

Gabriela Viana dos Santos

**A TEORIA DO ESQUEMA COMO ALTERNATIVA DE EXPLICAÇÃO DO CONTROLE
MOTOR**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2010

Gabriela Viana dos Santos

A TEORIA DO ESQUEMA COMO ALTERNATIVA DE EXPLICAÇÃO DO CONTROLE MOTOR

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Novellino Benda

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2010

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	03
2 OBJETIVO.....	04
3 JUSTIFICATIVA.....	04
4 METODOLOGIA.....	05
5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	05
5.1 Antecedentes científicos.....	05
5.2 Teoria do Esquema: uma possível solução para o Controle Motor.....	08
5.3 Programa Motor Generalizado.....	10
5.4 Esquemas como fonte de parâmetros.....	11
5.5 Evidências científicas.....	13
6 CONCLUSÃO.....	16
7 REFERÊNCIAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

A Teoria do Esquema, proposta por Schmidt em 1975, trouxe para a área do Comportamento Motor importantes conceitos que vem sendo discutidos e testados em experimentos científicos. Essa teoria surge como complementação à Teoria de Circuito Fechado e Controle por Circuito Aberto que apresentaram limitações ao explicar o controle de movimentos rápidos (ou balísticos), a produção de novos movimentos e o armazenamento de programas motores.

Um aspecto dentre outros apresentados na Teoria do Esquema considerado importante é a proposição de um Programa Motor Generalizado (PMG). De acordo com Schmidt (1975), o PMG é o responsável pelo controle da estrutura do movimento, e possui aspectos básicos que definem uma classe de movimentos: timing relativo, força relativa e sequenciamento dos componentes. Para movimentos da mesma classe, governados pelo mesmo PMG, estes aspectos são invariantes. Os estudos que buscaram investigar tal tema estão centrados em duas questões básicas: os aspectos invariantes existem? E como eles são organizados no sistema nervoso central? (GENTNER, 1987; HEUER, 1991; SHAPIRO, 1981, citados por MAGILL, 2000). As conclusões são divergentes: certos autores concluíram que tal invariância, para o aspecto timing relativo, é infundada ou decorrente de aspectos ambientais (GENTNER, 1987, citado por MAGILL, 2000), aceitável (HEUER, 1991, citado por MAGILL, 2000) ou, simplesmente, verdadeiras (SHAPIRO, 1981, citado por MAGILL, 2000).

Em sua teoria, Schmidt (1975) também propõe a existência de Esquemas. Eles são reconhecidos como regras abstratas e seriam responsáveis, por exemplo, por especificar os parâmetros da resposta motora e permitir a realização de movimentos diferentes dentro da mesma classe, ao lidar com aspectos que iriam variar de acordo com o objetivo da tarefa (condições iniciais, especificações da resposta, consequências sensoriais e o resultado efetivo do movimento). Tais Esquemas, denominados Esquema de Lembrança e Esquema de

Reconhecimento, teriam funções distintas no controle do movimento: o Esquema de Lembrança é responsável pela especificação dos parâmetros e produção do movimento; e o Esquema de Reconhecimento é o responsável pela avaliação do movimento após a sua execução.

O PMG e os esquemas são estados de memória independentes, mas que podem trabalhar em paralelo (VERWEY, 2001, citado por SHEA; WULF, 2005). Em uma perspectiva prática, a independência desses construtos é importante porque as condições de prática que evidenciam ou prejudicam a aprendizagem podem afetar diferentemente a estrutura central (PMG) e os Esquemas. Um dos pontos importantes da Teoria do Esquema é a independência do PMG e das especificações dos parâmetros. Estudos mostram que apesar de serem estruturas teoricamente independentes, há uma inter-relação entre eles.

Diante de tais proposições, uma melhor análise dos construtos da Teoria do Esquema se configura necessária, como o próprio Schmidt (2003) propôs. Uma vez que, mesmo que após 1975 novas teorias tenham sido propostas, as idéias de Schmidt ainda são testadas nos dias atuais. Desde 1975, muito foi discutido a respeito das estruturas de controle do movimento, restando avaliar se tais proposições permanecem adequadas ao estudo do Comportamento Motor.

2 OBJETIVO

Os objetivos deste estudo foram: a) pesquisar a produção de conhecimento em relação à Teoria do Esquema; b) esclarecer a sua importância no meio acadêmico.

