

METODOLOGIAS DE ENSINO BASEADAS EM APRENDIZAGEM PERCEPTIVA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

TEACHING METHODOLOGIES BASED ON PERCEPTIVE LEARNING: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

Júlio César de Souza Ribeiro **1**
Maisa Pannuti **2**

Especialista, Instituto Paranaense de Terapia Cognitiva. **1**
Lattes: 9691561646928541,
ORCID: 0000-0003-1707-2337.
E-mail: juliodesouza@me.com

Doutora, Universidade Positivo. **2**
Lattes: 4853566493683059,
ORCID: 0000-0001-9472-2140.
E-mail: maisapannuti@gmail.com

Resumo: A aprendizagem perceptiva (AP) é a capacidade que a percepção humana possui de se adaptar de acordo com a experiência. Baseado nesses aspectos teóricos, têm sido desenvolvidas nas últimas décadas metodologias de ensino baseadas em AP. O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão integrativa da literatura, buscando identificar a eficiência de metodologias educacionais baseadas em AP. Para tanto, foi realizada uma pesquisa sistemática sobre o tema nas bases de dados internacionais; no período de janeiro de 1990 a agosto de 2015. Dentre os estudos selecionados todos apresentaram sucesso no objetivo de ensinar algo ao sujeito experimental por meio de AP. A maior parte dos trabalhos se preocuparam em avaliar a aprendizagem em meios diferentes dos quais os conteúdos foram aprendidos (8/12), porém apenas uma parcela (5/12) avaliou a aprendizagem em tempo superior a um dia.
Palavras-chave: Aprendizagem perceptiva. Metodologia pedagógica. Psicologia cognitiva. Revisão integrativa.

Abstract: Perceptual learning (PL) is the ability that human perception has to adapt according to experience. Based on these theoretical aspects, teaching methodologies based on PL have been developed in the last decades. The aim of this study was to conduct an integrative literature review, seeking to identify the efficiency of educational methodologies based on PL. To this end, a systematic research was carried out on the topic in international databases; from January 1990 to August 2015. Among the selected studies, all were successful in teaching the subject something through PL. Most of the works were concerned with evaluating learning in different ways from which the contents were learned (8/12), but only a portion (5/12) evaluated learning in more than one day.
Keywords: Perceptual learning. Pedagogical methodology. Cognitive psychology. Integrative review.

Introdução

A aprendizagem perceptiva (AP) pode ser definida como o processo pelo qual a percepção humana aprimora, por meio da experiência, a coleta de informações relevantes, estabelecendo relações entre os elementos envolvidos e sem a necessidade da atenção consciente, melhorando assim progressivamente a capacidade de percepção (Ciavarro et al., 2013; Gilbert, Sigman, & Crist, 2001; Kellman & Massey, 2013). O estudo deste aspecto da percepção teve destaque no campo da psicologia cognitiva na década de 1960 com as pesquisas da psicóloga Eleanor J. Gibson, que através do campo experimental construiu sua teoria da AP (ADOLPH; KRETCH, 2015).

Segundo Carey (2015, p.158), Gibson explica que durante o processo de AP “não ocorre uma absorção passiva, porém um processo ativo: (...) não apenas olhamos, mas enxergamos, não apenas ouvimos, mas escutamos”. O autor reforça que a AP faz com que os órgãos dos sentidos busquem os estímulos corretos e que isso acontece de maneira natural, sem reforço externo ou necessidade de ajuda.

Neste trabalho o conceito de aprendizagem utilizado será o da plasticidade neuronal em paralelo a uma alteração de comportamento no indivíduo. O termo “plasticidade” já era utilizado na psicologia por James (1890) para designar o cérebro como uma estrutura suscetível o suficiente para sofrer uma alteração, mas forte o bastante para não mudar por inteiro mantendo uma estrutura básica. Posteriormente, o conceito foi aproveitado por Konorski (1948) para se referir à diferença entre “reação” imediata da célula nervosa, onde ocorrem mudanças momentâneas, as quais ele chamou de excitabilidade, do efeito de “permanente transformação” de um sistema de neurônios, o qual ele chamou de plasticidade neuronal. Gilbert et al., (2001) afirmam em seu estudo de revisão que as pesquisas em aprendizagem perceptiva quebram o paradigma neuroanatômico de que a região visual primária do encéfalo não seria passível de sofrer mudanças permanentes na organização celular, servindo apenas como ponte para áreas associativas, o que vem sendo demonstrado em diversas pesquisas (Gilbert & Li, 2012; Pourtois, Rauss, Vuilleumier, & Schwartz, 2008; Thiele, 2004; Yang & Maunsell, 2004).

Estudos sobre *expertise* em xadrez podem ajudar a entender como se dá o processo de AP. Em pesquisas que buscavam entender de forma prática a diferença entre jogadores de xadrez veteranos dos jogadores novatos, o psicólogo holandês e grande enxadrista Adriaan de Groot encontrou resultados que demonstraram que jogadores veteranos conseguiam memorizar uma posição de xadrez depois de ver o tabuleiro por menos de cinco segundos. Essa foi a única diferença encontrada em seus testes entre veteranos e novatos. Ambos avaliavam o mesmo número de movimentos; tinham a mesma intensidade de ponderação e a mesma série de contra movimentos pensados (CAREY, 2015).

Posteriormente Chase e Simon (1973) mostraram que essa habilidade de memorizar o tabuleiro não tinha relação com a capacidade de memória dos jogadores de xadrez experientes. Em testes com números, a capacidade destes jogadores para memorização era igual a de qualquer outra pessoa. O que os autores perceberam era que os jogadores veteranos viam o tabuleiro em *chunks*¹ (partições) mais significativos que os jogadores com pouca experiência. Os autores concluíram seu estudo dizendo que o melhor desempenho dos jogadores veteranos advinha de suas habilidades em codificar a posição das peças no tabuleiro em *chunks* maiores de percepção, cada um composto de uma configuração significativa de peças.

As pesquisas que buscam diferenças cognitivas entre jogadores de xadrez experientes e novatos ajudam a entender como seres humanos podem competir contra computadores e, esporadicamente, vencê-los, mesmo que computadores sejam capazes de fazer milhões de cálculos a mais por turno de jogada do que um jogador humano (CAREY, 2015).

Segundo Kellman e Massey (2013), a habilidade que permite humanos terem um desempenho comparável a um computador, mesmo sem fazer tantos cálculos por minuto, são habilidades

¹ Chunking, em psicologia cognitiva, é a capacidade de relacionar pedaços de informação em um único chunk significativo (MILLER, 1994) the span of absolute judgment and the span of immediate memory impose severe limitations on the amount of information that we are able to receive, process, and remember. By organizing the stimulus input simultaneously into several dimensions and successively into a sequence or chunks, we manage to break (or at least stretch). Um exemplo de aplicação do conceito de chunking é na ação de agrupar letras formando siglas, desta forma a memorização se torna mais fácil devido ao armazenamento em grupos significativos (CAREY, 2015).

altamente gerais que contribuem para a aprendizagem em muitos domínios. Os autores dizem que essas habilidades podem ter surgido durante a evolução, para tarefas importantes do cotidiano da espécie, mas que também podem ser usadas para tornar o indivíduo extraordinariamente bom em quase todo domínio que envolva alguma estrutura complexa. Esse conjunto de habilidades faz parte da aprendizagem perceptiva. Por meio dela o indivíduo “extrai o conjunto mais significativo de estímulos de uma trama visual e o faz de forma instantânea” (Carey, 2015, p.154).

