

# VISUALIZAÇÃO MENTAL NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS: CONTRIBUTOS DA PSICOLOGIA DO DESPORTO

MENTAL VISUALIZATION IN SCIENCE LEARNING AND TEACHING:  
INCOMES FROM SPORT PSYCHOLOGY

IMÁGENES MENTALES EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS  
CIENCIAS: LAS CONTRIBUCIONES DE LA PSICOLOGÍA DEL DEPORTE

**Teresa de Jesus Fonseca** ([tfonseca@ipg.pt](mailto:tfonseca@ipg.pt))\*

**Jorge Fonseca e Trindade** ([jtrindade@ipg.pt](mailto:jtrindade@ipg.pt))\*\*

## RESUMO

A visualização mental desempenha um papel de relevo na construção do conhecimento científico e na aprendizagem de ciências por exigir esquemas formais de raciocínio e representações mentais de conceitos abstractos. Alguns estudos têm até relacionado a capacidade de visualização mental com o sucesso académico em várias disciplinas de ciências como a Física, Química, Matemática, Biologia e Geologia, evidenciando que o seu domínio envolve, em elevado grau, uma componente de um processo de aprendizagem visual e espacial. Paralelamente, existe uma vasta literatura que sugere que o treino desportivo de alta competição, por ser considerado uma actividade promotora da habilidade espacial, é propício para desenvolver a capacidade de visualização mental. Com efeito, a aplicação da Psicologia Cognitiva no treino desportivo tem fomentado um grande interesse, em particular pela representação mental de imagens, dada a natural afinidade entre tratamento da informação e as habilidades cognitivas. Este estudo pretendeu levar em consideração as mais-valias específicas do ensino/aprendizagem de ciências e da Psicologia do Desporto. O nosso objectivo consistiu em utilizar estas mais-valias criadas no contexto desportivo para melhorar as aptidões espaciais de alunos, imprescindíveis à aprendizagem das ciências. Para tal, os autores submeteram 15 alunos de ciências, com pouca capacidade de visualização mental, a um plano de treino de visualização mental inspirado no treino desportivo. Os resultados obtidos permitem concluir que, comparativamente ao grupo de controlo, existem melhorias estatisticamente significativas na capacidade de visualização dos alunos do grupo experimental.

Palavras-chave: Visualização mental, aptidão espacial, treino desportivo, ciências, ensino/aprendizagem.

## ABSTRACT

The mental imagery plays an important role in the construction of scientific knowledge and science learning by demanding formal schemes of reasoning and mental representations of abstract concepts. Some studies have related the ability of mental imagery to academic achievement various subjects of sciences like physics, chemistry, mathematics, biology and geology, showing that their domain involves, to a high degree, a component of visual and spatial learning process. In parallel, a large part of research suggests that high competition sports training, viewed as an active promoter of spatial ability, contributes to developing the mental imagery ability. Indeed, the application of cognitive psychology in sport training has fostered a great interest, particularly the mental representation of images, given the natural affinity between information processing and cognitive skills. This study sought to take into account the gains of specific teaching / learning of science and Sports Psychology. Our objective was to use these gains created in the context of sport to improve the spatial abilities of students, essential for science learning. To this end, the authors submitted 15 science students, with little capacity for mental imagery on a workout plan of imagery inspired by the sports training. The results showed that compared to the control group, there were statistically significant improvements in the visualization capability of the students in the experimental group.

Keywords: Mental visualization, spatial ability, sport training, sciences, teaching/learning.

## RESUMEN

La visualización mental desempeña un papel de relevancia en la construcción del conocimiento científico y en el aprendizaje de ciencias por exigir esquemas formales de raciocinio y representaciones formales de conceptos abstractos. Algunos estudios llegan a relacionar la capacidad de visualización mental con el éxito académico en distintas disciplinas de ciencias, tales como Física, Química, Matemáticas, Biología y Geología, evidenciando que su dominio envuelve, en gran medida, un componente de un proceso de aprendizaje visual y espacial. Paralelamente, existe una literatura muy extendida, la cual sugiere que, el entrenamiento deportivo de alta competición, al ser considerado una actividad que promueve la habilidad espacial, es

propicio para desenvolver la capacidad de visualización mental. Realmente, la aplicación de la Psicología Cognitiva en el entrenamiento deportivo ha despertado gran interés, particularmente por la representación mental de imágenes, dada la natural afinidad entre el tratamiento de información y las habilidades cognitivas. Este estudio ha pretendido tener en consideración los beneficios específicos de la enseñanza/del aprendizaje de las ciencias y de la Psicología del Deporte. Nuestro objetivo ha consistido en utilizar estos beneficios creados en el contexto deportivo para mejorar las aptitudes espaciales de alumnos, imprescindibles para el aprendizaje de las ciencias. Con tal objeto, los autores han sometido a 15 alumnos de ciencias, con poca capacidad de visualización mental, a un método de entrenamiento de visualización mental inspirado en entrenamiento deportivo. Los resultados obtenidos permiten concluir que, comparativamente al grupo de control, existen mejorías estadísticamente significativas en la capacidad de visualización de los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

Palabras Clave: Visualización mental, aptitud espacial, entrenamiento deportivo, ciencias, enseñanza/aprendizaje.