3 JUSTIFICATIVA

Em 1975, Schmidt organizou ideias que, há muito tempo, permeavam as discussões na área do Comportamento Motor. A Teoria do Esquema foi escolhida para ser analisada neste trabalho por ser uma teoria que não foi ultrapassada. Mesmo que várias outras teorias tenham sido propostas como consequência desta, as idéias principais lançadas por Schmidt ainda são construtos importantes e um

tipo de conhecimento indispensável para o estudante do Controle Motor, seja qual for o seu nível de aprofundamento na área. Hoje em dia, já existem novas idéias que foram propostas no âmbito científico, que apresentam diferentes compreensões de como ocorreria o controle do movimento humano. A Teoria do Esquema foi, porém, o ponto de partida mais sólido dessa discussão, embora não tenha sido o primeiro. Diante disto, torna-se necessário fazer uma análise, não só de como foi proposta a teoria em seus modelos originais, mas também os caminhos que foram por ela abertos, para que se obtenha uma melhor compreensão de algo tão complexo quanto o controle dos movimentos humanos.

4 METODOLOGIA

Serão pesquisados, majoritariamente, livros que tratavam da Teoria do Esquema, escritos em diferentes contextos e por diferentes autores, com início na década 1970 até o ano 2008. Revisões literárias também serão utilizadas, além de resultados de pesquisas científicas, para que as informações presentes em cada artigo sejam comparadas.

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1. Antecedentes científicos

Até 1970, a produção de conhecimento científico na área do Comportamento Motor tinha uma abordagem mais orientada à tarefa, em que os estudos se concentravam primeiramente no desempenho global de respostas motoras, não se preocupando com os mecanismos fisiológicos relacionados à produção de um movimento.

A partir de 1970, porém, os cientistas começaram a tentar entender os tipos de mudanças que ocorrem nos indivíduos quando eles executam e aprendem movimentos, com a abordagem orientada ao processo. Impulsionados pela Psicologia Cognitiva, os pesquisadores criaram teorias e modelos para tentar

explicar dados de desempenho através de postulações de mecanismos ou processos hipotéticos. Tudo isso, a partir de uma ênfase em teorias de aprendizagem motora, para a compreensão do mecanismo de controle, onde o controle seria o caminho para explicar a aprendizagem (SCHIMDT, 1976).

Os principais problemas que as teorias criadas tentavam resolver eram os problemas do armazenamento e o problema da novidade. A proposta de um circuito aberto se iniciou com o experimento de Lashley, em 1917, que concluiu que o controle dos movimentos é descendente e não há a necessidade de percepção para controlar os movimentos. Lashley, em 1951 (citado por ROSEMBAUM; COHEN; JAX; WEISS; WEL, 2007), considerou a existência de representações centrais responsáveis pelo controle dos movimentos, ao discordar do conceito vigente na primeira metade do século 20, conhecido como *reflex chain*. Outra idéia proposta por este autor foi a de que tais representações centrais seriam organizadas hierarquicamente. Ainda considerando representações centrais, as propostas de Henry e Rogers (1960) (citado por FISCHMAN; CHRISTINA; ANSON, 2008) também são relevantes, pois sugerem a existência de um estágio de processamento de informações, que precede o início do movimento. Neste estágio, informações a respeito da identificação do estímulo externo e da seleção da resposta motora, são selecionadas na memória e transmitidas para as estruturas nervosas responsáveis por iniciar o movimento propriamente dito. Ressalte-se que Keele, em 1968 (citado por SCHMIDT, 1976), apresentou um conceito de programa motor, que seria um conjunto de comandos motores que, quando ativados, controlariam todo o movimento sem necessidade de *feedback* sensorial. Partindo do pressuposto de que existe de uma estrutura central de controle como o programa motor, que seria capaz de determinar todas as variáveis espaciais e temporais de uma ação motora, o sujeito necessitaria de um programa motor para controlar cada um dos movimentos que ele executa. Quando consideradas, por exemplo, as diferentes velocidades nas quais o movimento pode ser produzido, o número de programas motores seria exorbitante. Daí o problema de armazenamento. As teorias de circuito fechado, que teve como seu principal autor Adams, em 1971, também não foram capazes de resolver esse problema, pois

sugerem a existência de uma referência, chamada traço de memória, com a qual os movimentos seriam comparados, e, considerando o número de movimentos possíveis, deveria haver um grande número de referências o que termina no mesmo problema de armazenamento. (SCHMIDT, 1976).