Na percepção, como explica Vianin (2013), os olhos recebem sinais físicos em forma de energia, que não possuem significado ou sentido intrínseco; dessa forma, o sentido é atribuído pela identificação e análise no cérebro. É nesse ponto que um sinal físico se torna um percepto ou uma imagem mental significativa. O autor reafirma o papel de “tratamento da informação” por parte da percepção e diz ainda que “enfaticamos o papel ativo e dinâmico do registro perceptivo e contestamos a imagem redutora de uma fase de obtenção de informação encarregada unicamente de um ato passivo de registro de sinais visuais ou auditivos” (p.71).

Para efeito de delimitação teórica deste trabalho, fica a percepção entendida como um conjunto de processos pelos quais reconhecemos, organizamos e damos sentido às sensações que recebemos de estímulos ambientais (STERNBERG; STERNBERG, 2012), sendo a possibilidade de aprimoramento desse processo o que chamamos de aprendizagem perceptiva, capacidade essa amplamente estudada e demonstrada em pesquisas anteriores (Fine & Jacobs, 2002; Gilbert & Li, 2012; Gold & Watanabe, 2010; Goldstone, 1998; Lu, Hua, Huang, Zhou, & Doshier, 2011)

O conceito de AP já é, há algum tempo, utilizado fora do campo teórico e experimental. Aplicações em metodologias de ensino são documentadas em estudos, disponíveis para consulta e replicação. Kellman & Kaiser (1994) *processing of higher-order patterns, and automaticity. Isolating and condensing relevant perceptual experience in part-task environments might accelerate training. Here we report initial studies of two prototype perceptual learning modules (PLMs aplicaram um Módulo de Aprendizagem Perceptiva (MAP) com o objetivo de ensinar estudantes de pilotagem a ler e a dominar comandos mostrados pelo painel do avião. O painel era composto por seis (6) mostradores, onde cada um informava um indicador em específico – altitude, velocidade, giroscópio direcional, velocidade vertical etc. – sendo de suma importância aprender a ler tais mostradores de forma coletiva, pois é dessa forma que o piloto poderá tomar decisões (CAREY, 2015).*

O MAP aplicado por Kellman & Kaiser (1994) *processing of higher-order patterns, and automaticity. Isolating and condensing relevant perceptual experience in part-task environments might accelerate training. Here we report initial studies of two prototype perceptual learning modules (PLMs consistia, basicamente, em um jogo de computador que transmitia informações sobre o painel de instrumentos. O aluno tinha os seis (6) mostradores exibidos na tela, como num avião real. O participante deveria decidir rapidamente o significado coletivo do que era mostrado. Havia sete opções a escolher: “descida reta”, “reto e estável”, “subida reta”, “descida em curva”, “curva estável”, “subida em curva” e “instrumentos em conflito”. Nesta pesquisa os autores recrutaram dez (10) iniciantes e quatro (4) pilotos com experiência de 500 a 2500 horas de voo, para comparar o desempenho. No início, os participantes sem experiência de voo tendiam a escolher a opção errada, o que se seguia de um aviso sonoro e da indicação da resposta correta. O mesmo acontecia quando a resposta correta era a escolhida, porém com um sinal sonoro diferente. Após uma (1) hora de estudo, até mesmo os pilotos experientes haviam se aperfeiçoado na leitura dos mostradores. O desempenho na habilidade de ler os mostradores, ao final do estudo, dos alunos sem experiência, havia aumentado muito e se assemelhado ao desempenho dos pilotos experientes. Dessa forma, os autores finalizam seu estudo afirmando que “MAPs estruturados de forma correta podem condensar processos de aprendizagem perceptiva que ocorreriam normalmente com a experiência prolongada” (p.1183).*

No campo do ensino fundamental, os MAPs têm sido utilizados no reforço do ensino da matemática, como demonstrado na pesquisa de Kellman, Massey & Son (2010) *however, point to other crucial components of learning, especially improvements produced by experience in the extraction of information: perceptual learning (PL, que aplicaram o módulo em sessenta e oito (68) alunos do nono e décimo ano. Os MAPs aplicados nos alunos tinham como objetivo melhorar o reconhecimento das informações importantes para a resolução das funções lineares da álgebra. Os autores destacam, ao final do estudo, que os MAPs têm o potencial de melhorar o desempenho*

dos alunos nesse domínio.

A aprendizagem proporcionada pela AP pode ser entendida como estando dentro do campo dos conhecimentos não-declarativos - servindo também como *priming*² para conhecimentos declarativos – pois o conhecimento adquirido não pode ser verbalizado, apenas auxilia na evocação de outros conhecimentos, sejam eles declarativos, condicionais ou mesmo procedimentais (Kellman & Massey, 2013; Sternberg & Sternberg, 2012).

Além disso, fica destacada a capacidade de aprendizagem perceptiva também em tarefas complexas envolvendo processos simbólicos, como na utilização de problemas-texto. Tanto na pesquisa de Kellman et al. (2010) however, point to other crucial components of learning, especially improvements produced by experience in the extraction of information: perceptual learning (PL, quanto na pesquisa de Bufford, Mettler, Geller & Kellman (2014) as assessed by tests of mathematical competence. Here we sought direct evidence that a brief perceptual learning module (PLM, onde foi também explorada a capacidade de consolidação no médio prazo da aprendizagem por meio dos MAPs.

Os MAPs contam com pesquisas mostrando sua eficiência no estudo da matemática (BUFFORD *et al.*, 2014) as assessed by tests of mathematical competence. Here we sought direct evidence that a brief perceptual learning module (PLM, no treinamento médico (Kellman, 2013) for the first time, systematic, computer-based methods for teaching pattern recognition, structural intuition, transfer, and fluency. Synergistic with PL are new adaptive learning technologies that optimize learning for each individual, embed objective assessment, and implement mastery criteria. The author describes the Adaptive Response-Time-based Sequencing (ARTS, no treinamento de pilotos (Kellman & Kaiser, 1994) processing of higher-order patterns, and automaticity. Isolating and condensing relevant perceptual experience in part-task environments might accelerate training. Here we report initial studies of two prototype perceptual learning modules (PLMs e até no trabalho com indivíduos com diagnóstico de dislexia (AGUS *et al.*, 2014) "noise learning," was administered to both adults with dyslexia and control adult participants. On each trial, listeners had to decide whether a stimulus was a 1-s noise token or 2 abutting presentations of the same 0.5-s noise token (repeated noise. Em todos os contextos onde foram aplicados, os MAPs serviram para complementar os métodos tradicionais de ensino, que enfocam acentuadamente os conhecimentos declarativos, deixando a aprendizagem perceptiva apenas como uma consequência natural da experiência a longo prazo (Kellman et al., 2008; Quintiliano & Brito, 2005) e-learning, or blended learning.

