

Aprendizagem Motora Implícita em Crianças e Adolescentes

Renato de Moraes

Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH)

Universidade de São Paulo (USP)

Introdução

Minha filha sempre gostou de brincar na cama elástica desde que começou a andar. Toda ida ao *shopping center* resulta em alguns minutos pulando na cama elástica. No início, ela tinha dificuldades para se equilibrar na cama e caía com frequência. Após mais de dois anos brincando eventualmente na cama elástica, ela consegue equilibrar-se muito bem sobre ela e incorporou o uso dos membros superiores para auxiliar na manutenção do equilíbrio corporal durante os saltos. É interessante observar, entretanto, que tanto eu quanto minha esposa nunca fornecemos nenhuma dica sobre como realizar os saltos de uma forma mais eficiente. Apesar disso, ela demonstrou uma melhora acentuada no desempenho dos saltos na cama elástica. Em outras palavras, ela aprendeu a saltar na cama elástica sem nenhuma instrução efetiva. Como isso é possível? Qual mecanismo de aprendizagem está envolvido nesse caso?

Esse exemplo não é único. Na verdade, isso é muito mais comum do que pode parecer. Como explicar, por exemplo, o fato de uma criança de pouca idade conseguir adaptar o padrão de locomoção em função das demandas do ambiente, como desviar de obstáculos no caminho ou transpor outros obstáculos de menor magnitude. Elas não são explicitamente ensinadas a elevar mais o membro inferior para transpor um obstáculo, mas, apesar disso, elas aprendem a realizar esses ajustes no padrão de locomoção. As crianças aprendem a falar sem serem instruídas sobre como proceder para realizar essa tarefa, da mesma forma que aprendem a andar por volta de 1 ano de idade sem que um instrutor lhe diga como executar tal movimento.

Em todas essas situações é razoável supor que a criança aprendeu sem saber que estava aprendendo, ou seja, ela aprendeu de forma implícita. O objetivo desse capítulo é apresentar e discutir a aprendizagem motora implícita em geral e, especificamente, em crianças e adolescentes. Além disso, é de interesse também apresentar sugestões de como usar o conhecimento sobre aprendizagem motora implícita no processo de ensino-aprendizagem de habilidades motoras. Esse capítulo está organizado em três seções, sendo que a primeira aborda a aprendizagem motora implícita em termos gerais (paradigmas de pesquisa e evidências empíricas). A segunda seção é dedicada aos estudos que investigaram a aprendizagem motora implícita em crianças e adolescentes. A seção final apresenta algumas implicações práticas relacionando o conhecimento sobre a aprendizagem implícita e o processo de ensino de habilidades motoras.

Aprendizagem motora implícita

A aprendizagem implica na aquisição de novas informações ou novos conhecimentos que ficam retidos na memória. A aprendizagem motora, por sua vez, resulta na aquisição de novas habilidades motoras e em sua retenção na memória de procedimentos (Hallett, 2006). Para tanto, é necessário um período mínimo de prática da habilidade motora para que ocorram melhorias observáveis no desempenho. É através da repetição do desempenho de uma habilidade motora que ocorre a retenção da habilidade motora, de forma que há uma conversão dos traços iniciais de memória instáveis (i.e., memória de curto-prazo) em uma forma estável, robusta e resistente a degradação ao longo do tempo (i.e., memória de longo-prazo) (Stickgold & Walker, 2005). Esse processo recebe o nome de consolidação. Em uma perspectiva mais contemporânea, a consolidação

é vista como um processo dinâmico e não como um fenômeno de tudo-ou-nada. Através do processo de re-consolidação a memória armazenada pode tornar-se mais eficiente com o tempo em resposta as necessidades de mudança do organismo (Stickgold & Walker, 2005). Isso ajuda a entender a melhora no desempenho de habilidades motoras mesmo após meses ou anos de prática.

A memória de longo-prazo pode ser dividida em dois tipos de acordo com Morris et al. (2005): explícita ou declarativa e implícita ou não-declarativa. A memória explícita é aquela que está disponível para a evocação consciente e pode ser articulada. É através da memória explícita que nos lembramos de fatos e eventos. Por outro lado, a memória implícita não é consciente e envolve o conhecimento sobre como fazer. A memória implícita subdivide-se em associativa, não-associativa e de procedimentos (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). A aprendizagem de habilidades e hábitos está vinculada à memória de procedimentos.