Já o problema da novidade, é permeado pela seguinte dúvida: se o indivíduo consegue executar movimentos que nunca foram executados anteriormente, de onde vêm as referências de correção ou programas motores para tal execução? Nem circuito aberto, nem a teoria de circuito fechado foram capazes de explicar o que sustenta a execução de novos movimentos. (SCHMIDT, 1976).

Apesar de incapaz de resolver todos os problemas, a Teoria de Circuito Fechado foi pioneira ao sugerir a existência de dois “estados de memória”: um executivo e um efector. O executivo seria responsável por tomar decisões a respeito do que é necessário ser feito para que o movimento seja realizado. Após esse momento, ele enviaria instruções ao estado efector, que seria responsável por produzir o movimento. Após a execução, o *feedback* seria enviado de volta ao executivo indicando o quanto precisa foi a ação. (SCHMIDT, 1982a)

De acordo com as teorias vigentes na época, os movimentos poderiam ser separados em duas categorias, levando em consideração quanto tempo é necessário para que o movimento seja executado: movimentos rápidos (que durariam 200 milissegundos ou menos) e movimentos lentos (que durariam alguns segundos ou mais). Os movimentos rápidos, aparentemente, seriam executados sem a possibilidade de envolvimento consciente do sujeito durante a execução (ex.: um chute no futebol), e os movimentos lentos seriam, aparentemente, possíveis de serem modificados por meio de *feedback* durante a execução do movimento (ex.: beber um copo de água) (SCHMIDT, 1982a).

Considerando o controle de movimentos lentos, a Teoria do Circuito Fechado parece ser suficiente, mas existe a dúvida relacionada à velocidade que o sistema consegue produzir e analisar o *feedback* para que sejam formuladas correções. De acordo com três estudos (HENRY; HARRISON, 1961; SLATER-HAMMEL, 1960; KEELE; POSNER, 1968, citados por SCHMIDT, 1982a), as pessoas têm uma grande dificuldade de processar e utilizar informações a respeito

do curso do movimento realizado, especialmente quando os movimentos são rápidos. Voltando ao exemplo do circuito fechado, aparentemente, demora cerca de 200 milissegundos para que seja completada uma “volta” (SCHMIDT, 1982a).

Fica claro, então, que uma nova teoria era necessária. Esta nova proposta deveria lidar primeiramente com esses problemas principais, ser possível de ser testada em laboratório para que tivesse credibilidade e, por que não, abrir margem para novas discussões em Controle Motor, para que a área tivesse nesta nova proposta mais uma oportunidade para crescer em conhecimento e veracidade.

5.2 Teoria do Esquema: uma possível solução para Controle Motor

Diante disso, a Teoria do Esquema, que foi proposta por Schmidt em 1975, surge como uma possível solução principalmente para os problemas citados acima. Esta teoria tem grandes ligações com a teoria de Adams (1971) por três motivos: ambas as teorias lidam com a aprendizagem de habilidades motoras, ao invés de lidar com o desempenho (como a maioria das teorias anteriores); a teoria de Adams está fortemente ligada a dados empíricos; e Adams sugere paradigmas experimentais que possibilitam o teste de sua teoria em laboratório (SCHMIDT, 1976).

A principal linha de pensamento da Teoria do Esquema envolve, em resumo, a noção de esquema (BARLETT, 1932, citado por SCHMIDT, 1975), idéias propostas na Teoria de Circuito Fechado a respeito da aprendizagem de habilidades motoras (ADAMS, 1971, citado por SCHMIDT, 1975), sugestões a respeito da aplicação do Esquema às habilidades motoras (PEW, 1974, citado por SCHMIDT, 1975) e a existência de uma representação central para o controle dos movimentos humanos, denominada Programa Motor (LASHLEY, 1917, citado por SCHMIDT, 1975). Tal teoria não foi apenas um apanhado de conceitos já discutidos, mas também uma nova interpretação destes conceitos que, agrupados, seriam capazes de esclarecer o entendimento do controle de movimentos humanos.