Pode-se observar que existem diferentes modelos metodológicos subjacentes aos estudos que descrevem aplicações de MAPs com a tarefa de ensinar um conteúdo. Dessa forma, o objetivo geral dessa revisão foi identificar a eficiência de metodologias educacionais baseadas em aprendizagem perceptiva, buscando assim clarificar a aprendizagem proporcionada por essas metodologias em diferentes contextos e contribuindo também com o desenvolvimento desse campo de pesquisa.

Os objetivos específicos relacionam-se a aspectos de aprendizagem, sendo eles: 1) avaliar se as pesquisas existentes estimam o grau de generalização da aprendizagem para meios diferentes do instrumento de estudo e 2) verificar se os estudos mediram a aprendizagem em um período de tempo superior a um dia após o treinamento.

Método

A pesquisa do material bibliográfico foi conduzida em quatro etapas. Na primeira etapa, foram estabelecidas as bases de dados LILACS, MEDLINE, ProQuest, ScienceDirect e Portal de Periódicos da CAPES para a identificação dos artigos. A segunda etapa se deu pela definição dos descritores inseridos na busca dos artigos e dos critérios de inclusão. A escolha dos termos teve como embasamento as palavras-chave utilizadas em artigos da área temática relacionada, lidos anteriormente de forma não sistemática. Os descritores utilizados para a busca dos artigos foram: *perceptual learning* (aprendizagem perceptiva); *education* (educação); os operadores booleanos *and/or* (e/ou). A busca se restringiu a artigos publicados em português, inglês ou espanhol no período compreendido entre janeiro de 1990 e agosto de 2015. A consulta às bases de dados foi

² Priming: Em Sternberg & Sternberg (2012) priming refere-se ao fenômeno cognitivo responsável por evocar ou inibir um determinado conhecimento declarativo.

realizada em setembro de 2015.

Na terceira etapa realizada foi a leitura dos títulos e resumos de todos os artigos selecionados, buscando separar os trabalhos que abordavam o tema objeto da revisão, mesmo que de forma secundária, e ainda respeitavam os seguintes critérios de inclusão: 1) a intervenção experimental deve ter sido realizada com metodologia de aprendizagem perceptiva; 2) a intervenção deve ter tido como objetivo ensinar um conteúdo ou habilidade para participantes inseridos em ensino fundamental, médio, superior ou algum outro tipo de contexto educacional. Foram excluídos estudos publicados sob a forma de entrevistas, notas clínicas e revisões, bem como estudos em laboratório ou ambiente clínico não relacionados à aquisição de habilidades necessárias para um contexto educacional formal. Artigos que não se encaixaram nos critérios propostos foram excluídos das análises posteriores.

A quarta e última etapa do método deste trabalho se referiu à análise sistemática dos artigos selecionados, coletando as informações importantes para a caracterização dos estudos e evidenciando conteúdos pertinentes em relação aos objetivos desta revisão.

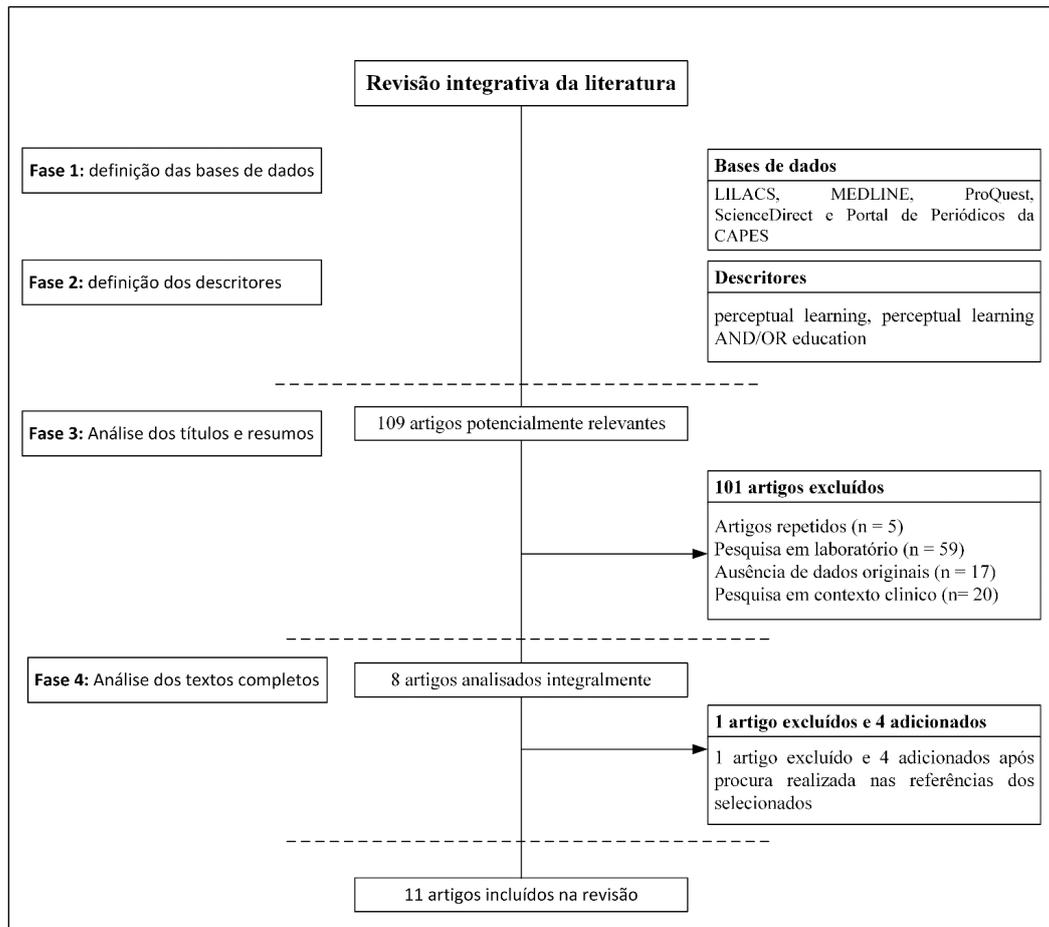
Resultados

Foram encontrados 109 artigos potencialmente relevantes considerando a definição das bases de dados buscadas e dos descritores (etapas um e dois). Na etapa 3, após a leitura dos títulos e resumos dos artigos, foram excluídos 101 estudos de acordo com os critérios apresentados, sendo que:

- 1) 5 (cinco) eram estudos duplicados em mais de uma base de dados;
- 2) 59 (cinquenta e nove) eram pesquisas em contexto laboratorial com aspectos básicos do estudo em aprendizagem perceptiva;
- 3) 17 (dezessete) artigos não apresentavam dados originais (revisões narrativas, editoriais, comentários e notas clínicas);
- 4) 20 (vinte) artigos de pesquisas em contexto clínico (aprendizagem perceptiva aplicada ao tratamento de dislexia, ambliopia ou reabilitação neuropsicológica em casos de acidente vascular cerebral ou traumatismo craniano).