\* Doutorada em Ciências do Desporto, pela Universidade do Porto, investigadora do Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Professora Adjunta na Escola Superior de Educação, Comunicação e Desporto do Instituto Politécnico da Guarda.

\*\* Doutorado em Física, pela Universidade de Coimbra, investigador do Centro de Física Computacional do Departamento de Física da Universidade de Coimbra e Professor Adjunto na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda.

## 1. INTRODUÇÃO

O treino desportivo e a aprendizagem de ciências são duas áreas bem distintas mas perfilham um denominador comum: a visualização mental. De forma simples e genérica, trata-se de uma aptidão espacial para criar imagens mentais – formar, analisar, transformar e manter imagens na mente na ausência de estímulos visuais externos. Inclui a capacidade para manipular, sobrepor e orientar um objecto mentalmente e criar estruturas mentais a partir de orientações verbais e orais. Esta capacidade engloba a orientação espacial (relações espaciais e persistência da imagem) e a visualização espacial (manipulações mentais envolvendo transformações entre vários padrões visuais). Trata-se de uma aptidão habitualmente considerada difícil, uma vez que a formação e controlo de imagens neuronais é um dos aspectos mais críticos da função cognitiva superior (Richardson, 1972). Vários trabalhos indicam que esta dificuldade é comum à maioria das pessoas adultas (Macoby e Jacklin, 1974; McGee, 1979), condicionando as escolhas profissionais (Smith, 1964; Mitchelmore, 1980), e limitando o potencial criativo (Paivio, 1970; Holliday, 1975).

Tradicionalmente, o estudo abrangente de elementos visuo-espaciais, auditivos, cinestésicos na cognição e na aprendizagem estão relegados preferencialmente para cursos de educação física, música, arte, etc. Exercícios preparatórios sobre visualização espacial e uso de ilustrações ou diagramas que treinem os alunos na utilização naquele domínio são pouco frequentes. Alguns estudos (Brinkmann, 1966; DeBono, 1976) indicam que esta capacidade pode ser ensinada através de sessões de aprendizagem planeadas cuidadosamente. Melhorar a capacidade de visualização mental é um processo análogo ao desenvolvimento e uso da linguagem. A experiência molda uma capacidade inerente na habilidade para controlar tarefas de complexidade crescente. Tal como um ambiente verbalmente rico contribui para melhorar a capacidade linguística, um ambiente visualmente rico ajudará na aquisição da aptidão da visualização espacial.

A questão consiste em saber qual a melhor forma de aplicar o nosso conhecimento do pensamento visuo-espacial em estratégias práticas na sala de aula. A chave pode estar na potencial capacidade das nossas mentes para integrar informação de todos os tipos. Visão e

imagética são os processos mentais mais integrativos. Inicialmente, na percepção visual, usamos componentes modulares do movimento, cor, padrões, etc. Num segundo nível, o visuo-espacial, características cinestésicas, tácteis, auditivas, etc. O cérebro invoca conhecimento precedente num processo “top down” e compara-o com a mistura de informação num processo “bottom up”.

A aprendizagem da aptidão da visualização espacial pode começar com o desenvolvimento de capacidades metacognitivas visuais através de experiências directas com processos visuais fisiológicos como a concentração, resolução, visão periférica e cor (Murphy, 1992), tal como habitualmente praticado no treino desportivo de alto rendimento, através de planos de treino de visualização mental (PTVM) apropriados.

O nosso estudo pretende levar em consideração as interacções e mais-valias específicas de dois domínios: o ensino/aprendizagem de ciências e a Psicologia do Desporto. Dada a necessidade de os alunos de ciências terem a necessária capacidade de visualização mental imprescindível à compreensão de conceitos abstractos (nem sempre acessíveis através de ferramentas gráficas imediatas) e socorrendo-se o treino desportivo de técnicas de visualização mental com o intuito de melhorar o desempenho desportivo dos atletas, será possível utilizar estas mais-valias criadas no contexto desportivo para melhorar as aptidões espaciais de alunos no processo de ensino/aprendizagem das ciências?

Convém esclarecer que durante este trabalho utilizaremos de forma indiferenciada os termos visualização mental e imagética para nos referirmos ao tipo de intervenção levada a cabo, assumindo-se que em ambos os casos está implícita a ideia da utilização de todos os sentidos para o atleta reproduzir uma determinada experiência na sua mente e não apenas a utilização do sentido da visão que, segundo Vealey (1991), será a característica que melhor identifica a visualização mental.