Diante disso, Schmidt propôs a existência de duas estruturas: uma estrutura central, chamada Programa Motor Generalizado (PMG), e os Esquemas, que são regras abstratas. Juntos, eles são responsáveis pelo controle dos movimentos. Os esquemas são separados em Esquema de Lembrança e Esquema de Reconhecimento, como Adams havia sugerido anteriormente, com seus dois estados de memória (SCHMIDT, 1976). A partir destes conceitos, a questão do controle de movimentos rápidos pode ser mais bem discutida, pois, de acordo com Schmidt, sendo estas estruturas verdadeiras, um movimento poderia ser realizado debaixo do controle do PMG e do Esquema de Lembrança, sem a necessidade de *feedback* para que a ação fosse concluída.

O exemplo clássico, e mais simples, para se explicar a Teoria do Esquema é o do aparelho que reproduz discos de vinil: em um disco, aspectos como o ritmo e dinâmica da música são invariáveis, e são análogos aos aspectos fornecidos pelo Programa Motor Generalizado (timing relativo, ou ritmo; força relativa e ordem ou sequência dos componentes). Sendo assim, os aspectos invariantes do PMG podem ser entendidos como a sua assinatura, e formam a base do que está armazenado na memória. Além disso, a invariância do PMG permite que o movimento seja expandido ou comprimido sistematicamente em amplitude e tempo, mantendo-se a constância das relações. O Programa Motor Generalizado seria, então, responsável pelo controle de uma classe de ações, e não de um movimento específico, como foi proposto por Keele (1968). As fontes de informação, responsáveis por determinar os parâmetros da resposta motora, podem ser utilizadas para atualizar os esquemas e prover estimativas das consequências sensoriais esperadas do movimento na próxima tentativa (SCHMIDT, 1975). É admitido que a resposta motora não corresponda à reprodução integral das ações anteriores, mas resulte da nova e permanente construção dos esquemas, que por sua vez são capazes de gerar novas respostas (BARLETT, 1932). Voltando ao exemplo do disco, as características como o volume e a velocidade de execução da música podem ser controladas conforme o ouvinte, de forma que tais características seriam entendidas como os parâmetros variantes adicionados ao Programa Motor Generalizado (força total, tempo total e músculos

efetores), e características como o ritmo, são intrínsecas à música e determinam um padrão a ser seguido. De forma simples e efetiva, aqui estavam resolvidos os problemas de armazenamento e produção de novos movimentos. Em um apanhado geral, a Teoria do Esquema parece ter cumprido seu papel como nova proposta para solução dos problemas científicos da época. Mas, para compreender do que ela trata, é necessário entender melhor como funcionam as estruturas básicas propostas por Schmidt.

5.3 Programa Motor Generalizado

A essência do Programa Motor Generalizado é de que há um programa na memória (por exemplo, lançar um dardo) e, para rodar esse programa, é necessário especificar um ou mais parâmetros para que a ação seja executada (SCHMIDT, 1982b). Para Magill (2000), em uma análise essencialmente comportamental, o programa motor seria a estrutura responsável por fornecer as bases para a organização, início e realização de determinadas ações pretendidas. Sendo assim, entendido como uma estrutura abstrata, o Programa Motor Generalizado, quando iniciado, resulta na produção de uma sequência coordenada de movimentos que são caracterizados por um padrão comum e cuja execução se produz em circuito aberto (MENDES; BARREIROS; GODINHO; MELO, 2002). O papel do PMG, então, varia de acordo com a duração do movimento. Se o movimento é rápido (<200 ms.), ele é executado debaixo do controle completo do Esquema de Lembrança que, junto ao PMG, determina todos os detalhes do movimento a seguir, e qualquer evento no ambiente que indique que o movimento está incorreto, ou necessita modificação, deve esperar até que o movimento se complete e as correções possam ser aplicadas. Já em movimentos lentos, tanto o Esquema de Lembrança, quanto o Esquema de Reconhecimento são utilizados (SCHMIDT, 1976). Em sua teoria, Schmidt não criou nada novo em si, já que, tanto a idéia de programa motor quanto a idéia de esquemas, eram construtos já discutidos anteriormente. Com uma nova interpretação, porém, este autor foi capaz

de surpreender a comunidade científica da época, que havia esgotado a fonte de explicações para os problemas complexos do controle motor.