Na etapa 4, os 8 (oito) artigos selecionados foram lidos e analisados por completo. A partir dessa análise, um artigo foi excluído por não apresentar uma definição clara do método utilizado para obter os resultados. Em seguida, outros 4 (quatro) artigos puderam ser encontrados por meio de uma busca nas referências dos 7 (sete) inicialmente selecionados. Os 4 (quatro) artigos foram disponibilizados mediante uma pesquisa no Google Scholar. Por fim, a revisão foi realizada com base em 11 (onze) artigos. A figura 1 apresenta esquematicamente o processo de levantamento bibliográfico e a seleção dos artigos dessa revisão integrativa da literatura.

Figura 1. Fluxograma do processo de revisão



Síntese dos estudos

Inicialmente, serão apresentados os artigos selecionados e que tipo de conteúdo foram objeto de seus estudos via aprendizagem perceptiva. Em seguida será analisado o delineamento de pesquisa utilizado pelos pesquisadores, bem como os instrumentos utilizados para a metodologia de estudo.

Artigos selecionados

Os artigos selecionados, de acordo com contexto educacional, foram os seguintes: ensino fundamental (3/11) (Bufford et al., 2014; Kellman et al., 2008, 2010), ensino superior (7/11) (EVERED et al., 2013, 2014; GUERLAIN et al., 2004; KRASNE et al., 2013; RAU; MICHAELIS; FAY, 2015; RIMOIN et al., 2015; THAI; KRASNE; KELLMAN, 2015), ensino de escola para pilotos (1/11) (KELLMAN; KAISER, 1994).

Natureza dos conteúdos estudados

A pesquisa básica de laboratório no campo da aprendizagem perceptiva apresenta, de uma maneira geral, conteúdos de baixa complexidade visual, como texturas, cores, linhas, formas, dentre outros (FINE; JACOBS, 2002; GOLD; WATANABE, 2010; SEITZ; WATANABE, 2009; WATANABE; SASAKI, 2014). Porém, os conteúdos alvo dos estudos aplicados e integrados na presente pesquisa revelam complexidade variada: vídeos de experiências de voo ou cirurgias médicas; imagens estáticas de células, moléculas, exames médicos e tecidos biológicos; gráficos matemáticos e até mesmo algarismos numéricos. No campo da pesquisa básica, Cohen, Daikhin, & Ahissar, (2013) demonstram que a aprendizagem perceptiva se aplica de maneira bastante específica apenas à estrutura treinada, sendo que qualquer modificação em relação à intervenção leva o desempenho a níveis de pré-teste, o que também é destacado por outros autores (BAKER *et al.*, 2014; KARMARKAR;

DAN, 2006; NOTMAN; SOWDEN; OZGEN, 2005; YANG; MAUNSELL, 2004).

Dessa forma, o alto desempenho de precisão em pós-testes diferentes do procedimento de treino (tabela 2), deve indicar a boa qualidade do instrumento, visto que a generalização na aprendizagem perceptiva se mostra bastante restrita. Em 9 (nove) de 12 (doze) experimentos foi utilizado algum tipo de avaliação diferente do instrumento de estudo, e em todos a aprendizagem se apresentou como significativa em relação ao pré-teste.

O trabalho de Guerlain et al. (2004) buscou desenvolver em alunos de medicina o reconhecimento de padrões em procedimento cirúrgico que os possibilitassem diminuir os atrasos de resposta durante as cirurgias e consequentes erros. Os pesquisadores utilizaram vídeos com cenas de cirurgias de colecistectomia laparoscópica – nome dado ao procedimento cirúrgico para remover a vesícula biliar (TONETO; MOHR; LOPES, 2007) – onde cada etapa da cirurgia era mostrada e repetida diversas vezes, porém cada repetição vinha de um procedimento cirúrgico diferente, dessa forma os participantes poderiam aos poucos aprimorar sua percepção sobre o que realmente era relevante em cada etapa do procedimento e focando assim sua atenção. O grupo controle estudou os mesmos vídeos, porém de maneira livre, sem uma estrutura que facilitasse o aprimoramento da percepção. Como resultado o grupo experimental pontuou 2.06 contra 0.50 do grupo controle na diferença a mais entre os questionários de pré e pós-teste.

Na literatura aqui integrada apenas um outro trabalho utilizou vídeos para o processo de aprendizagem perceptiva: o trabalho de Kellman & Kaiser (1994) *processing of higher-order patterns, and automaticity. Isolating and condensing relevant perceptual experience in part-task environments might accelerate training. Here we report initial studies of two prototype perceptual learning modules (PLMs, que apresentou duas pesquisas realizadas em treinamento de voo para aspirantes a pilotos. Uma delas com pequenos vídeos com cenas de voo e outra com imagens estáticas de um painel de avião. Na primeira, a que utilizou vídeo, o mecanismo de aprimoramento da percepção veio mediante apresentação de cenas de voo e a inferência do participante sobre qual a posição da aeronave dentre três opções, recebendo em seguida um *feedback* de erro ou acerto.*

Mesmo nas pesquisas que se utilizaram de vídeos para promover a aprendizagem por meio da experiência perceptiva, há diferenças em relação ao mecanismo pelo qual a percepção se aprimorou, um deles passivo (GUERLAIN *et al.*, 2004) e outro ativo por *feedbacks* (Kellman & Kaiser, 1994), porém esse aspecto será analisado mais à frente. No total 7 (sete) trabalhos se utilizaram de imagens estáticas (Evered et al., 2013, 2014; Kellman & Kaiser, 1994; Krasne et al., 2013; Rau et al., 2015; Rimoin et al., 2015; Thai et al., 2015), 2 (dois) de vídeos (Guerlain et al., 2004; Kellman & Kaiser, 1994) e 3 (três) de gráficos problemas texto ou algarismos numéricos (Bufford et al., 2014; Kellman, Massey, & Son, 2010; Kellman et al., 2008). Em todas as intervenções o instrumento conseguiu promover aos participantes um melhor desempenho em relação ao parâmetro de comparação, seja ele o pré-teste ou o grupo controle.

Delineamento dos estudos

Com exceção do estudo de Kellman & Kaiser (1994) e o de Rau et al. (2015), que apresentaram delineamento transversal, simulando o efeito de tempo ao comparar participantes experientes com novatos, todos os estudos analisados seguiram o modelo experimental de pré-teste, intervenção, pós-teste, com ligeiras adaptações.

Na tabela 2 são destacados os trabalhos que se utilizaram de um pós-teste tardio, que visavam estimar o nível de aprendizagem após um determinado período. Mettler & Kellman, (2014) abordam justamente a importância de se utilizar metodologias de pesquisa em aprendizagem perceptiva que observem a questão de espaçamento e memória, mesmo que o envolvimento da memória ainda não seja claro na aprendizagem perceptiva. O pós-teste tardio possibilita medir o quanto do conteúdo ainda se mantém aprendido e metodologias que se utilizem de sessões espaçadas de treino promoveriam a aprendizagem por mais tempo (Benjami, Bjork, & Schwartz, 1998; Carey, 2015; Pyc & Rawson, 2009).