O processo de aquisição de habilidades motoras tem sido descrito tradicionalmente dentro do modelo de estágios. Fitts e Posner (1967) descreveram três estágios para a aquisição de habilidades motoras que focam no estado interno do indivíduo: cognitivo, associativo e autônomo. O estágio cognitivo é caracterizado por uma alta demanda cognitiva para entender como realizar a habilidade e gerar um movimento que seja ao menos uma representação grosseira do comportamento desejável. Durante o estágio associativo ocorre um refinamento na realização da habilidade motora e uma diminuição gradual da demanda cognitiva para realizá-la. Nesse estágio, o aprendiz começa a entender como os vários componentes da habilidade estão inter-relacionados. No estágio autônomo, a execução da habilidade torna-se mais automática e a atenção pode ser dirigida para outros eventos no ambiente. Dessa forma, a demanda cognitiva para desempenhar a habilidade motora diminui drasticamente. Esse estágio envolve um refinamento mais acentuado no desempenho da habilidade.

Baseado nesse modelo de três estágios, Anderson (1982) propôs um modelo de memória equivalente para explicar o fenômeno associado a cada estágio. Durante o estágio cognitivo, o aprendiz recebe instrução e informação sobre a habilidade que é codificada como um conjunto de fatos, caracterizando o conhecimento declarativo sobre a habilidade. Com a prática, o conhecimento declarativo é gradualmente convertido para a forma de procedimentos. Essa transição ocorre durante o processo de compilação do conhecimento no estágio associativo. No estágio autônomo há um refinamento do conhecimento armazenado, permitindo um aumento gradual na velocidade de realização da habilidade. Esse terceiro estágio envolve o conhecimento de procedimentos. Como apontado por Willingham, Nissen e Bullemer (1989), esse modelo implica na precedência do conhecimento declarativo em relação ao conhecimento de procedimento. Entretanto, existem situações onde essa precedência não ocorre e isso será discutido na seqüência.

A prática de uma tarefa motora que envolve a repetição de um padrão sem conhecimento explícito ou declarativo sobre essa repetição leva a uma melhora do desempenho (Pew, 1974; Nissen & Bullemer, 1987). Ou seja, mesmo na ausência de consciência sobre um padrão que se repete é possível melhorar o desempenho nessa tarefa, o que contraria o modelo proposto por Anderson (1982). A melhora no desempenho durante a realização de habilidades motoras é um indicativo da ocorrência de aprendizagem. Dessa forma, a aprendizagem de alguma informação complexa sem a capacidade de saber conscientemente o que foi aprendido é conhecido como aprendizagem implícita.

Um dos primeiros estudos a relatar evidências da aprendizagem motora implícita foi conduzido por Pew (1974). Nesse estudo os participantes realizaram uma tarefa de perseguição através de movimentos de flexão e extensão do cotovelo. O padrão que os participantes

perseguiram foi dividido em três segmentos de 20 s. O padrão do segmento intermediário era sempre o mesmo em todas as tentativas, enquanto que o padrão dos segmentos inicial e final variava entre as tentativas. Os participantes praticaram a tarefa durante 16 dias e não foram informados sobre a repetição do padrão do segmento intermediário. A partir do sexto dia de prática, o erro relacionado com a perseguição do segmento repetido tornou-se menor do que o erro relacionado com os segmentos não-repetidos (i.e., inicial e final). Essa diferença acentuou-se ao longo dos demais dias de prática, de tal forma que os participantes se beneficiaram da previsibilidade do segmento repetido para melhorar o desempenho em relação aos segmentos aleatórios. Ao final do décimo-primeiro dia de prática, os participantes foram entrevistados e a maioria relatou desconhecer a presença de um segmento repetido.

Nissen e Bullemer (1987) desenvolveram uma tarefa que tem sido amplamente usada nos estudos sobre aprendizagem motora implícita. Essa tarefa, conhecida como Tarefa de Tempo de Reação Serial (TTRS), envolve o aparecimento de uma luz em uma de quatro posições possíveis alinhadas num monitor de vídeo. Os participantes posicionam cada um dos dedos indicador e médio das mãos direita e esquerda sobre quatro botões alinhados localizados logo abaixo da posição de cada uma das luzes. A tarefa dos participantes é pressionar o botão correspondente à luz acesa o mais rapidamente possível. O pressionamento do botão correto dispara o próximo estímulo em uma seqüência de acendimento das luzes. Essa seqüência pode ser repetida ou aleatória. A variável medida nessa tarefa é o tempo de reação (TR) para cada estímulo apresentado.

Com base na TTRS, Nissen e Bullemer (1987) encontraram uma diminuição do TR para o grupo que praticou a seqüência repetida em comparação ao grupo que praticou a seqüência aleatória de estímulos. Vale ressaltar que o grupo que praticou a seqüência repetida não foi informado sobre essa característica da tarefa. Após 800 tentativas de prática, o grupo da seqüência repetida obteve uma melhora no TR de 164 ms, enquanto que o grupo aleatório melhorou muito pouco seu TR (32 ms). Nesse mesmo estudo, pacientes com a Síndrome de Korsakoff que sofrem de amnésia anterógrada foram testados na TTRS. A amnésia anterógrada impede a transferência do conhecimento da memória de curto-prazo para a memória de longo-prazo. Esses pacientes melhoraram seus desempenhos na seqüência de estímulos repetidos da mesma forma que os indivíduos controle. Além disso, os pacientes amnésicos foram incapazes de detectar a presença de uma seqüência repetida. Portanto, apesar de serem incapazes de aprender fatos e eventos novos (i.e., memória declarativa), os pacientes amnésicos são capazes de aprender novas habilidades perceptivo-motoras (i.e., memória de procedimentos).

