estudos de Burrhus Frederic Skinner, importante psicólogo estadunidense, o qual conduziu trabalhos pioneiros em psicologia experimental, aprofundando a discussão sobre os detalhes envolvidas nos processos de condicionamento.

Skinner colocou um rato em uma caixa dentro da qual havia uma alavanca que, quando pressionada, liberava comida no interior do recipiente (essa caixa ficou conhecida como *caixa de Skinner*). Inicialmente, o rato exibia um comportamento natural de exploração do local. Quando, por acaso, pressionava a alavanca, recebia comida. Com a repetição desses “acasos”, o rato aprende que ao pressionar a alavanca, recebe comida. Assim, com o tempo, o rato repetirá esse comportamento sempre que estiver com fome (PURVES et al.,

2010)

Observe que o fato de o rato passar a ter comida disponível quando pressionava a alavanca aumentou as chances de esse comportamento acontecer. Fica claro, que, como afirma Skinner (2003), só temos como saber se um dado estímulo reforça depois que ele altera o comportamento alvo, aumentando a frequência de sua ocorrência. Neste exemplo, a comida é o que chamamos de *reforço*, e o ato de pressionar a alavanca é a *resposta*. O reforço é entendido como a consequência de um comportamento que aumenta a probabilidade de este comportamento voltar a acontecer e é apenas uma das maneiras de modular o comportamento. Pode-se fazer isso também através da *punição* que, pelo contrário, é a consequência de um comportamento que diminui as chances de ocorrência deste mesmo comportamento. Assim, segundo Skinner (2003), existem dois tipos de reforço: a) reforço positivo: consiste na apresentação ou acréscimo de estímulo, como por exemplo água e/ou comida; e b) reforço negativo: consiste na retirada de estímulos, como por exemplo, um choque.

Observe que, desde crianças, temos o nosso comportamento fortemente influenciado a partir dos mecanismos do condicionamento operante. No entanto, ainda que de maneira menos evidente, o condicionamento clássico também tem um papel de destaque. Alguns comportamentos que parecem ser naturais foram, na verdade, aprendidos. Pavlov cita em seu trabalho (2003), uma pesquisa conduzida na Rússia, a qual demonstrou que a salivação do cachorro diante de um prato de carne é um comportamento aprendido. Ao criar um grupo de cães somente com leite, percebeu que, depois de adultos, os animais não salivavam diante de carne. Pensa-se, frequentemente, que é uma fatalidade cães gostarem de carne. No entanto, o cão desenvolve esses hábitos alimentares, ou seja: ele aprende a “gostar” de carne.

Como dito anteriormente, conhecer os mecanismos biológicos do aprendizado nos permite entender melhor diversos fenômenos cotidianos. Especificamente a partir do condicionamento operante, somos capazes de compreender porque é tão difícil lidar com a dependência química. Um dos efeitos das drogas no cérebro é o aumento da concentração de dopamina, neurotransmissor que produz prazer. O prazer funciona, portanto, como um reforço ao comportamento de usar a substância. No caso da dependência, surge um agravante: caso a pessoa fique sem utilizar a droga, ela entra em estado de abstinência, o qual caracteriza-se por uma intensa ansiedade, às vezes acompanhada de taquicardia, sudorese e outros desconfortos fisiológicos. Todo esse quadro de desconforto age como uma punição pelo fato de a pessoa estar sem a droga. Dessa forma, a pessoa está sob a influência de dois processos que a induzem, simultaneamente, ao uso da droga: ela é recompensada quando usa a droga e punida quando se abstém da substância. Pela dificuldade em se abster da droga após chegar à fase da dependência, as políticas públicas têm voltado atenção cada vez maior a estratégias de prevenção ao uso de drogas.

NÍVEIS DE APRENDIZADO

Quando estamos falando de aprendizados que envolvem a cognição, podemos traçar um percurso, uma espécie de degraus pelos quais passamos até que o processo de aprendizado se complete. Passamos por quatro níveis (MOURÃO JÚNIOR; ABRAMOV, 2011):

Incompetência inconsciente: imagine que uma pessoa nunca tenha visto um skate e nem saiba do que se trata. Podemos dizer que essa pessoa *não sabe que não sabe* andar de skate.

Incompetência consciente: Ao ver um skate pela primeira vez ou ao descobrir do que se trata, a pessoa percebe que *não sabe* andar de skate. Agora, ela *sabe que não sabe*.

Competência consciente: Após um bom tempo de treino, a pessoa aprende vagarosamente as primei-

ras manobras. No entanto, ainda precisa estar atenta a várias questões como inclinação do corpo, velocidade e posição dos pés no skate. Neste momento, a pessoa *sabe que sabe*. Ela segue uma série de instruções mentais para acertar uma manobra.

