

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**

**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**DISSERTAÇÃO**

**Realidade Virtual: Quasi-transferência de competências cognitivas  
(Representação Espacial e Consciência Situacional) a partir de  
simuladores de voo.**

**Archer Lucas Roda**

**CICLO DE ESTUDOS CONDUCENTE AO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO**

**Área de especialização em Tecnologias Educativas**

**2011**

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**

**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**DISSERTAÇÃO**

**Realidade Virtual: Quasi-transferência de competências cognitivas  
(Representação Espacial e Consciência Situacional) a partir de  
simuladores de voo.**

**Archer Lucas Roda**

**CICLO DE ESTUDOS CONDUCENTE AO GRAU DE MESTRE**

**EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO**

**Especialidade em Tecnologias Educativas**

**Orientação: Professora Doutora Guilhermina Miranda**

**2011**

## RESUMO

O problema deste estudo consistiu em analisar se existe transferência de competências cognitivas (representação espacial e consciência situacional) do simulador não imersivo instalado num computador pessoal para o simulador semi-imersivo semelhante ao cockpit de um avião.

Tentou-se resolver este problema, num quadro de quasi-transferência, através da constituição de um grupo experimental e de um grupo de controlo com o propósito de estudar a relação entre o treino em simulador não imersivo e o desempenho em simulador semi-imersivo, em termos de competências cognitivas de representação espacial e de consciência situacional.

O grupo experimental participou numa simulação em um simulador não imersivo e de seguida participou numa simulação em um simulador semi-imersivo.

O grupo de controlo apenas participou numa simulação em um simulador semi-imersivo.

Foi utilizada uma prova colectiva de desenvolvimento lógico para controlar os resultados obtidos, aplicadas provas de navegação e de consciência situacional e analisados os dados através da aplicação de testes não paramétricos U de Mann Whitney ao nível de significância  $\alpha = 0,05$ .

Desta forma pretendia-se inferir que existem elementos comuns entre os simuladores que promovem uma transferência de aprendizagens.

Não encontramos valores estatísticos que sustentem as hipóteses do estudo. Sendo assim concluímos que não ocorre transferência entre os simuladores de voo não imersivo e semi-imersivo, em termos de competências de navegação horizontal e vertical e em termos de competências de consciência situacional: percepção, compreensão e projecção.

Os resultados encontrados sugerem a possibilidade da existência de uma transferência negativa em categorias em que ocorreu um decréscimo do desempenho: navegação vertical e compreensão.

Palavras-chave: Realidade Virtual; Quasi-transferência; Representação Espacial; Consciência Situacional; Simuladores de Voo.

## ABSTRACT

The problem of this study consisted in analyze if there is cognitive skills transfer (spatial representation and situational awareness) from the non immersive flight simulator installed in a personal computer to a semi-immersive flight simulator similar to an airplane cockpit.

This problem was attempted to be solved, in a quasi-transfer framework, through the formation of experimental and control groups to study the relationship between non-immersive simulator training and semi-immersive performance, in terms of cognitive skills of spatial representation and situational awareness.

The experimental group participated previously in a simulation in a non-immersive simulator and afterwards in a simulation in a semi-immersive simulator.

The control group participated merely in a simulation in a semi-immersive simulator.

It was used a collective cognitive development test to control the results, applied navigational and situational awareness tests and data was analyzed through the application of Mann Whitney U non parametric tests at the significance level  $\alpha=0,05$ .

This way, it has been tried to infer that there are common elements between the simulators which promote learning transfer.

It was concluded that transfer does not occurs between the non-immersive and semi-immersive flight simulators, in terms of horizontal and vertical navigational skills and in terms of situational awareness skills: perception, comprehension and projection.

We have not found statistical values that sustain this study hypothesis therefore we conclude that transfer between non-immersive and semi-immersive flight simulators - in terms of horizontal and vertical navigational skills and in terms of perception, comprehension and projection situational awareness skills - does not occurs.