Willingham, Nissen e Bullemer (1989) ampliaram essa descoberta ao comparar indivíduos que obtiveram conhecimento explícito sobre a seqüência de estímulos e indivíduos que não obtiveram esse conhecimento. Nos dois casos houve melhora no desempenho durante a fase de aquisição, sendo que o grupo que obteve conhecimento explícito durante a realização da tarefa exibiu uma melhora mais acentuada (205 ms) em comparação ao grupo que não adquiriu conhecimento explícito durante a prática da tarefa (94 ms). Esses resultados sugerem que a aprendizagem declarativa e a de procedimentos podem ser dissociadas em adultos jovens. O fato do grupo sem conhecimento explícito melhorar seu desempenho ao longo da prática sugere que a aprendizagem não segue sempre a seqüência proposta por Anderson (1982). Em suma, pode-se aprender a realizar uma habilidade motora sem estar consciente desse processo.

É importante destacar, entretanto, que as tarefas descritas acima são relativamente simples, pois envolvem alguns poucos segmentos corporais. Assim, torna-se relevante questionar se a aprendizagem motora implícita pode ser observada em tarefas mais complexas que envolvam um

número maior de segmentos corporais. Shea et al. (2001) testaram essa hipótese através do uso de uma plataforma de equilíbrio onde os participantes ficavam em pé e deviam mover a plataforma para cima e para baixo em torno do eixo de rotação antero-posterior. Nessa tarefa os participantes foram instruídos a perseguir um padrão exibido na tela de um computador movimentando a plataforma de equilíbrio. Da mesma forma que no estudo de Pew (1974), o padrão do segmento intermediário (25 s) era sempre repetido, enquanto que o padrão dos segmentos inicial e final (25 s cada) era aleatório. Após cinco dias de prática, o teste de retenção apontou um melhor desempenho para o segmento repetido. Após o teste de retenção os participantes foram entrevistados para identificar se eles haviam notado alguma repetição durante a realização do experimento. A maioria dos participantes relatou a inexistência de um segmento repetido. Posteriormente, os participantes foram informados que havia um segmento que era sempre o mesmo e foram solicitados a assistir 5 segmentos (um deles sendo o repetido) e identificar o segmento repetido. Somente 26% dos participantes escolheram o segmento correto. Portanto, mesmo com dicas de recuperação os participantes foram incapazes de selecionar o padrão repetido acima da probabilidade do acaso. Como observado nos estudos acima citados, o segmento repetido foi aprendido implicitamente. Em contraste com os estudos anteriormente descritos, a tarefa usada no estudo de Shea et al. (2001) é muito mais complexa em termos de coordenação de movimentos. Isso sugere que **o mesmo princípio da aprendizagem implícita encontrado em tarefas motoras menos complexas pode ser generalizado para a aprendizagem de habilidades motoras complexas.**

Masters (1992) foi um pouco mais além e encontrou uma relação interessante entre aprendizagem motora implícita e o desempenho motor em situações estressantes. A tarefa escolhida foi a tacada de golfe em direção a um buraco localizado a 1.5 m de distância do local da tacada. Essa tarefa motora foi praticada durante cinco dias. Cinco grupos compuseram esse estudo: aprendizagem implícita (AI), aprendizagem implícita controle (AIC), aprendizagem explícita (AE), estresse controle (EC) e sem estresse controle (SEC). Os integrantes dos grupos AI e AIC não receberam nenhuma instrução sobre como realizar a tacada e tiveram que realizar uma tarefa secundária (dizer uma letra toda vez que o metrônomo clicava) durante a fase de aquisição. A tarefa secundária foi usada para suprimir a aquisição de conhecimento explícito sobre a tarefa ao longo das sessões de prática. Os participantes dos grupos EC e SEC também não receberam nenhuma instrução sobre como executar a tarefa, mas não realizaram a tarefa secundária. O grupo AE recebeu instruções específicas sobre como desempenhar a tacada de golfe. Ao final da quinta sessão de prática, os participantes foram solicitados a descreverem por escrito os fatores que se tornaram conscientes e foram importantes para acertar a tacada. O número de regras explícitas relatado pelos participantes foi significativamente maior para o grupo AE (~6 regras), seguido pelos grupos EC e SEC (~3 regras) e por fim pelos grupos AI e AIC (< 1 regra). No quinto dia de prática, os participantes dos grupos AI, AE e EC praticaram a tacada sob uma situação estressante, enquanto que os participantes dos grupos AIC e SEC continuaram praticando sob as mesmas condições iniciais. Na situação estressante, os participantes foram informados que o pagamento que receberiam pela participação no experimento poderia aumentar ou diminuir dependendo da avaliação do desempenho deles por um especialista em golfe que os assistiria durante a sessão de prática. A efetividade da situação estressante foi avaliada através da monitoração da frequência cardíaca (FC) e da aplicação de um questionário sobre o nível de ansiedade-estado. Tanto a FC quanto a ansiedade-estado aumentaram da situação pré para pós-estresse nos três grupos estressados, mas não foram diferentes para os dois grupos não-estressados. Os resultados dos grupos AI, AIC e SEC foram similares, ou seja, eles exibiram uma tendência contínua de melhora no desempenho (medido através do número médio de