Como foi sugerido no parágrafo anterior, apesar de possuir as especificações necessárias para o movimento se iniciar, o PMG não executa um movimento sozinho. Para que o sujeito execute um movimento eficaz, ele necessita obter informações a respeito do estado de seu sistema muscular (como que o seu corpo está) e do ambiente no qual o movimento será realizado antes de sua execução (KEELE, 1968; PEW, 1974, citados por SCHMIDT, 1975). O PMG, sendo a estrutura responsável pela geração de respostas dentro de uma classe de movimentos, controla apenas aspectos invariáveis e relativos desta classe. Sendo assim, para executar um movimento, primeiro o PMG é selecionado e as características gerais e invariantes do movimento a ser realizado são estabelecidas. Em seguida, informações sobre o resultado desejado e as condições iniciais atuais são transmitidas ao esquema, onde, confrontadas com as regras armazenadas, possibilitam estimar o conjunto de especificações da resposta adequado para alcançar a meta. Só após esse processo, o movimento é realizado (FREUDENHEIM; TANI, 1993). O PMG, portanto, coordena a estrutura do movimento. Os esquemas são acrescentados ao PMG e coordenam as especificações da resposta. Soa como um processo longo, mas se limita a milésimos de segundo.

O maior salto da Teoria do Esquema, porém, não foi o PMG. Sim, o PMG foi a alternativa responsável por resolver o problema do armazenamento, e teve participação na explicação do controle de movimentos rápidos, mas ele não foi o único. Como, então, é trabalhada a idéia do Esquema para que todas as dúvidas dos cientistas da época fossem sanadas?

5.4 Esquemas como fonte de parâmetros

De acordo com a teoria proposta por Schmidt, Esquema é a regra, ou conjunto de regras, que fornece as bases para uma tomada de decisão. Tais regras são desenvolvidas a partir da abstração de componentes importantes de

informações acumuladas em experiências anteriores e combinadas em um tipo de regra geral. A formação do esquema, ou regra, para uma classe de movimentos, depende do armazenamento de quatro tipos de informações: condições iniciais, especificação da resposta, consequências sensoriais da resposta e o resultado da resposta (MENDES; BARREIROS; GODINHO; MELO, 2002). À medida que o indivíduo vai utilizando um dado programa, após cada tentativa, ele armazena por um curto período de tempo apenas esses quatro aspectos e abstrai as relações entre eles. “Abstrair”, nesse caso, quer dizer que a pessoa atualiza uma regra que descreve a relação entre essas informações armazenadas, como é atualizado um programa de computador. Após esse processo, as informações são descartadas, mas a regra atualizada permanece. Assim deve ser para que seja resolvido o problema de armazenamento (SCHMIDT, 1982b).

Como já foi citado anteriormente, Schmidt (1975) determinou a existência de dois diferentes esquemas: o Esquema de Lembrança e o Esquema de Reconhecimento. Os Esquemas de Lembrança e de Reconhecimento são separados porque se utilizam de diferentes fontes de informação (SCHMIDT, 1976). O Esquema de Lembrança tem como função a produção do movimento. Ele lida com as condições iniciais do movimento, com a especificação dos parâmetros e com o resultado esperado do movimento, ou seja, atua antes da execução do mesmo. O Esquema de Reconhecimento é responsável principalmente por processar o *feedback*, e ele lida também com as condições iniciais, mas se utiliza das consequências sensoriais e do valor efetivo da resposta, ou seja, atua após a execução do movimento (FREUDENHEIM; TANI, 1993).

Sendo o Esquema de Lembrança definido, então, pela relação entre as especificações dos parâmetros e o resultado esperado do movimento (modificado pelas condições iniciais), ele pode ser aprimorado com alto número de tentativas e alta variabilidade das mesmas. Um aumento no número e na variabilidade das tentativas resultará no melhor desenvolvimento do Esquema de Lembrança, o que ajudará no momento que o indivíduo for realizar um novo movimento, já que ele será capaz de determinar as especificações da resposta em questão com maior efetividade a partir do objetivo final e das condições iniciais. Uma explicação

semelhante vale para o Esquema de Reconhecimento, onde a variabilidade da prática também colaboraria para um melhor entendimento da relação entre o resultado real da ação e as consequências sensoriais (também modificadas pelas condições iniciais). Tal desenvolvimento do Esquema de Reconhecimento será útil tanto em movimentos rápidos quanto em movimentos lentos, já que o aumento na variabilidade da prática leva a um aumento da sensibilidade para a estimação do erro no movimento realizado. Mesmo que informações a respeito do desempenho do sujeito não sejam fornecidas após a execução, ele conseguirá informar-se a si mesmo a respeito de seus erros através do Esquema de Reconhecimento, e fazer os ajustes necessários mesmo sem informações externas sobre a sua execução (SCHMIDT, 1976).