The results suggest the possibility of a negative transfer presence in such categories featuring a performance decrease: vertical navigation and comprehension.

Key-words: Virtual Reality; Quasi-transfer; Spatial Representation; Situational Awareness; Flight Simulators.

## AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Guilhermina por todo o apoio e orientação dado desde a definição do problema, à redacção da revisão teórica e da metodologia, à análise e correcção das provas colectivas de desenvolvimento lógico, à tradução da prova de consciência situacional, Até à conclusão do estudo. Agradeço especialmente pelo sentido crítico.

À Professora Doutora Gilda Soromenho pelo apoio na selecção dos testes estatísticos mais adequados a aplicar aos dados.

À Professora Doutora Mica Endsley e à *S.A. Technologies* pelo apoio prestado com a metodologia SAGAT e pelo desconto do programa SuperSagat.

Aos Pilotos de Avião André Elias, Pedro Capuchinho e Gonçalo Cruz, pelo sentido crítico, pelo apoio prestado durante a construção dos instrumentos de recolha de dados, na criação e testagem das provas de navegação e consciência situacional e ainda através da aplicação das provas, em simulador.

Ao Engenheiro Nuno Gonçalves pelo apoio na testagem das provas de desenvolvimento lógico, navegação e consciência situacional.

Aos Psicólogos Bruno Afonso e Sérgio Vieira pela aplicação das provas colectivas de desenvolvimento lógico e ainda pelo apoio prestado durante a aplicação das provas em simuladores de voo.

À Sra. Célia Lourenço e à Flightires-escola de simulação aérea virtual, pelo serviço, apoio e aluguer dos simuladores de voo não imersivos e do simulador de voo semi-imersivo (Montejunto).

Ao Comandante Valadares e ao Engenheiro Isidro do Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC) pela entrevista sobre simuladores de voo.

Aos Participantes do estudo e a todos os que se voluntariaram para participar, pelo tempo despendido, pela paciência dedicada, pelas deslocações efectuadas, pelo sentido de cidadania e ainda pela boa disposição.

À minha Família e Amigos pelo apoio dedicado a esta missão.

## ÍNDICE

- Capítulo I - Revisão da Literatura	1
- Construir bicicletas: a génese	1
- As Funções do Piloto	5
- O Voo Real e o Simulador de Voo	7
- Representação Espacial e Consciência Situacional	9
- Representação Espacial	9
- Consciência Situacional	11
- Taxonomia SRK	19
- A Transferência das Aprendizagens e a Transferência de Treino	22
- Transferência, Autenticidade, Fidelidade e Realismo do Simulador	27
- Quasi-transferência	31
- Ambiente de Aprendizagem Sintético (SLE) e Simulação	32
- Classificações de Simuladores de Voo	34
- Realidade Virtual e Imersão	38
- Capítulo II - Problemática e Metodologia	42
- O Problema	42
- Os Objectivos de Investigação	43
- As Hipóteses Testadas	43
- A Problemática	45
- O Enquadramento Metodológico	50
- O Design de Investigação e o Tratamento Experimental	52
- Variáveis	52
- Variável Independente	52
- Variável Dependente	52
- Variável Moderadora	52
- Design Experimental	53
- Os Participantes do Estudo	54
- O Espaço	57
- Os Instrumentos de Recolha de Dados	57
- A Prova de Navegação	58
- A Prova de Consciência Situacional	61
- A Prova Colectiva de Desenvolvimento Lógico	67
- O Questionário de Selecção da Amostra	69
- A Recolha da Amostra	70
- Os Critérios de Selecção da Amostra	70
- Os Instrumentos de Análise de Dados	71
- O Processo	72
- Os Colaboradores	73
- Capítulo III - Resultados	75
- Resultados da Estatística Descritiva	75
- Resultados da Estatística Inferencial	80
- Capítulo IV – Discussão e Conclusões	86
- Discussão dos Resultados	86
- Conclusões	87
- Limitações e Linhas a Seguir	90
- Referências	
- Anexos	

## ÍNDICE DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1.

*Classificação de definições de consciência situacional* (página. 15)

Quadro 2.