### 1.1. VISUALIZAÇÃO MENTAL NO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E NO ENSINO/APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

A visualização mental desempenha um importante papel na construção do conhecimento científico, tendo influenciado de forma significativa muitas das teorias físicas (Miller, 2000). Desde Aristóteles a Einstein, passando por Galileu, Faraday e outros, grandes nomes da

ciência recorreram à imagética para engendrarem as suas teorias: Galileo Galilei (1592) imaginou a queda livre de corpos com diferentes pesos, Michael Faraday (1831) visualizou as linhas de força em redor de cargas e pólos magnéticos, August Kekulé (1861) afirmou ter visualizado a estrutura cíclica do benzeno enquanto dormia, Nikola Tesla (1896) era capaz de ver mentalmente os mais sofisticados engenhos mesmo antes de os conceber, James Maxwell (1899) imaginou um demónio capaz de observar cada molécula numa caixa fechada para explicar a possibilidade de violação da segunda lei da termodinâmica a nível microscópico, Albert Einstein (1905) utilizou experiências imaginárias para descrever a ideia de eventos simultâneos em consequência da invariância da velocidade da luz, George Gamow (1965) descreveu “viagens” através de moléculas de gelo, água líquida e álcool. Esta proficiência dos cientistas foi objecto de estudo em 1952 por Roe (Roe, 1952), que fez testes sobre a capacidade espacial e de percepção de 64 cientistas de renome mundial, tendo verificado que cada um possuía apuradas capacidades visuo-espaciais.

Se a imagem e a respectiva visualização mental são importantes no desenvolvimento do conhecimento científico, elas deverão também ser essenciais no ensino e na aprendizagem. A linguagem científica, os seus conceitos e processos, não são os do quotidiano e por isso é grande a dificuldade de adesão e de compreensão. Em ciência a aprendizagem dos conceitos requer esquemas formais de raciocínio. Entre a observação ou descrição dos factos e a sua interpretação há uma barreira que só pode ser aprendida ao nível do abstracto por tratar com entidades não observáveis ou manipuláveis. A utilização da imagem é referida por vários autores (Tosi, 1987; Batolomé, 1898) como um poderoso meio para garantir uma melhor compreensão da linguagem científica. Como tal, em educação sempre foi, e continua a ser, enorme a apetência pela imagem. A utilização dos meios audiovisuais em geral, e da imagem em particular, no ensino pode resumir-se a três momentos (Tosi, 1987, Bartolomé, 1989):

a) O primeiro, nos anos 60, como perspectiva técnico-empírica. Pressupunha-se que seria possível utilizar os meios audiovisuais mais pertinentes para determinadas matérias ou condições de ensino e que as conclusões ou descobertas da investigação trariam consequências imediatas e seriam facilmente aplicáveis para a resolução de problemas.

b) Nos anos 70, foi dado maior realce à perspectiva simbólico interativa. Procurava-se descobrir que efeitos produzem determinadas modalidades e estruturações simbólicas em função das características dos sujeitos realizando tarefas específicas. As investigações mostraram que, mantendo as demais componentes da situação (conteúdo, tarefa, estruturação simbólica), a alteração da tecnologia tinha efeitos depreciáveis na aprendizagem.

c) Actualmente é dada mais ênfase à necessidade de interacção entre a estruturação simbólica das mensagens, as características cognitivas do sujeito e os contextos de aprendizagem dos alunos. Neste pressuposto estruturam-se três modelos de utilização dos meios audiovisuais:

- O primeiro, parte da concepção do currículo para o desenvolvimento dos meios audiovisuais: depois da elaboração do currículo e estratégias a utilizar, seleccionam-se os meios que melhor se integram na realidade curricular.
- No segundo, os materiais funcionam como instrumentos de garantia à fidelidade curricular.
- No terceiro modelo, a produção dos meios audiovisuais faz parte das tarefas de concepção curricular. Neste modelo, os meios tomam-se recurso de apoio aos professores para o desenvolvimento curricular.

Actualmente, desde esquemas simples às fotografias a cores que profusamente ilustram os manuais escolares, diversas são as formas para transmitir conteúdos científicos aos alunos de uma maneira visual. A título meramente ilustrativo, referimos o livro de Brandt e Dahmen "The Picture Book of Quantum Mechanics" (Brandt e Dahmen, 2000), que mostra bem a importância dada hoje à visualização no ensino da Física. Esta obra utiliza várias figuras tridimensionais para representar, por exemplo, superfícies de densidade de probabilidade constante do átomo de hidrogénio (Figura 1). Como os estímulos imaginados e os estímulos percebidos ou 'reais' têm um estatuto qualitativamente semelhante na nossa vida mental consciente (Martens, 1987), recorrendo à imagética consegue-se mostrar aquilo de que outrora apenas se falava, permitindo um contacto mais "directo" com o assunto em estudo. Ainda que a memória visual varie muito de indivíduo para indivíduo, a memória humana parece ter sido essencialmente talhada para o armazenamento de imagens e a aprendizagem realiza-se de forma mais eficaz e duradoura quando contextualizada para um conjunto de imagens (Boden, 1988).