Uma das idéias da Teoria do Esquema, porém, era a possibilidade de ser testada em laboratório. Vários cientistas se dedicaram a testar as premissas básicas da teoria, e muitos resultados interessantes foram encontrados. Alguns destes resultados interessantes foram, inclusive, a base utilizada por Schmidt para construir a sua teoria.

5.5 Evidências científicas

Resultados como o do estudo realizado por Summers et al. (1993), que observou um padrão similar de controle na performance de tarefas envolvendo a produção simultânea de diferentes ritmos de batidas com cada uma das mãos, sugerem a existência de uma estrutura central de controle, como o PMG, proposto por Schmidt (1975). (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

Acredita-se que características do timing relativo, aspecto teoricamente invariante do PMG, se tornam mais bem definidas e mais estáveis com a prática. Sendo assim, a estrutura do movimento pode ser desenvolvida com a prática, e não é simplesmente uma variável estrutural inata imposta às respostas motoras, diferentemente do que foi sugerido em um primeiro momento, quando, em 1975, Schmidt propôs que o PMG sempre esteve presente, e somente era selecionado quando necessário. Em estudos realizados para entender o processo de

aprendizagem do PMG, Wulf e Schmidt (1989) (citados por SHEA; WULF, 2005) concluíram que, com a prática, houve melhora da estrutura temporal do movimento (timing relativo). Os indivíduos, em uma tarefa de pressionar uma sequência em um teclado, produziram proporções similares entre si em seus movimentos no início da prática, mas ao decorrer desta, eles iam se aproximando cada vez mais das proporções de movimento propostas pelos pesquisadores. Os resultados de estudos como esse sugerem que o PMG é desenvolvido através da prática, se tornando mais refinado e estável no decorrer desta. Os mesmos autores citados anteriormente, em um outro estudo, sugerem que fatores que interferem na aprendizagem do timing relativo, que é uma característica inerente do PMG, não afetam, ou prejudicam, a aprendizagem do timing absoluto, que é uma característica inerente dos esquemas. (WULF; SCHMIDT, 1989, citados por SHEA; WULF, 2005). Lai, Shea e colaboradores (2000) (citados por SHEA; WULF, 2005) também relataram que o timing relativo e absoluto não apresentaram correlação entre si e contribuíram independentemente para a medida de erros globais. Estes últimos resultados comprovam a ideia, inicialmente apresentada por Schmidt, de que o PMG e os Esquemas são estruturas de memória independentes.

A invariância do timing relativo pode ser um resultado decorrente de aspectos ambientais ou do dinamismo da mecânica envolvida nos movimentos do corpo e dos membros. Shapiro, em 1981, constatou que o timing relativo é invariante para movimentos da mesma classe, como por exemplo, o andar. Para diferentes classes, porém, o timing relativo difere, como por exemplo, entre o andar e o correr (MAGILL, 2000). Este resultado corrobora o conceito inicial do PMG, elaborado em 1975. Um estudo feito por Gentner, em 1987, a partir do estudo de Shapiro, levantou importantes questões a respeito do timing relativo que, de acordo com Schmidt, categoriza classes específicas de movimento, ou seja, define o PMG (SHEA; WULF, 2005). Gentner (1987) avaliou se a organização temporal relativa era perfeitamente invariante, pois ele acreditava que a noção de organização temporal relativa invariante não podia ser generalizada pela hipótese de que tal aspecto seria fornecido por uma organização central responsável pelo controle do movimento (PMG). Ele acreditava que o timing relativo invariante para um nível

central não é a mesma coisa que um timing relativo invariante para um nível periférico, e que tais idéias só seriam semelhantes se os atrasos esperados entre o comando central e os efeitos periféricos fossem constantes durante todo o movimento (HEUER, 1988).

Um problema do estudo de Shapiro e colaboradores (1981) que também foi encontrado por Gentner, em 1987, foi a estatística. Gentner afirmou que o aspecto do timing relativo deveria ser avaliado apenas para o mesmo indivíduo, e a análise foi feita para um grupo de pessoas. Heuer, porém, em 1991, afirmou que Gentner impôs restrições demais ao estudo de Shapiro, e que ele não considerou os “ruídos” inerentes aos sinais neurais durante o desempenho humano. Tais ruídos são considerados como discrepâncias aceitáveis, pois ocorriam sempre ao final do desempenho do processo de controle (MAGILL, 2000). A crítica feita por Gentner (1987) é interessante, mas como Heuer (1991) declarou, críticas não deveriam ser feitas antes de uma cuidadosa análise do estudo alheio, principalmente quando se trata de um estudo importante como o de Shapiro (1981), pois as aparentes imperfeições encontradas podem ter uma razão de existir, razão essa que não interfere na importância dos resultados encontrados.