Tabela 1. Resumo dos Estudos que Investigaram Treinamentos e Estudo através de Módulos de Aprendizagem Perceptiva: Estudo e Área, Composição da Amostra, Intervenção, Método Utilizado e Principais Resultados.

Estudos	Amostragem	Intervenção	Método	Resultados
Kellman et al. (1994) – Técnica de voo	Pilotos experientes com 500 a 2500 horas de voo (n=4), participantes sem experiência alguma (n=8) e grupo controle (n=4). Total de participantes n=16.	Software, vídeo de cenas reais de voo e um mapa, ordem randômica e feedback. Precisão e tempo de resposta foram medidos.	Transversal com comparação entre os grupos experimentais.	<p>O tempo de reação do grupo novato e dos pilotos veteranos foi bastante parecido. Os novatos iniciaram com média de 40s e os veteranos de 30s, ao final a média dos calouros foi de 20s (59% a menos) e dos veteranos de 10s (61% a menos) de reação.</p> <p>Na precisão o grupo de veteranos teve melhores resultados, ampliando de .50 para .80 seus resultados, enquanto os novatos foram de .35 para .65. O grupo controle permaneceu com a mesma pontuação. Ao final do treino os novatos estavam mais rápidos e mais precisos do que os pilotos experientes estavam no começo do treinamento.</p>
Kellman et al. (1994) - Técnica de voo	Pilotos experientes (n=4) e um grupo de participantes sem experiência de voo (n=10).	Software, imagem estática de um painel de aeronave, ordem randômica e feedback não imediato (a cada 24 respostas).	Transversal com comparação entre os grupos experimentais.	<p>O grupo de pilotos experientes respondeu mais rápido do que o grupo de participantes sem experiência de voo. Ambos os grupos melhoram seu desempenho em tempo de resposta. (10s para 5s dos não pilotos (55%) e 7s para 3s dos pilotos (58%))</p> <p>O grupo dos pilotos mostrou um alto nível de interpretação correta dos instrumentos durante todo o teste (.95 de acerto no início e .95 no final). Os novatos marcaram .75 no início e ao final conseguiram 1.00.</p>

<p>Guerlain et al. (2004) – Habilidade médica</p>	<p>Alunos de medicina (n=30).</p>	<p>Software, vídeos de cirurgia, ordem estruturada para um grupo e livre para os controles. Precisão e tempo de resposta foram medidos. Sem feedback.</p>	<p>Aplicação de pré-teste, intervenção experimental e pós-teste.</p>	<p>O grupo que se utilizou de módulos de aprendizagem perceptiva, teve um significativo aumento no desempenho em testes que acessavam o seu conhecimento procedimental e perceptivo, diferentemente do grupo controle que assistiu aos mesmos vídeos, porém de maneira não estruturada e com o mesmo tempo. Nenhum dos grupos mostrou melhora em conhecimentos declarativos.</p>
<p>Kellman et al. (2008) – Ensino da matemática</p>	<p>Alunos do sétimo ano de uma escola pública dos EUA (n=76)</p>	<p>Software, frações matemáticas, ordem randômica e com feedback.</p>	<p>Pré-teste, intervenção, pós-teste e teste tardio 9 semanas após. Com grupo controle.</p>	<p>Ambos os grupos apresentaram aumento no desempenho do pré-teste para o pós-teste, porém o grupo que realizou os treinamentos por aprendizagem perceptiva obteve um desempenho cerca de 20% maior. O desempenho no teste final (9 semanas depois das aulas e da intervenção) teve o mesmo resultado para o grupo experimental e o grupo controle que já havia sido obtido no pós-teste.</p>
<p>Kellmann et al. (2010) Ensino da matemática</p>	<p>Alunos de ensino fundamental (n=68).</p>	<p>Software, gráfico, equação ou problema texto, ordem randômica com feedback. Precisão e tempo de resposta foram medidos.</p>	<p>Pré-teste, intervenção e pós-teste com grupo controle.</p>	<p>O pré-teste de ambos os grupos não apresentou diferenças significativas. Saber resolver problemas de tradução matemática são necessários para que alunos gerem uma equação ou gráficos corretos, dado um problema, gráfico ou equação. O grupo experimental teve o desempenho melhor no pós-teste em relação ao grupo, aumentando seu desempenho estatístico de menos de 0.2 para 0.4 enquanto o grupo controle aumentou apenas de 0.2 para pouco acima de 0.2.</p>

Krasne et al. (2013) Habilidade médica	Alunos de medicina (n=320).	Software, imagens estáticas de tecidos vivos, utilização de algoritmos, com feedback. Precisão e tempo de resposta foram medidos.	Pré-teste, intervenção e Pós-teste	Precisão diagnóstica subiu de 51% para 64%, tempo de resposta diminuiu de 11,8s para 5,15s.
Evered et al. (2013) Habilidade médica	Alunos de ensino superior de outra área (n= 49).	Software, imagens estáticas de células, ordem randômica. Precisão e tempo de resposta foram medidos. Sem feedback.	Pré-teste, intervenção, teste, intervenção alternativa, pós-teste. Dois grupos diferentes de intervenção. O segundo treino foi modificado em relação ao primeiro.	Precisão diagnostica aumenta significativamente entre o pré-teste e o teste, porém cai entre o teste e o pós-teste, devido a mudança da metodologia de estudo.
Evered et al. (2014) Habilidade médica	Alunos de ensino superior de outra área (n=150).	Software, imagens estáticas de células, ordem randômica, categorias de dificuldade. Sem feedback.	Pré-teste, divisão em 6 grupos (categoriais), intervenção, pós-teste.	Precisão diagnostica melhorou apenas em uma categoria de intervenção, no caso a que comparava imagens normais e anormais e com uma delas sendo de categoria “fácil”.
Bufford et al. (2014) Ensino da matemática	Alunos de ensino fundamental (n=51).	Software, equações algébricas, ordem randômica, com feedback. Precisão e tempo de resposta foram medidos. Utilização de papel e caneta para contas breves.	Pré-teste, intervenção, pós-teste, e teste tardio com grupo controle.	Houve aumento na capacidade de lidar com as equações algébricas, especialmente para os alunos que haviam mostrado desempenho baixo no pré-teste. O desempenho se manteve em um teste realizado 24 horas depois.
Thai et al (2015) Habilidade médica	Alunos de medicina (n=87)	Software, imagens estáticas de eletrocardiogramas, utilização de algoritmos e com e sem feedback.	Estudo livre, avaliação. Pré-teste, intervenção, pós-teste e teste tardio. Divisão em 3 grupos: ativo, passivo e ativo-passivo.	Precisão de interpretação melhorou em todos os grupos cerca de 50%. O grupo passivo-ativo e o ativo mostraram ligeiramente mais progresso do que o grupo passivo. O tempo de resposta diminuiu em média 30% para todos os grupos. O desempenho se manteve consideravelmente maior no teste tardio em relação ao pré-teste.