Competência inconsciente: Ao chegar nesse nível, a pessoa tornou-se *expert*. Para tanto é preciso treino e anos de prática. Não é mais necessário pensar para acertar as manobras, o corpo e os pés se ajustam com naturalidade sobre o skate, não é preciso mais pensar em questões como velocidade, inclinação corporal ou posição dos pés. Com tanto tempo de prática, a pessoa aprende a realizar as manobras de maneira natural, é simplesmente subir no skate e fazer. Ao chegar no nível máximo de aprendizado, podemos dizer que a pessoa *nem sabe que sabe*, ela simplesmente faz, e com muita eficiência.

Como dito anteriormente, apenas os aprendizados que envolvem a cognição passam pelo processo descrito acima. Quando uma criança aprende a andar, por exemplo, o processo é diferente. A criança aprende sem envolvimento de processos conscientes, trata-se de um aprendizado predominantemente motor, o qual envolve basicamente o cerebelo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos ter explicado com bastante clareza os mecanismos básicos do aprendizado, no entanto, salientamos que falar sobre aprendizado humano envolve muitas variáveis e peculiaridades, como estado emocional e motivação (LEDOUX, 1996). Não se trata de um processo tão linear como aquele frequentemente descrito em experimentos com animais, em que punições e reforços rapidamente dão seus frutos. Além disso, o que se chama de aprendizado no senso comum frequentemente se confunde com a memorização de conteúdos, o que não está de acordo com a definição neuropsicológica do termo. É possível observar esse equívoco em avaliações que supostamente pretendem avaliar o quanto uma pessoa aprendeu ou o que deixou de aprender, mas que se tratam, na verdade, de testes de memória. Nesse caso, o processo de “aprendizado” nada tem a ver com um processo adaptativo (uma de suas características principais).

Com efeito, o aprendizado humano é um processo cognitivo de alta complexidade que envolve processos como evocação de memórias, planejamento e integração temporal e consciência, que são temas que vão além dos objetivos do presente trabalho. Ainda estamos muito longe de compreender tais processos - eles envolvem mais perguntas que respostas, que nem a ciência e nem a filosofia deram conta de explicar até o presente momento, até porque é pouco provável que somente fenômenos químicos ou elétricos sejam suficientes para a compreensão dos fenômenos mentais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. M.; SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. **Neuropsicologia hoje**. São Paulo: Artes Médicas; 2004.
- BADDELEY, A. **Working memory, thought and action**. New York: Oxford University Press; 2007.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed; 2008.
- CARLSON, N. R. **Fisiologia do comportamento**. 7 ed. Barueri: Manole, 2002.
- FUENTES, D.; MALLOY-DINIZ; L. F.; CAMARGO, C. H. P.; COSENZA, R. M. **Neuropsicologia: teoria e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- FUSTER, J. M. **Cortex and mind: unifying cognition**. New York: Oxford University Press, 2003.
- FUSTER, J. M. **The prefrontal cortex**. 4 ed. London: Academic Press, 2008.

- GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva: a biologia da mente**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- GOLDBERG, E. **The new executive brain: frontal lobes in a complex world**. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- IZQUIERDO, I. **Memória**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- KANDEL, E. R. **In search of memory: the emergence of a new science of mind**. New York: W. W. Norton Company, 2006.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. **Essentials of neural science and behavior**. 4 ed. East Norwalk: Appleton Lange, 2000.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M.; SIEGELBAUM, S. A.; HUDSPETH, A. J. **Principles of neural science**. 5 ed. New York: McGraw-Hill, 2013.
- KNAPP, P.; CAMINHA, R. M. Terapia cognitiva do transtorno de estresse pós-traumático. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 25, n. 1, p. 31-36, 2003.
- LEDOUX, J. **The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life**. New York: Simon Schuster Paperbacks, 1996.
- LENT, R. **Cem bilhões de neurônios?: conceitos fundamentais de neurociência**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2010.
- LURIA, A. R. **Fundamentos de neuropsicologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981.
- MOURÃO JÚNIOR, C. A.; ABRAMOV, D. M. **Fisiologia essencial**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- MOURÃO JÚNIOR, C. A.; MELO, L. B. R. Integração de três conceitos: função executiva; memória de trabalho e aprendizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 3, p. 309-314, 2011.
- PAVLOV, I. P. **Conditioned Reflexes**. 2 ed. Nova Iorque: Dover Publications, 2003.
- PURVES, D.; AUGUSTINE, G. J.; FITZPATRICK, D.; KATZ, L. C.; LA MANTIA, A. S.; MCNAMARA, J. O. et al. **Neurociências**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- SHEAR, J. **Explaining consciousness: the “hard problem”**. Cambridge: MIT Press, 1997.
- SKINNER, B. F. **Ciência e Comportamento Humano**. 11 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- SQUIRE, L. R.; KANDEL, E. R. **Memória: da mente às moléculas**. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- SQUIRE, L. R.; BERG, D.; BLOOM, F. E.; DU LAC, S.; GHOSH, A.; SPITZER, N. C. **Fundamental neuroscience**. 4 ed. New York: Academic Press, 2013.