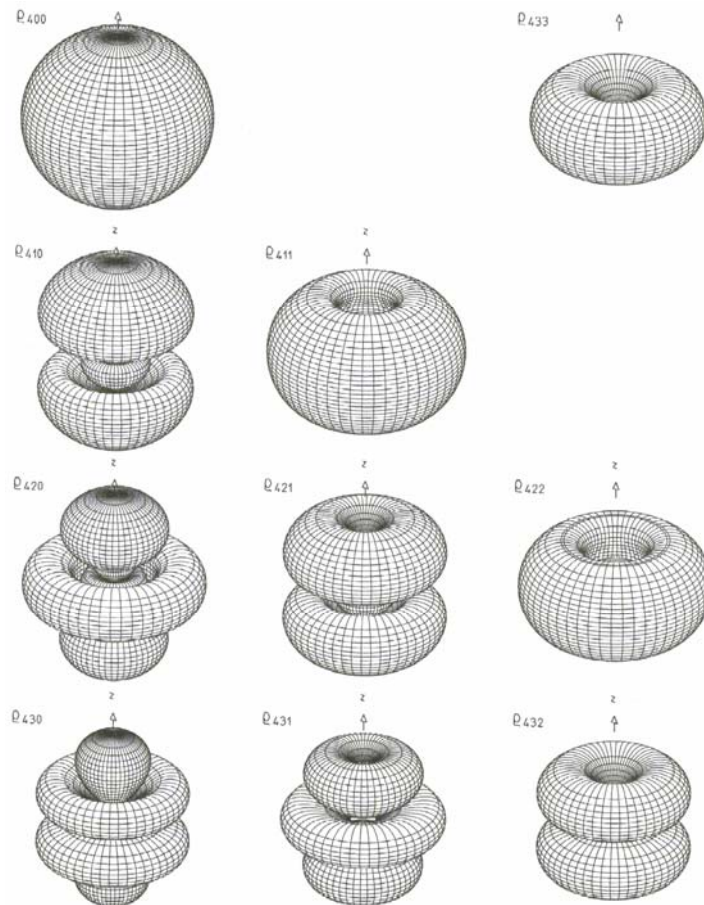


Figura 1: Superfícies de densidade de probabilidade constante  $\rho_{4lm} = 0,00002 \times a_0^{-3}$  ( $a_0 = 0,5292 \times 10^{-10}$  m é o raio de Bohr) no átomo de hidrogénio (Brandt e Dahmen, 2000). A densidade de probabilidade é  $\rho_{nlm}(r, \theta) = |\varphi_{nlm}(r, \theta, \phi)|^2$ , sendo  $r$  (distância radial),  $\theta$  (ângulo polar) e  $\phi$  (ângulo azimutal) as coordenadas polares do electrão

A aptidão espacial tem sido fortemente relacionada com o sucesso académico em várias disciplinas de ciências. Por exemplo, em 1971, Siemankowski e MacKnight aplicaram um conjunto de testes sobre a capacidade espacial a um largo número de alunos universitários, metade dos alunos frequentavam cursos de ciências enquanto os restantes pertenciam a áreas fora das ciências. Os seus



resultados indicaram que não só a amostra da área das ciências obteve os melhores resultados na capacidade visuo-espacial, mas também obtiveram resultados significativamente melhores em todas as partes do teste comparativamente aos alunos fora da área das ciências. A partir de então, a aptidão espacial tem sido considerada fundamental para a obtenção de sucesso para os alunos de Física (Anderson, 1976; Pallrand e Seeber, 1984; Trindade *et. al.*, 2002), Química (Baker e Talley, 1972), Biologia (Lord, 1983), Geologia (Yakemanskaya, 1971) e Astronomia (Bishop, 1978). Com efeito, estudos mais recentes relacionados com o comportamento do cérebro durante a resolução de atividades de Matemática (Whiteley, 2002), mostraram que a sua aprendizagem envolve principalmente uma componente de um processo de aprendizagem visuo-espacial.

O nosso cérebro está dividido em dois hemisférios: o direito abrange a inteligência visual e espacial, que coordena a visão global, imaginação e a capacidade para fazer analogias e associações; o hemisfério esquerdo, por sua vez, coordena a inteligência linguística, envolvendo a visão parcial ou local, lógica, pensamento linear e capacidade de análise (Houdé, 2004; Whiteley, 2002; 2004). Durante uma atividade de Matemática, ambos os hemisférios, e não apenas o esquerdo, como se pensava inicialmente, são estimulados.

A aptidão espacial tem sido fortemente relacionada com o sucesso académico em várias disciplinas de ciências. Por exemplo, em 1971, Siemankowski e MacKnight aplicaram um conjunto de testes sobre a capacidade espacial a um largo número de alunos universitários, metade dos alunos frequentavam cursos de ciências enquanto os restantes pertenciam a áreas fora das ciências. Os seus resultados indicaram que não só a amostra da área das ciências obteve os melhores resultados na capacidade visuo-espacial, mas também obtiveram resultados significativamente melhores em todas as partes do teste comparativamente aos alunos fora da área das ciências. A partir de então, a aptidão espacial tem sido considerada fundamental para a obtenção de sucesso para os alunos de Física (Anderson, 1976; Pallrand e Seeber, 1984; Trindade *et. al.*, 2002), Química (Baker e Talley, 1972), Biologia (Lord, 1983), Geologia (Yakemanskaya, 1971) e Astronomia (Bishop, 1978). Com efeito, estudos mais recentes relacionados com o comportamento do cérebro durante a resolução de atividades de Matemática (Whiteley, 2002), mostraram que a sua aprendizagem envolve principalmente uma componente de um processo de aprendizagem visuo-espacial.

O nosso cérebro está dividido em dois hemisférios: o direito abrange a inteligência visual e espacial, que coordena a visão global, imaginação e a capacidade para fazer analogias e associações; o hemisfério esquerdo, por sua vez, coordena a inteligência linguística, envolvendo a visão parcial ou local, lógica, pensamento linear e capacidade de análise (Houdé, 2004; Whiteley, 2002; 2004). Durante uma atividade de Matemática, ambos os hemisférios, e não apenas o esquerdo, como se pensava inicialmente, são estimulados.