*Dimensões da prova de consciência situacional* (página. 65)

Quadro 3.

*Dados sócio-demográficos da amostra* (página. 76)

Quadro 4.

*Resultados das provas colectivas de desenvolvimento lógico* (página. 77)

Quadro 5.

*Resultados quantitativos obtidos pelos nove sujeitos (total e por grupo) na ECDL* (página. 78)

Quadro 6.

*Resultados obtidos pelos sujeitos do grupo experimental e do grupo de controlo nas provas de navegação e consciência situacional* (página. 82)

Quadro 7.

*Valores dos testes de aproximação à normalidade* (página. 83)

Quadro 8.

*Valores dos testes de homogeneidade da variância* (página. 84)

Quadro 9.

*Valores dos testes de independência não paramétricos U de Mann Whitney* (página. 85)

Quadro 10.

*Decréscimo do desempenho após a transição de simulador* (página. 86)

Figura 1.

*Modelo teórico sobre a consciência situacional na tomada de decisão dinâmica* (página. 14)

Figura 2.

*Esquema do desenho experimental* (página. 53)

## INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento constante das Tecnologias da Informação e Comunicação e da Robótica, a Realidade Virtual constitui-se como uma área que fornece imensas possibilidades de investigação para a área das Tecnologias Educativas.

O papel dos Ambientes de Aprendizagens Sintéticos (SLE) e das Simulações não deve passar despercebido aos responsáveis pelo Desenvolvimento Curricular nem por quem trabalha na área das Tecnologias Educativas.

A investigação em simuladores de voo teve origem por volta da Segunda Grande Guerra Mundial, no século XX, e desde então vários investigadores assinalam os benefícios da utilização dos simuladores de voo para a aprendizagem de competências técnicas e não técnicas (Goeters, 2002; Jentsch e Bowers, 1998; Roessingh, 2005 citado por Spector *et al.*, 2008) transferíveis para o cockpit do avião.

Os primeiros simuladores eram rústicos e baseados em pequenos compartimentos metalizados em que o operador se sentava e teria que recorrer à imaginação e à descrição de pares para representar o ambiente simulado. Nesse período de guerra, a necessidade de formação imediata, de redução de custos e de segurança alimentaram o desenvolvimento dos simuladores de voo.

O valor formativo dos simuladores de voo foi tido em conta pelos especialistas, contudo, o desenvolvimento dos simuladores não caminhou à mesma velocidade que o desenvolvimento da formação, nesses mesmos simuladores. Segundo Caro (1974) este valor é determinado pelo modo como são utilizados e Prophet (1966) afirma que o simulador de voo é apenas o veículo para o programa de treino e frequentemente é menos importante que o instrutor de treino sintético e que a organização curricular.

Sendo assim, durante algumas décadas, foram conduzidos vários estudos para medir a transferência das aprendizagens nos simuladores para os aviões e alguns estudos são considerados estudos de quasi-transferência, ou seja avaliam o grau de transferência entre um simulador e um simulador com uma configuração mais próxima do avião.

O nosso estudo enquadra-se nesta perspectiva, de Quasi-transferência pois teve como pretensão analisar a relação entre o desempenho em simulador de voo não imersivo e o desempenho em simulador de voo semi-imersivo, em termos de competências cognitivas de representação espacial e consciência situacional para identificar os benefícios dos simuladores de voo não imersivos para a formação de pilotos.

Hoje em dia, com o desenvolvimento da tecnologia, os simuladores de voo variam desde computadores portáteis com software de simulação de voo até simuladores de voo que custam vários milhões de euros e que são utilizados pelas companhias aéreas para formação de pilotos. São simuladores com imersão total e movimento, que representam com elevado grau de fidelidade o ambiente exterior, a cabine do avião e as forças físicas associadas ao voo (*Synthetic Training Devices*).