acertos da tacada no buraco), mesmo sob a condição estressante (i.e., AI). Os grupos EC e AE apresentaram um declínio no desempenho relacionado com a situação estressante. Isso sugere que a aprendizagem implícita é mais robusta do que a aprendizagem explícita em situações estressantes. Resultados semelhantes foram obtidos por Liao e Masters (2001) durante a aprendizagem da rebatida de *forehand* com *topspin* no tênis de mesa. Dessa forma, os desempenhos pífios observados em atletas profissionais sob situações estressantes podem ser explicados, pelo menos em parte, pelo fato da aprendizagem das habilidades motoras ter ocorrido de forma explícita.

Sob estresse, os indivíduos focariam mais atenção no desempenho da habilidade o que geraria um controle consciente de cada aspecto do movimento. Como apontado por Beilock e Carr (2001), o controle consciente do movimento produz uma piora acentuada no desempenho motor, sendo considerado uma forma ineficiente de controle. Isso é fácil de observar na situação tradicional de aprendizagem de habilidades motoras, quando o aprendiz é instruído sobre como desempenhar a habilidade. Nesse caso é a aprendizagem motora explícita que está em curso e, como apontado por Fitts e Posner (1967), durante o estágio inicial ou cognitivo, o aprendiz tem que “entender” como realizar a tarefa. Uma característica desse estágio é o controle consciente do movimento, já que o aprendiz deve pensar sobre como executar cada aspecto que compõe o movimento. Durante esse estágio inicial, o aprendiz comete muitos erros e o desempenho é muito irregular e ineficiente em relação à meta da tarefa. Por outro lado, a aprendizagem motora implícita é à “prova de estresse”, já que as pessoas não estão conscientes do que eles estão aprendendo. Assim, elas não têm a capacidade de controlar conscientemente os movimentos aprendidos. Dessa forma, a aprendizagem motora implícita é exatamente o oposto do que Fitts e Posner (1967) e Anderson (1982) argumentam que ocorreria durante a aquisição de habilidades motoras, ou seja, que o estágio cognitivo é essencial.

O fato das pessoas saudáveis aprenderem tanto implícita quanto explicitamente sugere a existência de uma dissociação relacionada com a aprendizagem de habilidades motoras. Essa dissociação não é somente de natureza comportamental, mas reflete preferencialmente diferentes estruturas neurais que lidam com a aprendizagem de habilidades motoras. Por exemplo, pacientes amnésicos que são incapazes de aprender novos fatos e eventos, aprendem habilidades perceptivo-motoras implicitamente como no caso do paciente HM (Corkin, 2002). Na mesma direção, estudos envolvendo pacientes com acidente vascular encefálico (AVE) demonstraram que dependendo da localização da lesão cerebral, os pacientes podem ou não se beneficiar do fornecimento de informação explícita sobre a tarefa (Boyd & Winstein, 2001, 2003). Isso sugere que diferentes regiões cerebrais estão envolvidas com as aprendizagens motoras implícita e explícita (Thomas et al., 2004).

Em resumo, a aprendizagem motora implícita envolve a aquisição de uma habilidade motora sem um aumento correspondente no conhecimento verbal sobre a habilidade. Nesse processo, as pessoas aprendem sem intenção e sem a capacidade de articular com clareza o que elas aprenderam. A aprendizagem motora implícita refere-se à melhora que ocorre no desempenho motor do aprendiz como resultado da prática, sem consciência desse processo e sem conhecimento explícito sobre o que foi aprendido. As características do processo de aprendizagem motora implícita podem ser descritas como se segue:

- As regras aprendidas não podem ser verbalizadas, já que não estão acessíveis à consciência;
- As pessoas aprendem sem intenção e sem perceber que estão aprendendo;
- A aprendizagem implícita é muito estável e robusta.