## 1.2 VISUALIZAÇÃO MENTAL NO TREINO DESPORTIVO

No treino desportivo, nos últimos 20 anos, têm sido realizados vários estudos e propostas várias ferramentas com o intuito de melhorar o desempenho desportivo dos atletas (Duda, 1995; Nideffer, 1985). A aplicação da psicologia cognitiva no treino desportivo tem fomentado um grande interesse, em particular pela representação mental de imagens, dada a natural afinidade entre tratamento da informação e as habilidades cognitivas (e.g. percepção, atenção, imaginação, etc.). Em geral, a utilização da visualização neste contexto requer que o atleta se veja mentalmente a realizar várias componentes técnicas da maneira mais efectiva (Orlick, 1992). Os treinadores também usam a visualização mental durante o processo de aprendizagem como uma ferramenta de correcção. Com efeito, vários trabalhos, em várias especialidades desportivas, tratam dos efeitos da visualização mental, particularmente sobre a prática combinada, sobre a identificação e a descrição de tipos de imagética, sobre os benefícios na aprendizagem de habilidades motrizes e sobre a relação da visualização mental e a performance nas habilidades visualizadas. Estes estudos conheceram um forte desenvolvimento, particularmente associados à performance desportiva. Por exemplo, Fonseca (2008) estudou a capacidade de visualização mental em atletas de andebol, tentando prover um contributo na análise da relação da capacidade de visualização mental com a realização de uma acção dinâmica (acção defesa/ataque). Os resultados obtidos permitiram concluir que a visualização mental influenciou positivamente o desempenho desportivo dos praticantes de andebol.

Neste contexto, a utilização de planos de treino de visualização mental (PTVM) tem sido apontada como uma importante estratégia no

sentido de melhorar a capacidade de visualização mental dos desportistas, melhorando os seus gestos motores e ajudando os desportistas a anteciparem e avaliarem as acções efectuadas num movimento ou jogada realizada durante as competições. Em termos concretos, quando um desportista imagina uma acção específica, ele está a utilizar esta competência como forma de relembrar as várias acções e sensações inerentes a essa situação no decurso da prática desportiva. No entanto, a aceitação da aplicação desta competência dá-se a partir do momento em que se verifica um envolvimento dos vários sentidos (visual, olfactivo, auditivo, cinestésico e emocional), sendo o atleta não só capaz de imaginar a situação em causa mas também de incorporar as informações auditivas (ruídos e sons próprios do local), as sensações tácteis (contacto com a bola), os movimentos efectuados e o seu posicionamento no espaço de jogo (sentindo o esforço, a força colocada, etc.) e as próprias emoções desencadeadas pela situação (sentimentos positivos ou negativos antes, durante e após a execução motora).

A elaboração de um PTVM contempla o trabalho de habilidades psicológicas com exercícios gerais e com exercícios especiais. Genericamente, poderemos entender a elaboração de um programa de treino mental como a prática de formar conexões entre a informação previamente ministrada e novos conteúdos através de imagem, visualização, analogias e detalhes. Na estruturação de um programa de treino normalmente são consideradas as seguintes fases (e.g. Gould e Damarjian, 1996 e Martens, 1987): (a) fase de educação ou formação; (b) fase de aquisição e (c) fase de prática (incide na automatização e integração das competências ensinadas).

## 2. PROCEDIMENTOS

O nosso estudo envolveu uma amostra constituída por 30 alunos de ciências do 1º ano do ensino superior, que frequentavam cursos de engenharia. Esta amostra foi seleccionada com base no Questionário da Avaliação da Capacidade de Visualização Mental (QCVM) de Bump (1989), traduzido e validado por Alves (1994). O QCVM é composto por quatro situações/tarefas, avaliando cada uma delas cinco dimensões da visualização mental: visual, auditiva, cinestésica, emoção e controlo da imagem. Os inquiridos respondem

através do recurso a uma escala de Likert de cinco pontos (de muito pobre - 1, a muito bem - 5), correspondendo os valores mais elevados a melhores capacidades de visualização mental.

Com a utilização deste questionário seleccionaram-se os alunos com menores capacidades de visualização mental e para garantir uma homogeneidade da amostra, a seriação levou ainda em consideração o facto de os alunos não praticarem regularmente qualquer desporto. A amostra global foi subdividida em dois grupos de 15 elementos cada, contendo o mesmo número de rapazes e raparigas. Um dos grupos (experimental) foi submetido a um plano de treino de visualização mental duas vezes por semana. O outro foi o grupo de controlo.

Nas primeiras 16 sessões do PTVM incidimos na fase de treino da habilidade básica, correspondente às fases de educação e aquisição da técnica, tendo-se desenvolvido a fase de treino aplicada, correspondente à fase de prática, nas restantes sessões.