Em outro estudo (WULF *et al.*, 1994, citado por SHEA; WULF, 2005) realizado com uma tarefa sequencial em um teclado alfa-numérico (teclas: 2-4-6-8), que tinha o objetivo de observar a porcentagem de tempo entre as teclas pressionadas comparadas com o tempo total, chegou-se à conclusão de que, mesmo quando diferentes versões da mesma tarefa eram praticadas, o timing relativo, ou seja, a porcentagem observada, permanecia inalterado. Estudos como esse estão inclusos no grupo que sugeriu a existência de uma representação central como o PMG, por terem observado que, nas condições específicas desta tarefa, o timing relativo, aspecto inerente ao Programa Motor Generalizado, permanecia inalterado. As críticas feitas não são suficientes para que as premissas sugeridas pela Teoria do Esquema sejam descartadas.

Apesar de existirem vários estudos que sustentam a existência do Programa Motor Generalizado, poucas são as evidências que sustentam a existência dos esquemas motores. Para o Esquema de Lembrança, como já foi citado,

variabilidade de prática e alto número de tentativas facilitam a transferência da aprendizagem para um movimento novo nunca praticado, desde que sejam da mesma classe. Embora, mesmo com os resultados dos estudos aqui citados, não seja possível afirmar que o Esquema de Lembrança é real, esta proposição também não foi refutada. No entanto, se é verdade que somos capazes de produzir movimentos nunca antes realizados, é possível que haja uma regra abstrata como o esquema para explicar como isso acontece (SCHMIDT, 1976).

Evidências para a existência do Esquema de Reconhecimento foram obtidas em estudos nos quais os sujeitos conseguiram aprender a reconhecer um estímulo que não havia sido experimentado antes (POSNER; KEELE, 1968; WILLIAMS; RODNEY, 1975; ATTNEAVE, 1957; EDMONDS *et al.*, 1966, citados por SCHMIDT, 1976). Ao contrário do Esquema de Lembrança, há fortes evidências que suportam a existência de um Esquema de Reconhecimento, o que significa que, provavelmente, resultados similares podem ser novamente encontrados com tarefas diferentes das que foram utilizadas pelos autores acima (SCHMIDT, 1976).

Antes de propor sua teoria, Schmidt avaliou evidências experimentais que apresentassem resultados favoráveis a existência de parâmetros dos movimentos. Tais parâmetros seriam, na Teoria do Esquema, fornecidos pelos esquemas motores. Existem vários estudos que comprovam a existência do tempo total de movimento como um parâmetro, evidências essas que também são favoráveis a Teoria do Esquema (ARMSTRONG, 1970; MICHON, 1974; SUMMERS, 1975; SHAPIRO, 1977; VIVIANI, 1980, citados por SCHMIDT, 1982b). Michon (1974), em um estudo que observou pianistas tocando uma sequência de 15 a 20 notas musicais, concluiu que os indivíduos podiam não só tocar a sequência mantendo o ritmo constante, mas também podiam acelerar a sequência como um todo, de modo que todas as suas partes eram aceleradas proporcionalmente. Para o parâmetro força total, existe a admissão sustentada pelas leis da física de que, se queremos alterar a duração do movimento mantendo as outras variáveis constantes, é necessário um parâmetro que modifique a demanda de força do movimento para que o objetivo seja alcançado (SCHMIDT, 1982b).

Outros dois parâmetros a serem discutidos através de evidências são a amplitude de movimento e o grupamento muscular utilizado. Merton (1972), em um estudo que analisou a escrita de sujeitos no papel e em um quadro negro concluiu que o programa motor não é o responsável por especificar os músculos que estarão envolvidos no movimento. Embora, ao observar os padrões de escrita, estivesse óbvio que eles pertenciam à mesma pessoa, as frases foram escritas com amplitudes de movimento diferentes e, portanto, os movimentos foram realizados por grupamentos musculares diferentes, considerando os principais músculos responsáveis pela ação. Evidências semelhantes foram encontradas por Hollerbach (1981) e por Raibert (1977) (SCHMIDT, 1982b).