Aprendizagem motora implícita em crianças e adolescentes

Grillner e Wallén (2004) têm argumentado que quando nascemos, possuímos alguns padrões básicos de coordenação previamente estruturados e durante o processo de desenvolvimento aprendemos a adaptar tais padrões básicos para as diferentes demandas do ambiente. Apesar de Grillner e Wallén (2004) não especificarem o processo pelo qual aprendemos a adaptar tais padrões de movimento durante o desenvolvimento motor, pode-se assumir que essa aprendizagem ocorre implicitamente, já que estudos recentes têm mostrado que crianças e adolescentes são capazes de aprender dessa forma. Para Karmiloff-Smith (1995) o processo de desenvolvimento é caracterizado por uma fase inicial que é tipicamente baseada em procedimentos ou de natureza implícita e, após esse período inicial, ocorreria, gradualmente, a emergência do conhecimento explícito ou declarativo.

Os estudos sobre aprendizagem motora implícita têm focado prioritariamente em adultos jovens. Mais recentemente, porém, alguns autores começaram a estudar os efeitos relacionados à idade sobre a aprendizagem motora implícita. Um estudo pioneiro nessa temática foi conduzido por Meulemans, Van der Linden e Perruchet (1998). Crianças de seis e dez anos de idade e um grupo de adultos jovens realizaram a TTRS, com seqüências aleatórias entre as tentativas com a seqüência repetida. Como observado em outros estudos, o TR foi menor para as tentativas com seqüência repetida do que a aleatória. De forma mais relevante, a diferença de desempenho entre as tentativas seqüenciais e as aleatórias foi idêntica para os três grupos etários ao final de cinco blocos de prática. O teste de reconhecimento mostrou que nenhum dos grupos etários adquiriu conhecimento explícito sobre a seqüência repetida. Esses resultados combinados sugerem que as crianças de seis e dez anos de idade podem aprender implicitamente da mesma forma que adultos jovens. Um outro resultado importante desse estudo diz respeito à retenção de longo-prazo da tarefa aprendida implicitamente. Metade dos participantes dos três grupos etários foi submetida a uma segunda sessão de prática uma semana depois da primeira sessão. A comparação entre os valores do TR do último bloco da primeira sessão com os valores do primeiro bloco da segunda sessão apontou uma redução do TR da seqüência repetida da primeira para a segunda sessão de prática. Esse resultado indica a persistência da tarefa aprendida implicitamente.

Thomas e Nelson (2001) analisaram crianças de 4, 7 e 10 anos de idade na TTRS. Os participantes praticaram cinco blocos de tentativas, sendo o primeiro e o quarto blocos com estímulos apresentados de forma aleatória e os outros três blocos com a seqüência repetida. Thomas et al. (2004) também estudaram crianças de 7 e 11 anos de idade e adultos jovens na TTRS intercalando seqüências repetidas e seqüências aleatórias. Os resultados desses dois estudos mostraram que o desempenho nos blocos com a seqüência repetida foi melhor do que o desempenho nos blocos com seqüência aleatória para todos os grupos etários estudados. A magnitude da aprendizagem implícita, entretanto, foi menor para as crianças em comparação aos adultos (Thomas et al., 2004). É interessante observar, ainda, que as crianças demoraram mais tempo para exibir diferenças de desempenho entre as seqüências repetidas e as aleatórias em comparação aos adultos. Esse resultado sugere que as crianças precisam de um tempo maior de exposição para aprender a mapear a seqüência de estímulos.

Vinter e Perruchet (2000) também estudaram a aprendizagem motora implícita em crianças de 4 e 10 anos de idade, mas usaram uma tarefa motora diferente que envolvia desenhar figuras geométricas fechadas como círculos, quadrados, retângulos e triângulos. Eles manipularam o “princípio do início da rotação” (PIR) que é uma co-variação natural e não-consciente usada para desenhar figuras geométricas. De acordo com o PIR, a direção inicial do movimento de desenhar

figuras geométricas varia em função da posição de início do desenho. No exemplo envolvendo o desenho de um círculo, se a posição inicial está no ponto 12h00min (topo), o indivíduo desenha o círculo na direção anti-horária e vice-versa quando o início é na posição 06h00min. Durante o período de prática, os participantes desenharam a figura solicitada a partir de um ponto inicial pré-estabelecido enquanto que uma seta indicava a direção do movimento. Um terço dos participantes foi treinado para desenhar as figuras geométricas respeitando o PIR (seta indicando a direção do movimento de acordo com o PIR) em 80% das tentativas de práticas (grupo congruente); um terço foi treinado para desenhar as figuras não respeitando o PIR em 80% das tentativas (grupo incongruente); o terço final de participantes não recebia nenhuma instrução sobre a direção em que deveriam desenhar a figura, somente a posição de início era fornecida. Para todas as faixas etárias, os participantes do grupo incongruente exibiram a menor porcentagem de respeito ao PIR na fase de teste imediato (após a fase de aquisição). Ao serem questionados sobre a posição de início e as dicas de direção os participantes não se lembraram de nenhuma informação relevante sobre a manipulação da tarefa. Em outras palavras, o grupo incongruente, independentemente da idade, modificou o PIR sem estar consciente desse processo. Em um terceiro experimento, Vinter e Perruchet (2000) analisaram a persistência da incongruência ao PIR após uma hora do término da fase de aquisição em crianças de 4 a 10 anos de idade. Eles encontraram que mesmo após uma hora o comportamento incongruente persistiu sugerindo que a aprendizagem implícita gerou uma alteração robusta no comportamento.