No início e durante o estudo foram efectuadas comparações entre as capacidades de visualização mental dos dois grupos, utilizando o QCVM, para avaliar os efeitos da intervenção do PTVM nos alunos. Os resultados obtidos com o t-Test na fase inicial, não apontam para quaisquer diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de controlo e experimental relativamente às suas aptidões espaciais. Na Tabela 1, apresentam-se os valores médios do QCVM para ambos os grupos.

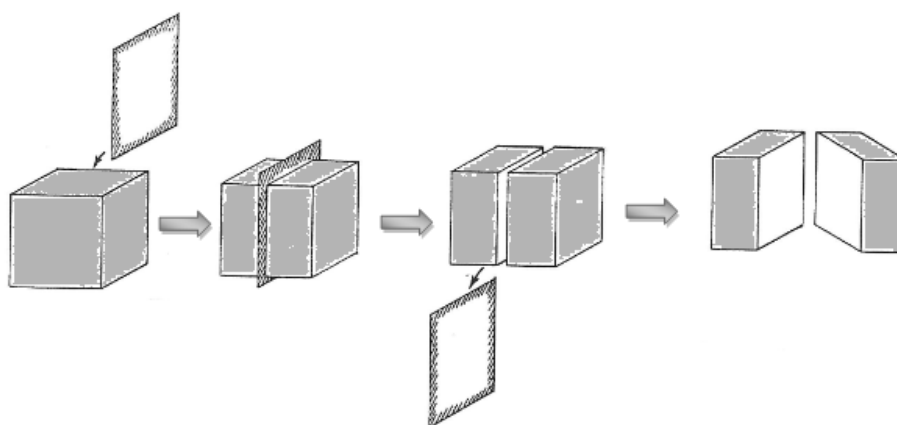
**Tabela 1. Valores do t-Test obtido no início do estudo**

Grupos	Média	Desvio padrão
Experimental	60,74	2,13
Controlo	62,85	2,84

Durante o estudo, o grupo experimental foi subdividido em grupos de 5 elementos, que foram submetidos ao PTVM duas vezes por semana. Cada sessão teve uma duração média de 30 minutos e incluiu tarefas de orientação perceptiva para avaliar a capacidade para rodar, orientar e realinhar uma imagem mental, flexibilidade de oclusão para avaliar a capacidade de isolar uma imagem do seu ambiente e ignorar informação relacionada, e visualização espacial para avaliar a capacidade de formular, controlar e manipular uma imagem mental. Durante o período do estudo ambos os grupos seguiram idênticas rotinas de trabalho e estudo.

Durante as sessões de PTVM utilizaram-se exercícios de complexidade crescente. Uma vez que objectos com formas regulares são mais facilmente visualizados mentalmente do que objectos com formas irregulares, nas primeiras sessões foram utilizadas formas como cubos e esferas, numa segunda fase foram utilizadas formas como cilindros e prismas, deixando para uma fase posterior formas como cones e pirâmides. De igual forma, as sessões iniciais envolveram acções mentais mais elementares, aumentando gradualmente de complexidade ao longo das sessões.

Por exemplo, um tipo de exercício utilizado nas primeiras sessões do PTVM consistiu na intersecção coronal-vertical de um plano com um cubo para determinar a superfície de corte sem envolver qualquer rotação das figuras envolvidas (Figura 2).

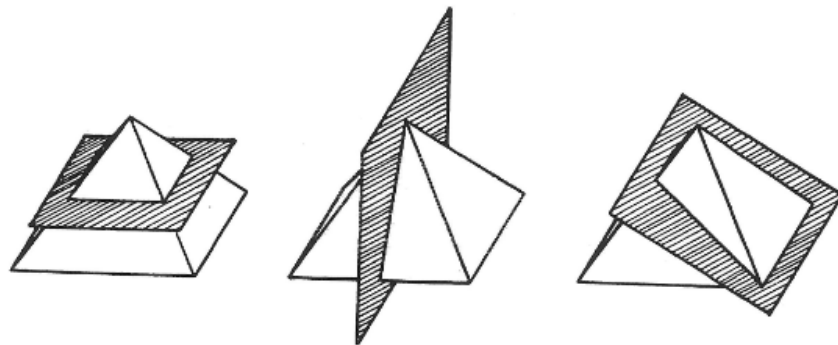


**Figura 2: Intersecção coronal-vertical de um plano com um cubo**

Durante as sessões experimentais, cada grupo de 5 elementos sentava-se em círculo e durante 1 minuto cada elemento podia observar e manipular com as mãos um determinado objecto (cubo, esfera, cilindro, etc.), de cor preta. Posteriormente, o instrutor do PTVM orientava-os na sessão, pedindo-lhes que fechassem os olhos e imaginassem um plano com uma determinada cor (diferente da do sólido) a cortar o plano como se fosse uma lâmina, num determinado ângulo. Seguidamente eram orientados para visualizarem mentalmente a superfície de corte e examinarem a forma final, do objecto cortado. Posteriormente os alunos abriam os olhos e eram convidados a desenharem numa folha de papel a imagem mental do objecto

seccionado. Os alunos foram uma vez mais instruídos para fecharem novamente os olhos e visualizarem mentalmente toda a imagem uma segunda vez, removendo mentalmente a área seccionada não colorida, sendo encorajados a visualizarem a imagem de várias perspectivas, se fosse necessário, para obterem uma visualização mental pormenorizada da superfície de corte. Posteriormente, abriam novamente os olhos e desenhavam o contorno daquela superfície no papel ao lado do primeiro desenho. A um dos alunos era pedido que descrevesse para o resto do grupo o resultado final obtido, comparando a representação da visualização mental com a da representação gráfica no papel, partilhando as suas impressões, dificuldades, sensações e outros aspectos que considerasse relevantes. O instrutor do PTVM terminava sempre a sessão mostrando graficamente ao grupo os resultados da acção final esperada.