No capítulo da Revisão da Literatura fazemos referência à génese da Aviação, da Psicologia da Aviação e dos Factores Humanos, como um dos campos de estudo e intervenção da Psicologia. Analisamos a determinação das funções e tarefas da profissão de piloto de aviões e a relação entre o voo real e o simulador de voo. Referimos as competências cognitivas de representação espacial e consciência situacional, a classificação taxonómica das competências cognitivas, a transferência das aprendizagens e a transferência de treino. Seguidamente, apresentamos as investigações sobre a transferência, autenticidade, fidelidade e realismo do simulador, a quasi-transferência, a definição de ambiente de aprendizagem

sintético (SLE) e de simulação e as classificações de simuladores de voo. Por fim fazemos uma breve referência à realidade virtual e à imersão.

No capítulo da Problemática e Metodologia apresentamos o problema em estudo e fundamentamos a sua pertinência teórica, os objectivos de investigação e as hipóteses testadas. Seguidamente abordamos o enquadramento metodológico do nosso estudo e o design adoptado, no nosso caso, um design quasi-experimental. Referimos ainda os participantes no estudo, o espaço onde decorreu a experiência, os instrumentos de recolha e de análise de dados, o processo de recolha e os colaboradores. Por fim apresentamos as provas utilizadas neste estudo: a prova de navegação, a prova de consciência situacional e a prova de desenvolvimento lógico, bem como o questionário de selecção de participantes e os ensaios das provas.

No capítulo dos Resultados apresentamos os resultados estatísticos em termos de frequências e testes não paramétricos das provas de navegação e consciência situacional; e os resultados da prova colectiva de desenvolvimento lógico.

Por fim, no capítulo da Discussão e Conclusões discutimos os principais resultados, apresentamos as conclusões, as limitações e linhas de estudo a seguir.

## CAPÍTULO I - REVISÃO DA LITERATURA

### Construir Bicicletas: A Génese

Quem se atreve a negar que dois mecânicos de bicicletas no início do século vinte, mais precisamente no dia 17 de Dezembro de 1903, foram dois dos maiores impulsionadores<sup>1</sup> de toda a aviação contemporânea?

Os irmãos Orville Wright e Wilbur Wright, além de firmemente impulsionarem a engenharia aeronáutica, tiveram um papel fundamental no interesse da relação entre o homem e a máquina visto que perspectivaram o piloto como um controlador activo de um veículo instável, talvez devido ao seu “background” de mecânicos de bicicletas (Tsang e Vidulich, 2002).

É irrefutável que, hoje em dia, pilotar um avião é muito mais que a utilização proficiente de controlos de voo. O impulsionar do estudo sobre os Factores Humanos na aviação coincide com o desenvolvimento da aviação militar na Segunda Guerra Mundial no século XX. Este trágico acontecimento histórico foi profícuo para o estudo de como o homem se relaciona com a máquina voadora com propulsão motorizada e tripulada mais pesada que o peso do ar.

Até cerca de metade do século XX a generalidade dos estudos em aviação eram predominantemente de natureza técnica e os estudos sobre o papel dos factores humanos e em

---

<sup>1</sup> Além dos irmãos Wright outros investigadores e pioneiros da aviação contribuíram para o berço da aviação. Otto Liliental, Samuel Langley, Octave Chanute e Glenn Curtis são apenas alguns dos pioneiros da aviação que foram predecessores ou contemporâneos dos irmãos Wright (Tsang e Vidulich, 2002).

geral da área da psicologia na aviação não eram tidos em conta como sendo válidos por parte da indústria aeronáutica ou mesmo pela maioria dos legisladores e especialistas em aeronáutica (Tsang e Vidulich, 2002).