Mais recentemente, Vinter e Perruchet (2002) estudaram se a aprendizagem motora implícita ocorreria através da observação, usando a variação do PIR. Ao invés de praticarem a tarefa de desenhar, os participantes assistiram em um monitor as figuras sendo desenhadas durante a fase de treinamento respeitando o PIR em 80% das tentativas (grupo congruente) ou respeitando em somente 20% das tentativas (grupo incongruente). Na fase de teste, os participantes foram solicitados a desenhar as figuras a partir de uma posição inicial previamente estabelecida. Os resultados da fase de teste mostraram que, independentemente da faixa etária, os participantes do grupo incongruente exibiram a menor taxa de respeito ao PIR. Além disso, os participantes não se tornaram conscientes da manipulação envolvida na tarefa. Os resultados desse estudo permitem concluir que a prática física do movimento não é estritamente necessária para a aprendizagem motora implícita. O fato de crianças aprenderem implicitamente através da observação abre uma perspectiva interessante de pesquisa, pois permite explorar o impacto da observação sistemática do desempenho motor de outras pessoas sobre seu próprio desempenho motor.

Os estudos revisados nessa seção permitem concluir que **a aprendizagem motora implícita está presente e é eficiente em crianças e adolescentes**. Entretanto, não é possível concluir se ela é independente da idade. Estudos adicionais são necessários para identificar com clareza a razão de ausência ou presença de diferença entre crianças de diferentes idades e adultos na taxa de aquisição de habilidades motoras implicitamente. O estudo da aprendizagem motora implícita dentro de uma perspectiva desenvolvimental pode ser um modelo interessante para melhor entender como os comportamentos motores evoluem durante o curso de desenvolvimento do indivíduo (Vinter & Perruchet, 2000).

Implicações práticas relacionadas com a aprendizagem motora implícita

Apesar dos estudos apontarem para a existência da aprendizagem motora implícita, existe uma pergunta que ainda permanece sem resposta: os profissionais que atuam em programas de ensino-aprendizagem de habilidades motoras podem usar esse conhecimento de alguma forma? Se,

como visto, a aprendizagem implícita é mais robusta e leva a manutenção do desempenho em situações estressantes qual deve ser o papel do professor durante o ensino de habilidades motoras? O professor não deve fornecer a demonstração de como executar a habilidade e não deve fornecer dicas para melhorar o desempenho do aprendiz? O conhecimento que temos até o momento sobre aprendizagem implícita não permite responder a todas essas perguntas com segurança. Entretanto, algumas sugestões podem ser feitas e incorporadas na prática profissional.

Como visto anteriormente, a aprendizagem por observação sem o fornecimento de instrução verbal concorrente parece ser eficiente do ponto de vista da aprendizagem motora implícita (Masters et al., 2008; Vinter & Perruchet, 2002). Dessa forma, não há a necessidade de descrever detalhadamente a habilidade motora a ser ensinada. A aprendizagem implícita por observação pode ajudar a explicar como algumas crianças apresentam um desempenho motor habilidoso sem participarem efetivamente de um programa de instrução. Em seu filme “Boleiros” de 1998, Ugo Giorgetti descreve uma situação bastante típica do futebol brasileiro em que um garoto da periferia extremamente habilidoso para sua idade se sobressai sobre um grupo de garotos da mesma idade que freqüentam semanalmente uma Escolinha de Futebol de um ex-jogador de futebol. Esse garoto não recebeu nenhum tipo de instrução formal para aprender a jogar futebol. Como então ele apresenta um desempenho tão superior em comparação aos demais garotos que freqüentam a Escolinha de Futebol periodicamente? Algumas pessoas podem argumentar que esse garoto possui algum tipo de talento inato ou um “dom” especial. Pode ser, mas com base no que foi discutido sobre aprendizagem implícita e observação, é possível que esse garoto tenha aprendido implicitamente a desempenhar as habilidades do futebol através da observação sistemática.