Numa fase posterior do PTVM o mesmo tipo de exercício já envolveu a intersecção de outros planos (horizontais, verticais e oblíquos) com estruturas mais complexas, como por exemplo uma pirâmide tetragonal, para determinar as várias formas de superfícies resultantes (Figura 3).



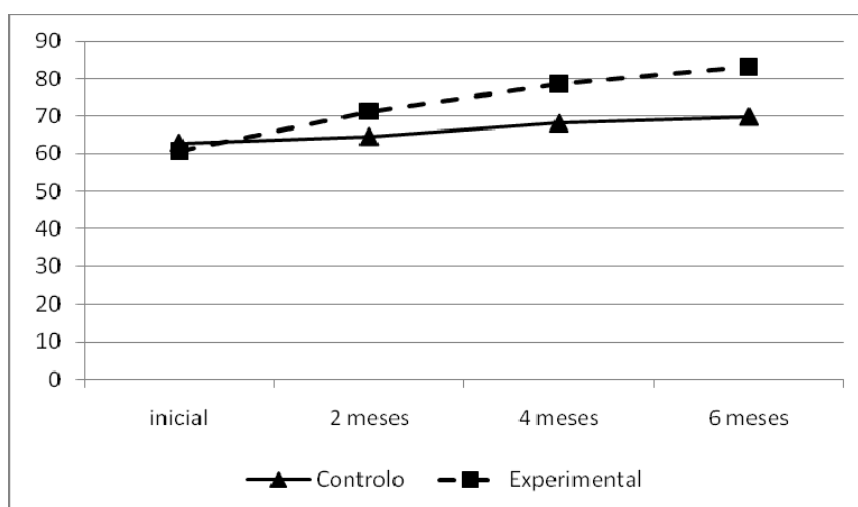
**Figura 3: Intersecção de planos horizontais, verticais e oblíquos com uma pirâmide tetragonal**

### 3. RESULTADOS

O estudo durou 6 meses, com avaliações periódicas da capacidade de visualização mental de todos os alunos a cada 2

meses. No total foram realizadas 48 sessões de PTVM com o grupo experimental e foram realizadas 4 avaliações com o QCVM (3 avaliações no período experimental e 1 avaliação inicial).

Na Figura 4 ilustra-se a evolução dos valores do QCVM obtidos para cada um dos grupos, quer antes de iniciar o estudo, quer a cada intervalo de 2 meses do trabalho experimental. Como se verifica, o grupo de controlo mantém a sua capacidade de visualização mental dentro de um intervalo de valores padrão, enquanto o grupo experimental apresenta uma melhoria notável nos valores médios da capacidade de visualização mental.



**Figura 4: Evolução dos valores médios do QCVM de ambos os grupos ao longo do estudo**

**Tabela 2. t - Teste de diferença dos valores médios do QCVM, dos grupos experimental e de controlo, nos três momentos de avaliação**

Período de avaliação	t-Teste
2 meses	-18,23
4 meses	-40,83*
6 meses	-23,47**

\* p < 0,05; \*\*p < 0,00

Foi aplicado o t -Teste aos resultados médios do QCVM obtidos em ambos os grupos, nos três momentos de avaliação do estudo, conforme se indica na Tabela 2. Como se verifica, a evolução dos valores médios do QCVM do grupo experimental traduz-se numa

melhoria estatisticamente significativa face ao grupo de controlo, particularmente nas fases intermédia e final da avaliação, com particular realce para esta última com um valor altamente significativo ( $p < 0,00$ ).

#### 4. CONCLUSÕES

Com este trabalho pretendeu-se averiguar se o recurso a um plano de treino de visualização mental, adaptado do treino psicológico desportivo, melhorava a capacidade de visualização mental em alunos de ciências. O estudo foi realizado durante 6 meses, com apenas 15 alunos, mas as diferenças estatisticamente significativas encontradas na capacidade de visualização mental, entre os grupos experimental e de controlo, são encorajadores para alargar o estudo a uma população mais vasta.

Como as imagens mentais servem de complemento aos processos de representação simbólica, espera-se que a melhoria da capacidade de visualização mental tenha um efeito facilitador em tarefas cognitivas, como por exemplo criatividade e raciocínio, com consequências positivas no rendimento académico e na capacidade científica. Esta capacidade deve permitir analisar criticamente problemas, resultados experimentais, documentos, etc., criando situações que possam contribuir para a compreensão dos fenómenos numa nova perspectiva.

Contudo, as aptidões cognitivas não podem ser desenvolvidas na ausência dos objectos e eventos, que são o conteúdo do pensamento e esta situação é específica do contexto de aprendizagem. Assim, encontra-se em curso uma segunda fase deste estudo para averiguar a aplicação da capacidade de visualização mental adquirida com o plano de treino no contexto curricular.