Rau et al. (2015) Ensino da química em ensino superior	Alunos de química (n=112).	Software on-line, imagens estáticas representações de moléculas químicas. Com feedback.	Transversal com comparação entre os grupos experimentais, de acordo com sua experiência dentro do curso e desempenho no teste	Apenas 44 estudantes completaram os testes. A análise dos resultados teve como foco a comparação de desempenho entre as diferentes tarefas que o instrumento continha e não uma análise da aprendizagem obtida ao longo do estudo
Rimoin et al. (2015) Habilidade médica	Alunos de medicina (n=321).	Software on-line, imagens estáticas de lesões de pele, com feedback e algoritmo.	Longitudinal, ao longo do semestre. Comparação entre grupos de diferentes períodos do curso de medicina. Pré-teste, intervenção, pós-teste	Os níveis de desempenho inicial foram significativos entre os grupos, sendo que os grupos de períodos mais avançados no curso pontuavam mais em precisão e velocidade de resposta, após a intervenção todos os grupos tiveram melhora de maneira proporcional.

Instrumentos

Todos os trabalhos utilizaram software próprio para o treinamento por meio de aprendizagem perceptiva, variando bastante em características. O termo *Perceptual Learning Module* (PLM) foi utilizado para dar nome à ferramenta em 5 (cinco) estudos (Bufford et al., 2014; Guerlain et al., 2004; P. Kellman et al., 2008; P. J. Kellman et al., 2010; Kellman & Kaiser, 1994), já o termo *Perceptual and Adaptive Learning Modules* (PALMs) apareceu em 3 (três) artigos (KRASNE et al., 2013; RIMOIN et al., 2015; THAI; KRASNE; KELLMAN, 2015). Os outros trabalhos não determinaram um nome para o instrumento de intervenção utilizado.

A maior parte dos instrumentos contavam com algum tipo de *feedback* seguido ao desempenho do usuário, porém em 5 (cinco) trabalhos o instrumento utilizado não fornecia nenhum tipo de resposta imediata ao participante (Evered et al., 2013, 2014; Guerlain et al., 2004; Kellman & Kaiser, 1994; Thai et al., 2015). Trabalhos na pesquisa básica de aprendizagem perceptiva já apontavam para a eficiência de aprendizagem sem a necessidade de *feedback* em certas situações (LIU; LU; DOSHER, 2012; PETROV; DOSHER; LU, 2006).

A pesquisa de Guerlain et al. (2004), citada anteriormente, promoveu o aprimoramento da percepção de estudantes de medicina sobre as etapas envolvidas na cirurgia para a remoção da vesícula biliar de maneira passiva, sem a necessidade de *feedbacks* para guiar o sujeito sobre o que era ou não importante no cenário mostrado. A aprendizagem ocorreu em níveis significativos. Porém no trabalho de Kellman & Kaiser (1994) cujo instrumento também utilizava vídeos, a proposta incluía a necessidade do sujeito inferir algo baseado na cena, para em seguida ter um feedback positivo ou negativo. A mesma natureza de conteúdo visual – vídeo – possibilitou duas formas diferentes de promover ao indivíduo uma experiência induzida de aprendizagem, passiva e ativa.

A pesquisa de Thai et al (2015) testou três formas diferentes de intervenção, uma passiva (sem *feedbacks*), outra ativa (com *feedbacks*) e uma terceira alternando partes ativas com partes passivas. As três formas proporcionaram aprendizagem, avaliada inclusive em um pós-teste tardio. Porém, tanto em relação ao tempo de resposta, quanto na precisão de acertos da tarefa o grupo com melhores ganhos ao longo do estudo foi o passivo-ativo, seguido do ativo e por último o grupo passivo, porém a diferença entre estes três grupos foi pequena. Esse trabalho utilizou uma distribuição de estudo baseada em algoritmos.

Tabela 2. Apresentação dos Aspectos Levantados como Objetivos Específicos desta Pesquisa

Estudos	Objetivos	
	Avaliar se as pesquisas existentes estimam o grau de generalização da aprendizagem para meios diferentes do instrumento de estudo	Verificar se os estudos mediram a aprendizagem em um período superior a um dia após o treinamento
Kellman et al. (1994)	NÃO	NÃO
Kellman et al. (1994)	NÃO	NÃO
Guerlain et al. (2004)	SIM	NÃO
Kellman et al. (2008)	SIM	SIM
Kellmann et al. (2010)	SIM	NÃO
Krasne et al. (2013)	SIM	SIM
Evered et al. (2013)	SIM	NÃO
Evered et al. (2014)	SIM	NÃO
Bufford et al. (2014)	SIM	SIM
Thai et al (2015)	NÃO	SIM
Rimoin et al. (2015)	SIM	SIM
Rau et al. (2015)	NÃO	NÃO

Considerações Finais

A essência das metodologias de ensino baseadas em aprendizagem perceptiva é a promoção de experiência-induzida ao sujeito. Por meio de um instrumento, quase sempre um programa de computador, o estudante tem acesso a pequenos fragmentos da experiência real envolvida na habilidade que se deseja aprender. Na vida real a pessoa é exposta de maneira aleatória e não contínua aos estímulos sensoriais, dessa forma, apenas com o passar do tempo, a médio e longo prazo, somos capazes de aprimorar nossa forma de perceber os elementos envolvidos em uma determinada tarefa. Para Kellman & Massey (2013) em seu artigo *Perceptual Learning, Cognition, and Expertise*, a forma com que um novato e um veterano veem a mesma cena envolvida em uma tarefa são diferentes. O novato tem dificuldade em selecionar quais estímulos são ou não relevantes dado o objetivo proposto, já o veterano coleta as informações do ambiente de uma maneira muito mais seletiva e eficiente, filtrando e inibindo estímulos não importantes para o cumprimento da tarefa. Enquanto para o novato a carga de atenção é alta no todo e a velocidade de compreensão é baixa, o veterano possui atenção direcionada apenas aos fragmentos importantes e velocidade alta de compreensão.

O modelo teórico proposto por Gibson nos anos 1960 (ADOLPH; KRETCH, 2015) e desenvolvido recentemente por diversos pesquisadores do campo da psicologia cognitiva experimental, em

especial a equipe de laboratório de percepção humana da Universidade da Califórnia em Los Angeles que tem como chefe de pesquisa o pesquisador Philip J. Kellman, tem encontrado diversas aplicações práticas no campo da educação. Nesta revisão integrativa foi possível observar trabalhos em diversos contextos educacionais, sempre com sucesso na promoção da melhora de desempenho nos testes que avaliavam a aprendizagem no domínio alvo. Tal qual proposto pela teoria do campo da aprendizagem perceptiva, os sujeitos invariavelmente melhoravam seu tempo de resposta e sua precisão após a intervenção. Mesmo quando comparados com sujeitos experientes na tarefa, grupos controle ou com seu próprio desempenho prévio, os sujeitos experimentais demonstravam um desempenho satisfatório de acordo com as hipóteses dos pesquisadores de que o instrumento promoveria aprendizagem (tabela 1), o que responde ao primeiro objetivo deste trabalho.