Uma outra estratégia que parece auxiliar no processo ensino-aprendizagem de habilidades motoras implicitamente é a aprendizagem por analogia ou o uso de uma metáfora durante o fornecimento de instrução para o aprendiz. Dessa forma, o instrutor fornece informação relevante sobre a tarefa a ser aprendida, mas sem explicitar as regras envolvidas com o desempenho da tarefa. Liao e Masters (2001) investigaram se a aprendizagem por analogia invocava mecanismos de comportamento motor análogo aos processos implícitos durante a aprendizagem da rebatida de *forehand* com *topspin* no tênis de mesa em adultos jovens. Todos os participantes receberam informação sobre o significado do termo *topspin* e o tipo de movimento associado à bola. No primeiro experimento desse estudo, três grupos foram testados: aprendizagem explícita, aprendizagem implícita e aprendizagem por analogia. O grupo de aprendizagem explícita recebeu instruções sobre doze técnicas básicas para realizar o movimento solicitado. Os participantes do grupo implícito não receberam nenhuma instrução sobre como realizar a tarefa e ainda realizaram uma tarefa secundária durante a prática da rebatida. O grupo de aprendizagem por analogia foi instruído a realizar um movimento com a mão como se estivesse desenhando um triângulo retângulo, sendo que a hipotenusa desse triângulo corresponderia ao período de contato da raquete com a bola. Os resultados apontaram para uma melhora do desempenho similar para os três grupos testados ao longo da fase de aquisição. Além disso, os participantes do grupo explícito adquiriram mais regras explícitas sobre como realizar a tarefa do que os participantes dos outros dois grupos que não diferiram entre si. Os participantes também foram submetidos a um teste de transferência. No teste de transferência, todos os participantes realizaram uma tarefa secundária. A realização da tarefa secundária piorou o desempenho somente para o grupo de aprendizagem explícita, em comparação aos outros dois grupos que não diferiram entre si. Esses resultados sugerem que a aprendizagem por analogia é tão eficiente quanto à aprendizagem explícita com a vantagem de gerar menos conhecimento explícito sobre a tarefa e ser mais automatizada permitindo a realização

de uma tarefa secundária sem comprometer o desempenho da tarefa principal. Portanto, a aprendizagem por analogia resulta em características de desempenho que estão associadas com a aprendizagem motora implícita e pode ser uma estratégia eficiente de ensino.

Magill (1998) sugere que as condições reguladoras do ambiente deveriam ser aprendidas implicitamente e apresenta cinco recomendações para desenvolver estratégias de instrução e condições de prática para atingir esse propósito. As condições reguladoras envolvem os aspectos do ambiente que são usados para planejar a ação motora como, por exemplo, a velocidade e a trajetória da bola a ser rebatida. As três recomendações iniciais enfatizam a necessidade de focar a atenção visual do aprendiz para a região do ambiente onde as condições reguladoras estão presentes, mas sem especificar qual aspecto daquela região focar a atenção. Esse processo de descoberta deve ocorrer implicitamente. As outras duas recomendações referem-se à estruturação do ambiente de prática. O desafio para o professor é criar ambientes de prática que estimulem a aquisição implícita das condições reguladoras do ambiente.

A primeira recomendação enfatiza que o professor não deve questionar o aprendiz sobre o que eles vêem, mas sim sobre onde eles olham durante a preparação e execução do movimento. No caso da aprendizagem da rebatida no tênis de campo, o professor deve evitar questões como “Como a bola foi sacada pelo sacador?”. Ao invés disso, o professor pode perguntar ao aprendiz “Onde você olhou para identificar o tipo de saque feito?”. Essa segunda questão dirige a atenção visual do aprendiz para a área apropriada para extrair a informação sobre as condições reguladoras e evita a aquisição explícita das condições reguladoras. A segunda recomendação sugere o uso de dicas verbais curtas, com frases concisas pode facilitar o direcionamento da atenção visual aos aspectos relevantes do ambiente durante a realização de uma habilidade motora. No caso do tenista, uma dica verbal apropriada poderia ser “raquete”. Essa dica ajuda a instruir ou relembrar o aprendiz para onde dirigir a atenção visual. A terceira recomendação refere-se ao uso de feedback extrínseco após a realização do movimento. A recomendação é que a ênfase do feedback extrínseco deve ser em especificar onde o aprendiz deve focar o olhar, ao invés de especificar qual aspecto do ambiente focar a atenção visual. A quarta recomendação aponta para a necessidade de uma quantidade substancial de prática para garantir a aquisição das condições reguladoras da tarefa. Vale destacar aqui o estudo de Pew (1974) que apontou a necessidade de pelo menos 6 dias de prática para identificar diferenças de desempenho entre os segmentos repetidos e aleatórios ou o trabalho de Thomas et al. (2004) que apontou a necessidade de mais prática por parte das crianças para identificar diferenças de desempenho em blocos seqüenciais e aleatórios na TTRS em relação a adultos jovens. É importante salientar, entretanto, que a quantidade de prática requerida poderá variar em função da complexidade da habilidade. A quinta e última recomendação alerta para as características das repetições durante a aquisição de uma habilidade motora. O ambiente de prática deve incluir variações nos contextos onde os aspectos reguladores ocorrem. Essa maior variação permite identificar em contextos diferentes a ocorrência das condições reguladoras.