## BIBLIOGRAFIA

- Alves, J. (1994); Questionário da Avaliação da Capacidade de visualização Mental (QCVM); In A. J.; *A Visualização Mental*; ESDRM (documento não publicado); Santarém: ESDRM – Instituto Politécnico de Santarém.
- Anderson, B. (1976); "Science teaching and the development of thinking"; *Goteborg Studies in Education Science*, Nº 20.
- Baker, S.; Talley, L. (1972); "The relationship ov visualization skill to achievement in freshman chemistry"; *Journal of Chemical Education*, 49; 11; 775-777.
- Bartolomé, A. (1989); *Nuevas Tecnologias y Enseñanza*. Barcelona; Editorial Graó.
- Bishop, J. (1978); "Developing student's spatial abilities"; *Science Teacher*, 96; 33-39.
- Boden, M. (1988); *Computer Models of Mind*, New York: Cambridge University Press.
- randt, S. e Dahmen, H. (2000); *The Picture Book of Quantum Mechanics*, New York: Springer
- Brinkmann, E. (1966); "Programmed instruction as a technique for improving spatial visualization"; *Journal of Applied Psychology*, 50; 2; 179-184.
- Bump, L. (1989); *Sport psychology study guide*. Champaign; IL: Human Kinetics Publishers Publishers.
- DeBono, E. (1976); *Teaching Thinking*, London; Temple Smith Company.
- Duda, J. (1995); "Mental skills training: what's it all about?"; *Technique*; January; 28-29.
- Fonseca, T. (2008); *Visualização Mental, Concentração e Desempenho Desportiva*, Tese de Doutoramento; Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Gould, D.; Damarjian, N. (1996); "Imagery training for peak performance"; In J. L. Van Raalte e B. W. Brewer (ed.); *Exploring sport and exercise psychology*, 25-50; Washington, DC: American Psychological Association.
- Holliday, W. (1975); "The effects of verbal and adjunct pictorial-verbal information in science instruction"; *Journal of Research in Science Teaching*, 12; 1; 77-83.
- Houdé, O. (2004); "Vers une pédagogie mieux adaptée"; *Dans Cerveau & Psycho*, 3; 60-63.
- Lord, T. (1983); "Biology and the right brain"; *American Biology Teacher*, 18; 10; 335-349.
- Maccoby, E.,; Jacklin, C. (1974); *The psychology of sex differences*, Stanford, CA: Stanford University Press.
- Martens, R. (1987); *Coaches Guide to Sport Psychology*, Champaign - Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Mgee, M. (1979); "Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences"; *Psychological Bulletin*, 86; 5; 889-918.
- Miller, A. (2000); *Insights of Genius: Imagery and Creativity in Science and Art.*; New York: MIT Press.
- Mitchelmore, M. (1980); "Three dimensional geometrical drawing in three cultures"; *Educational Studies in Mathematics*, 11; 2; 205-216.
- Murphy, S. M. (1992); "Imagery interventions in sport"; *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26; 486-494.
- Nideffer, M. (1985); *Athletes' guide to mental training*; 210-225; Champaign - Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Orlick, T. (1992); *Freeing children from stress : Focusing and stress control activities for children*; Willits; CA; ITA.
- Paivio, A. (1975); "On the further significance of imagery"; *Psychological Bulletin*, 73; 6; 385-392.

- Pallrand, G.; Seeber, F. (1984); "Spatial abilities and achievement in introductory Physics"; *Journal of Research in Science Teaching*, 21; 5, 507-516.
- Richardson, A. (1972); "Voluntary control of the memory image"; In P. W. Sheehan (Ed.); *The function and nature of imagery*; New York: Academic.
- Roe, S. (1952); A psychologist examines 64 eminent scientists; *Scientific American*; 187; 21-22.
- Smith, I. (1964); *Spatial ability*; London; University of London Press.
- Tosi, V. (1987); *Manual de Cine Científico*; México; Unam – Unesco.
- Trindade, J., Fiolhais, C.; Almeida, L. (2002); "Science learning in virtual environments: a descriptive study"; *British Journal of Educational Technology*, 33; 4; 471-488.
- Vealey, R. (1991); "Entrenamiento en imaginación para el perfeccionamiento de la ejecución"; In J. Williams (Ed.); *Psicología aplicada al deporte*; Madrid; Biblioteca Nueva.
- Whiteley, W. (2002); Teaching to see like a Mathematician; Consulta 12 Jul 2010; [http://www.math.yorku.ca/Who/Faculty/Whiteley/Teaching\\_to\\_see.pdf](http://www.math.yorku.ca/Who/Faculty/Whiteley/Teaching_to_see.pdf)
- Whiteley, W. (2004); Visualization in Mathematics: Claims and Questions towards a Research Program; Consulta 10 Jul. 2010; <http://www.math.yorku.ca/Who/Faculty/Whiteley/Visualization.pdf>
- Yakemanskaya, I. (1971); Some features of mental activity revealed in reading a diagram. In J. Kelpatrick and I. Werszup (Eds.); *Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics: The development of spatial abilities*; Chicago; IL: Chicago University Press.