Após tantas informações, é possível concluir que as evidências que suportam a Teoria do Esquema, embora antigas, são relevantes. Vários autores já se dedicaram a testar seus pressupostos, e muitos deles encontraram resultados que condizem com o que foi proposto por Schmidt, em 1975. O controle do movimento humano ainda é uma questão em aberto na área do Comportamento Motor, inclusive outras teorias foram criadas a partir das idéias de Schmidt. Mas é inegável que o progresso alcançado nas discussões científicas desde 1975 foi fundamental para estarmos onde estamos hoje.

6 CONCLUSÃO

Ao final desse estudo, após serem analisados vários textos a respeito da Teoria do Esquema, entre eles artigos científicos, capítulos de livros e o próprio artigo introdutório da teoria escrito por Schmidt em 1975, é possível concluir que a Teoria do Esquema foi fundamental para o progresso das discussões em Comportamento Motor. As idéias trabalhadas, especificamente relacionadas ao controle dos movimentos, foram pioneiras, ao passo que suficientemente explicaram como, basicamente, a mente lida com a produção de determinados movimentos, em especial as habilidades discretas.

Mesmo que, posteriormente, questionamentos tenham sido levantados a respeito das estruturas básicas de controle deduzidas por Schmidt, a contribuição

deste autor para o avanço das pesquisas foi indispensável. Além disso, vários estudos científicos obtiveram resultados que condiziam com o que Schmidt havia proposto, de forma que não é possível descartar a Teoria do Esquema, mesmo 35 anos depois de ela ter sido lançada.

Assim, após os fatos e conceitos apresentados na fundamentação teórica, conclui-se que a Teoria do Esquema é extremamente relevante no meio acadêmico, principalmente nas discussões relativas ao controle dos movimentos, já que essa teoria é capaz de responder, com certa credibilidade científica, não só as principais dúvidas dos pesquisadores da época, mas mesmo as principais dúvidas dos pesquisadores atuais.

REFERÊNCIAS

FISCHMAN, M.; CHRISTINA, R.; ANSON, G. Memory drum theory's C movement: revelations from Franklin Henry. **Research quarterly for exercise and sport**, 2008.

HEUER, H. Testing the invariance of relative timing: comment on Gentner. **Psychological Review**, v.95, n. 4, p. 552-557, 1988.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2000.

MENDES, R.; BARREIROS, J.; GODINHO, M.; MELO, F. Teoria do esquema (Schmidt). In: GODINHO, M. (Ed.) **Controle motor e aprendizagem**. 2. ed. Lisboa. Editora FMH, 2002. p.89 - 101.

PINHEIRO, J.P.; CORRÊA, U.C. Desempenho em uma tarefa complexa de "timing" coincidente com desaceleração do estímulo visual em indivíduos de diferentes idades. **Revista brasileira de educação física e esporte**, São Paulo, v.19, n.1, p.61-70, 2005.

PINHEIRO, J.P.; CORRÊA, U.C. Estrutura de prática na aquisição de uma tarefa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual. **Revista portuguesa de ciências do desporto**, Porto, v.7 n.3, p.336-346, 2007.

ROSENBAUM, D.; COHEN, R.; JAX, S.; WEISS, D.; WEL, R. The problem of serial order in behavior: Lashley's legacy. **Human movement science**, n. 26. p. 525-554, 2007.

SCHMIDT, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychological Review**, v. 82, n. 4, 1975.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. **Aprendizagem e performance motora**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2001.

SHEA, C. H.; WULF, G. Schema theory: a critical appraisal and reevaluation. **Journal of Motor Behaviour**, v. 37, n. 2, p. 85-101, 2005.

SCHMIDT, R. A. More on Motor Programs. In: KELSO, J. A. S. (Ed.) **Human motor behavior: an introduction**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1982. p. 189-217.

SCHMIDT, R. A. The Schema Concept. In: KELSO, J. A. S. (Ed.) **Human motor behavior: an introduction**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1982. p. 219-235.

SCHMIDT, R. A. The Shema as a Solution to Some Persistent Problems in Motor Learning Theory. In: STELMACH, G. E. (Ed.) **Motor control: issues and trends**. New York: Academic Press, 1976. p. 41-65.