Roscoe (1980, citado por Tsang e Vidulich, 2002) assinala a dificuldade em identificar apenas um fundador da Psicologia da Aviação como campo científico mas identifica a Segunda Guerra Mundial como o principal evento para a emergência deste campo de estudo, embora o nascer da psicologia da aviação remonte a 1928 a partir do interesse de Ross MacFarland sobre os efeitos da altitude em montanhistas (Tsang e Vidulich, 2002). Este interesse de MacFarland conduziu-o, dois anos mais tarde, à realização de investigações científicas na aviação, e posteriormente em 1946, a publicar o primeiro volume da sua obra *Human Factors in Air Transport Design* que se centra nas variáveis físicas e nos requerimentos humanos para o design técnico de cockpits e ainda em 1953 a publicar o segundo volume em que é dada mais atenção à integração do operador humano com o equipamento (Tsang e Vidulich, 2002). Nesta segunda obra MacFarland reconhece que nem todos os problemas da aviação poderão ser resolvidos pela engenharia aeronáutica (Tsang e Vidulich, 2002).

Durante este período e até à década de setenta do século XX, vários cientistas contribuíram significativamente para o desenvolvimento da psicologia da aviação através do estudo de erros de pilotos, da percepção visual, dos aspectos da engenharia humana no controlo de tráfego aéreo, da decomposição de tarefas e criação de taxonomias, da avaliação das características humanas de controlo manual ou a formação de pilotos e desenho de dispositivos de controlo (Tsang e Vidulich, 2002). Entre outros, podem-se destacar Paul Fitts que foi o responsável pela criação, em 1945, do Psychology Branch of Aerial Medical Laboratory; Alexander Williams, que em 1946 fundou o Aviation Psychology Laboratory na Universidade de Illinois. Jack Adams e Stanley Roscoe foram sucessores de Alexander

Williams. Roscoe liderou o laboratório durante um período muito produtivo nos anos setenta do século XX. Christopher Wickens é o actual director do Aviation Research Laboratory na Universidade de Illinois. Frederick Bartlett, psicólogo britânico, foi responsável pela Applied Psychology Research Unit na Universidade de Cambridge e impulsor da Psicologia Cognitiva.

Este período coincide com o germinar da Ciência Cognitiva em que durante as décadas de quarenta e cinquenta do século XX começam a gerar as principais ideias que permitiram fundar a ciência cognitiva e o início do seu desenvolvimento a partir dos anos sessenta (Miranda, 1998). O modo como compreendemos quais são os processos ou mecanismos mentais inerentes ao pensamento deve-se ao desenvolvimento e à consolidação da ciência cognitiva e ainda às conseqüentes rupturas paradigmáticas. A consolidação da ciência cognitiva deve-se a vários cientistas da cognição tais como Jerome Bruner, George Miller, Ulric Neisser, Herbert Simon, John Von Neuman, Warren McCulloch, Robert Wiener e Claude Shannon (Miranda, 1998), entre outros.

A partir da década de setenta do século XX, após alguns significativos acidentes de aviação a psicologia da aviação é claramente aceite como válida e iniciam-se grandes conferências associadas a temas relacionados com os factores humanos. Desenvolvem-se grandes centros de investigação nesta área, como por exemplo, a Divisão de Integração de Sistemas Humanos do centro de investigação AMES da NASA<sup>2</sup>. A partir dos anos oitenta do século XX existe um interesse emergente em factores humanos na aviação e uma maior interacção entre comunidades de investigação até chegarmos aos estudos sobre a relação

---

<sup>2</sup> Human Systems Integration Division-Ames Research Center National Aeronautics and Space Administration. U.S.A

entre o homem como operador e aos estudos dos simuladores de voo como recursos úteis à aprendizagem.

Apesar da constância das leis físicas o avião e o conhecimento sobre a aviação evoluíram significativamente em pouco mais de um século, mudando o papel do piloto, transformando-o numa mescla entre aviador, navegador, operador de sistemas, comunicador, gestor de recursos humanos e físicos. O automatismo e a digitalização da instrumentação contribuíram para a redução da carga física e reduziram significativamente a carga cognitiva na cabine de voo.