Com o intuito de clarificar os processos de aprendizagem das metodologias baseadas em aprendizagem perceptiva, foi proposto o entendimento de dois aspectos importantes para que se considere um conteúdo realmente aprendido: a aplicação do que foi aprendido em um contexto ou instrumento diferentes daquele que fora feito o treino (FAHLE, 2005) e se a habilidade desenvolvida poderia ser evocada após um certo tempo passado o estudo, de acordo com a teoria de espaçamento da memória (KAPLER; WESTON; WISEHEART, 2015). Nos dois aspectos o resultado da integração da literatura mostrou que existe uma preocupação com uma promoção de aprendizagem além do laboratório, pois na maior parte dos estudos (8/12) o que foi aprendido foi também testado em meios diferentes do instrumento de estudo e a aprendizagem fora também estimada um tempo após o estudo, porém, esta última, apenas em uma pequena parcela dos trabalhos (5/12).

É importante também destacar o número crescente de pesquisas, sendo que sete dos aqui integrados foram publicados nos últimos 3 anos. Desde a primeira pesquisa no ano de 1994, o grupo de pesquisa que mais colaborou com o campo foi o do já citado pesquisador Philip Kellman, com ao menos 7 trabalhos relacionados a metodologias de ensino baseadas em aprendizagem perceptiva.

Esta revisão integrativa da literatura buscou colaborar com o campo de estudos relacionados às tecnologias facilitadoras da educação. A aprendizagem perceptiva tem, como foi demonstrado, obtido sucesso em promover o desenvolvimento de habilidades, especialmente se for usada como complemento ao ensino regular (BUFFORD *et al.*, 2014) as assessed by tests of mathematical competence. Here we sought direct evidence that a brief perceptual learning module (PLM). Os campos de pesquisa das áreas da saúde, como o da medicina e o da enfermagem têm destacado em publicações de revistas específicas dessas áreas as contribuições da aprendizagem perceptiva (CIOFFI, 2013; LONG, 2004). Dado esse cenário, o presente trabalho recomenda que sejam realizadas investigações sobre os aspectos da necessidade de *feedback* para a aprendizagem perceptiva e a ampliação das investigações nos contextos escolares, especialmente no ensino médio, onde se espera que o estudante já tenha uma grande quantidade de conhecimentos prévios adquiridos e a aprendizagem perceptiva pode ser usada para preencher lacunas deixadas ao longo da carreira escolar do aluno.

Referências

ADOLPH, K. E.; KRETCH, K. S. Gibson's Theory of Perceptual Learning. *In: International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. [S. l.: s. n.]. p. 127–134. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.23096-1>. Acesso em: 24.nov.2015

AGUS, T.R.; CARRIÓN-CASTILLO, A.; PRESSNITZER, D.; RAMUS, F. Perceptual learning of acoustic noise by individuals with dyslexia. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, v. 57, n. 3, p. 1069–77, 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013/13-0020\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/13-0020)) Acesso em: 26.nov.2015

BAKER, R.; DEXTER, M.; HARDWICKE, T.; GOLDSTONE, A.; KOURTZI, Z.; DEXTER, M.; HARDWICKE, T. E.; GOLDSTONE, A. Learning to predict: exposure to temporal sequences facilitates prediction of future events Learning to predict: Exposure to temporal sequences facilitates prediction of future events. *Vision Research*, v. 9910, n. 10, 2014.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.10.017>. Acesso em: 22.nov.2015

BENJAMIN, A. S.; BJORK, R. A.; SCHWARTZ, B. L. The mismeasure of memory: when retrieval fluency is misleading as a metamnemonic index. **Journal of experimental psychology. General**, v. 127, n. 1, p. 55–68, 1998. Disponível em: <https://doi.org/1997-39050-004>. Acesso em: 26.nov.2015.

BUFFORD, C. A.; METTLER, E.; GELLER, E. H.; KELLMAN, P. J. The Psychophysics of Algebra Expertise : Mathematics Perceptual Learning Interventions Produce Durable Encoding Changes. *In: (* & B. S. P. Bellow, M. Guarini, M. McShane, Org.)2014, Austin. **Proceedings of the 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society**. Austin: Cognitive Science Society, 2014. p. 272–277. Acesso em: 22.nov.2015

CAREY, B. **Como aprendermos: a surpreendente verdade sobre quando, como e por que o aprendizado acontece**. 1. ed ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CHASE, W. G.; SIMON, H. a. Perception in chess. **Cognitive Psychology**, v. 4, n. 1, p. 55–81, 1973. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90004-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90004-2) Acesso em: 22.nov.2015

CIAVARRO, M.; AMBROSINI, E.; TOSONI, A.; COMMITTERI, G.; FATTORI, P.; GALLETI, C. Does Perceptual Learning Require Consciousness or Attention? **Journal of Cognitive Neuroscience**, p. 1–10, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/jocn>. Acesso em: 08.out.2015

CIOFFI, J. M. Perceptual learning and the development of expertise: A discussion paper. **Nurse Education Today**, v. 33, n. 2, p. 83–86, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2012.08.002>. Acesso em: 08.out.2015

COHEN, Y.; DAIKHIN, L.; AHISSAR, M. Perceptual Learning Is Specific to the Trained Structure of Information. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 25, n. 12, p. 2047–2060, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/jocn>. Acesso em: 09.out.2015

EVERED, A.; WALKER, D.; WATT, A. A.; PERHAM, N. To what extent does nonanalytic reasoning contribute to visual learning in cytopathology? **Cancer Cytopathology**, v. 121, n. 6, p. 329–338, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cncy.21263>. Acesso em: 08.out.2015

EVERED, A.; WALKER, D.; WATT, A. A.; PERHAM, N. Untutored discrimination training on paired cell images influences visual learning in cytopathology. **Cancer Cytopathology**, v. 122, n. 3, p. 200–210, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cncy.21370>. Acesso em: 09.out.2015

FAHLE, M. **Perceptual learning: Specificity versus generalization**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.010>. Acesso em: 22.nov.2015

FINE, I.; JACOBS, R. a. Comparing perceptual learning tasks: a review. **Journal of vision**, v. 2, n. 2, p. 190–203, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1167/2.2.5>. Acesso em: 22.nov.2015

GILBERT, C. D.; LI, W. **Adult Visual Cortical Plasticity**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.06.030>. Acesso em: 23.nov.2015

GILBERT, C.; SIGMAN, M.; CRIST, R. The neural basis of perceptual learning. **Neuron**, v. 31, p. 681–697, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(01\)00424-X](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(01)00424-X). Acesso em: 22.nov.2015

GOLD, J. I.; WATANABE, T. **Perceptual learning**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.10.066>. Acesso em: 21.nov.2015

GOLDSTONE, R. L. Perceptual learning. **Annual review of psychology**, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.127>

doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.585. Acesso em: 22.nov.2015.