Considerações finais

Os estudos sobre aprendizagem motora implícita sugerem que não existe a necessidade de fornecer o conhecimento explícito sobre os aspectos envolvidos com a realização de uma habilidade motora. O professor não precisa descrever toda a habilidade em detalhes para o aprendiz, mas, ao invés disso, fornecer informações gerais e estruturar o ambiente de prática e fornecer feedback de forma a permitir a aprendizagem implícita de algumas características da habilidade. A aprendizagem implícita parece ser mais robusta em situações estressantes e garante um maior automatismo, permitindo a realização de tarefas concorrentes com melhor qualidade de desempenho como na

situação em que o jogador deve conduzir a bola e observar o posicionamento dos jogadores adversários e de sua equipe para decidir o que fazer (i.e., passar a bola, driblar ou chutar a gol). É importante salientar que novos estudos sejam conduzidos com o intuito de validar a efetividade das sugestões apresentadas nesse capítulo sobre o processo de ensino-aprendizagem de habilidades motoras para crianças e adolescentes. Os estudos descritos nesse capítulo focaram em habilidades aprendidas em laboratório onde as condições altamente controladas permitem uma maior segurança em relação às conclusões obtidas, mas comprometem a validade ecológica.

Referências Bibliográficas

- ANDERSON, J.R. Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 1982, 89(4): 369-406.
- BEILOCK, S.L.; CARR, T.H. On the fragility of skilled performance: what governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General*, 2001, 130(4): 701-725.
- BOYD, L.A.; WINSTEIN, C.J. Implicit motor-sequence learning in humans following unilateral stroke: the impact of practice and explicit knowledge. *Neuroscience Letters*, 2001, 298: 65-69.
- BOYD, L.A.; WINSTEIN, C.J. Impact of explicit information on implicit motor-sequence learning in following middle cerebral artery stroke. *Physical Therapy*, 2003, 83(11): 976-989.
- CORKIN, S. What's new with the amnesic patient H.M.? *Nature Reviews*, 2002, 3: 153-160.
- FITTS, P.M.; POSNER, M.I. *Human performance*. Belmont: Brooks/Cole Publishing Company, 1967. p. 162.
- GRILLNER, S.; WALLÉN, P. Innate versus learned movements: a false dichotomy? *Progress in Brain Research*, 2004, 143: 3-12.
- HALLETT, M. The role of the motor cortex in motor learning. In: LATASH, M.L.; LESTIENNE, F. *Motor control and learning*. New York: Springer, 2006. p. 89-95.
- KARMILOFF-SMITH, A. *Beyond modularity: a developmental perspective on cognitive science*. Cambridge: The MIT Press, 1995. p. 256.
- LIAO, C.; MASTERS, R.S.W. Analogy learning: a means to implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*, 2001, 19: 307-319.
- MAGILL, R.A. Knowledge is more than we can talk about: implicit learning in motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1998, 69(2): 104-110.
- MASTERS, R.S.W. Knowledge, knerves and know-how: the role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 1992, 83: 343-358.
- MASTERS, R.S.W. et al. Implicit motor learning in surgery: implications for multi-tasking. *Surgery*, 2008, 143: 140-145.
- MEULEMANS, T.; VAN der LINDEN, M.; PERRUCHET, P. Implicit sequence learning in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1998, 69: 199-221.
- MORRIS, R. et al. Learning and memory. In: MORRIS, R.; TARASSENKO, L.; KENWARD, M. *Cognitive systems: information processing meets brain science*. London: Academic Press, 2005. p. 193-235.
- NISSEN, M.J.; BULLEMER, P. Attentional requirements of learning: evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 1987, 19: 1-32.
- PEW, R.W. Levels of analysis in motor control. *Brain Research*, 1974, 71: 393-400.

SHEA, C.H. et al. Surfing the implicit wave. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2001, 54A(3): 841-862.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. *Motor control: translating research into clinical practice*. 3.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007. p. 612.

STICKGOLD, R.; WALKER, M.P. Memory consolidation and reconsolidation: what is the role of sleep? *Trends in Neurosciences*, 2005, 28(8): 408-415.

THOMAS, K.M.; NELSON, C.A. Serial reaction time learning in preschool- and school-age children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2001, 79: 364-387.

THOMAS, K.M. et al. Evidence of developmental differences in implicit sequence learning: an fMRI study of children and adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2004, 16(8): 1339-1351.

VINTER, A.; PERRUCHET, P. Implicit learning in children is not related to age: evidence from drawing behavior. *Child Development*, 2000, 71(5): 1223-1240.

VINTER, A.; PERRUCHET, P. Implicit motor learning through observational training in adults and children. *Memory & Cognition*, 2002, 30(2): 256-261.

WILLINGHAM, D.B.; NISSEN, M.J.; BULLEMER, P. On the development of procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1989, 15(6): 1047-1060.