GUERLAIN, S.; GREEN, K. B.; LAFOLLETTE, M.; MERSCH, T. C.; MITCHELL, B. A.; POOLE, G. R.; CALLAND, J. F.; LV, J.; CHEKAN, E. G. Improving Surgical Pattern Recognition Through Repetitive Viewing of Video Clips. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans**, v. 34, n. 6, p. 699–707, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TSMCA.2004.836793>. Acesso em: 09.out.2015

JAMES, W. Habit. In: **The Principles of Psychology**. [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <http://psychclassics.yorku.ca/James/Principles/prin4.htm>. Acesso em: 20.nov.2015

KAPLER, I. V.; WESTON, T.; WISEHEART, M. Spacing in a simulated undergraduate classroom: Long-term benefits for factual and higher-level learning. **Learning and Instruction**, v. 36, p. 38–45, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.11.001>. Acesso em: 09.out.2015

KARMARKAR, U. R.; DAN, Y. **Experience-Dependent Plasticity in Adult Visual Cortex**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.11.001> Acesso em: 10.out.2015

KELLMAN, P. J. Adaptive and perceptual learning technologies in medical education and training. **Military medicine**, v. 178, n. 10 Suppl, p. 98–106, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00218>. Acesso em: 09.out.2015

KELLMAN, P. J.; KAISER, M. K. Perceptual Learning Modules in Flight Training. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 38, n. 18, p. 1183–1187, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/154193129403801808>. Acesso em: 24.nov.2015

KELLMAN, P. J.; MASSEY, C. M. Perceptual Learning, Cognition, and Expertise. **Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory**, v. 58, p. 117–165, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407237-4.00004-9>. Acesso em: 24.nov.2015

KELLMAN, P. J.; MASSEY, C. M.; SON, J. Y. Perceptual learning modules in mathematics: Enhancing students' pattern recognition, structure extraction, and fluency. **Topics in Cognitive Science**, v. 2, n. 2, p. 285–305, 2010 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01053.x>. Acesso em: 25.nov.2015

KELLMAN, P. J.; MASSEY, C. M.; SON, J. Y. Perceptual Learning Modules in Mathematics: Enhancing Students' Pattern Recognition, Structure Extraction, and Fluency. **Topics in Cognitive Science**, v. 2, n. 2, p. 285–305, 2010 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01053.x>. Acesso em: 20.nov.2015

KELLMAN, P. J.; MASSEY, C.; ROTH, Z.; BURKE, T.; ZUCKER, J.; SAWA, A.; AGUERO, K. E.; WISE, J. A. Perceptual learning and the technology of expertise
 Studies in fraction learning and algebra. **Pragmatics & Cognition**, v. 16, n. 2, p. 356–405, 2008 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.07kel>. Acesso em: 08.nov.2015

KELLMAN, P.; MASSEY, C.; ROTH, Z.; BURKE, T.; ZUCKER, J.; SAWA, A.; AGUERO, K. E.; WISE, J. A. **Perceptual learning and the technology of expertise Studies in fraction learning and algebra**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.07kel>. Acesso em: 25.nov.2015

KRASNE, S.; HILLMAN, J. D.; KELLMAN, P. J.; DRAKE, T. A. Applying perceptual and adaptive learning techniques for teaching introductory histopathology. **Journal of pathology informatics**, v. 4, p. 34, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/2153-3539.123991>. Acesso em: 13.nov.2015

LIU, J.; LU, Z. L.; DOSHER, B. A. Mixed training at high and low accuracy levels leads to perceptual learning without feedback. **Vision Research**, v. 61, p. 15–24, 2012.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.12.002>. Acesso em: 30.out.2015

LONG, D. M. Competency-based training in neurosurgery: the next revolution in medical education. **Surgical Neurology**, v. 61, n. 1, p. 5–14, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.surneu.2003.08.019>. Acesso em: 30.out.2015

LU, Z.-L.; HUA, T.; HUANG, C.-B.; ZHOU, Y.; DOSHER, B. A. Visual perceptual learning. **Neurobiology of learning and memory**, v. 95, n. 2, p. 145–151, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2010.09.010>. Acesso em: 30.out.2015

METTLER, E.; KELLMAN, P. J. Adaptive response-time-based category sequencing in perceptual learning. **Vision Research**, v. 99, p. 111–123, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.12.009>. Acesso em: 22.nov.2015

MILLER, G. a. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. 1956. **Psychological review**, v. 101, n. 2, p. 343–352, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/h0043158>. Acesso em: 22.nov.2015

NOTMAN, L. A.; SOWDEN, P. T.; OZGEN, E. The nature of learned categorical perception effects: a psychophysical approach. **Cognition**, v. 95, n. 2, p. B1-14, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.07.002>. Acesso em: 26.nov.2015.

PETROV, A. a.; DOSHER, B. A.; LU, Z. L. Perceptual learning without feedback in non-stationary contexts: Data and model. **Vision Research**, v. 46, n. 19, p. 3177–3197, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.03.022>. Acesso em: 21.set.2015

PYC, M. A.; RAWSON, K. A. Testing the retrieval effort hypothesis: Does greater difficulty correctly recalling information lead to higher levels of memory? **Journal of Memory and Language**, v. 60, n. 4, p. 437–447, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jml.2009.01.004>. Acesso em: 21.set.2015.

QUINTILIANO, L. C.; BRITO, M. R. F. **Conhecimento Declarativo E Conhecimento De Procedimento Como Componentes Fundamentais Para A Solução De Problemas Algébricos**. 2005. - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC26286839895T.rtf. Acesso em: 20.abr.2021

RAU, M. A.; MICHAELIS, J. E.; FAY, N. Connection making between multiple graphical representations: A multi-methods approach for domain-specific grounding of an intelligent tutoring system for chemistry. **Computers & Education**, v. 82, p. 460–485, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.009>. Acesso em: 22.set.2015

RIMOIN, L.; ALTIERI, L.; CRAFT, N.; KRASNE, S.; KELLMAN, P. J. Training pattern recognition of skin lesion morphology, configuration, and distribution. **Journal of the American Academy of Dermatology**, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2014.11.016>. Acesso em: 21.out.2015

SEITZ, A. R.; WATANABE, T. The phenomenon of task-irrelevant perceptual learning. **Vision Research**, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.08.003>. Acesso em: 21.set.2015

STERNBERG, R. J.; STERNBERG, K. **Cognitive Psychology**. 6th. ed. [S. l.]: Cengage Learning, 2012.

THAI, K.-P.; KRASNE, S.; KELLMAN, P. J. Adaptive Perceptual Learning in Electrocardiography: The Synergy of Passive and Active Classification. In: 2015, Los Angeles. **Proceedings of the Annual Conference of the Cognitive Science Society**. Los Angeles: [s. n.], 2015.

TONETO, M.; MOHR, C.; LOPES, M. H. Das grandes incisões cirúrgicas à colecistectomia laparoscópica:

uma reflexão sobre o impacto de novas tecnologias. **Scientia Medica**, v. 17, n. jan./mar., p. 31–35, 2007.

VIANIN, P. **Estratégias de Ajuda a Alunos Com Dificuldades de Aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2013.

WATANABE, T.; SASAKI, Y. Perceptual learning: Toward a comprehensive theory. **Annual review of Psychology**, p. 1–54, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015214>. Acesso em: 21.set.2015

YANG, T.; MAUNSELL, J. H. R. The Effect of Perceptual Learning on Neuronal Responses in Monkey Visual Area V4. **The Journal of Neuroscience neuroscience**, v. 24, n. 7, p. 1617–1626, 2004.

Recebido em 31 de dezembro de 2020.

Aceito em 22 de fevereiro de 2021.