Contudo, em contrapartida decorrente de vários factores como a redução do número de tripulantes de cabine, do aumento exponencial do tráfego aéreo e conseqüentemente do esforço de melhoria da segurança aérea (entre outros factores) os papéis, as funções e as responsabilidades do piloto aumentaram e conseqüentemente a carga cognitiva subjacente.

A complexidade e a natureza do trabalho de um piloto requerem a identificação e a decomposição das tarefas na cabine de voo. Esta identificação implica que se conheça quais as suas funções, que características, qual o tipo de informação e tarefas prioritárias para, enfim, reconhecer qual o papel da cognição e quais as competências cognitivas ou motoras a ela associadas.

## As Funções do Piloto

*“Aviate, Navigate, Communicate and Manage Systems... and Manage Physical and Human Resources...and Planning”*

De acordo com Jonsson e Ricks (1995, citado por Ververs, 1997) uma possível categorização das funções de um piloto comercial consiste em segmentar as tarefas em quatro funções gerais: *Aviate, Navigate, Communicate and Manage Systems*.

Segundo Billings (1997) as tarefas do piloto são: Pilotar, ou seja controlar (através de impulsos físicos sobre os controlos de voo e através de impulsos físicos sobre sistemas de controlo de voo automático) o percurso do avião; Navegar, que significa dirigir o avião do ponto de origem até ao seu ponto de destino (ou outro ponto de destino alternativo ou intermédio através de um percurso pré-definido ou alternativo); Comunicar, ou seja providenciar dados e realizar pedidos e receber instruções e informação (de operadores externos e internos); e cada vez mais em aviões modernos, Gerir os Recursos Disponíveis (Ververs, 1997).

Esta categorização encontra-se organizada segundo um decrescente grau de prioridade das funções, sendo assim, pilotar é uma função definida como sendo de grande importância e que requer uma maior atenção e prioridade de acção que a navegação e por aí em diante<sup>3</sup>.

Para pilotar, o piloto necessita de toda a informação relevante que suporte a sua habilidade para manter o avião em sustentação (*lift*) e para navegar o piloto necessita de ter consciência da posição do avião em relação à trajectória desejada (Theunissen, citado por Ververs, 1997). A navegação é decomposta em duas tarefas espaciais: consciência global (*Global Awareness*)

---

<sup>3</sup> Contudo existe alguma controvérsia sobre este assunto na medida em que as tarefas do piloto são integradas, não sequenciais, complexas e correspondem em meios importantes para atingir um fim comum.

e orientação local (*Local Guidance*). A consciência global é uma consciência geral da extensa região que rodeia o avião. Esta informação incluirá a informação de potenciais perigos para a segurança do voo, sejam eles outros aviões, edifícios ou outras estruturas de grande dimensão, montanhas e meteorologia adversa (Ververs, 1997) ou aves. A orientação local é uma tarefa em que são efectuados impulsos de controlo no sentido de minimizar os desvios ao percurso de voo desejado (Olmos, Liang e Wickens, citados por Ververs, 1997).

A Comunicação com os Controladores de Tráfego Aéreo (e com os operadores das companhias aéreas) é obrigatória na medida que é indispensável à navegação e a toda a segurança de voo.

A necessidade de Gerir os Recursos Humanos e de gerir a comunicação e conflitos entre todos os tripulantes de cabine, para garantir a optimização de esforços no sentido de melhorar a segurança e a qualidade do voo, levou à criação e implementação de cursos de *Crew Resource Management (CRM)*.

Por fim, o piloto ainda tem como função a Gestão de Sistemas de Voo como o controlo de recursos de sustentação (*Flaps & Slats*); de travagem e trem de aterragem (*Undercarriage*, *Spoilers* ou *Speedbrakes*); de controlo de potência, energia e parâmetros dos motores (RPM, *Manifold Pressure*, *EPR*, *N1 & N2*, *Fuel*, *Engine vibration and temperature*, etc); de monitorização de sistemas eléctricos, hidráulicos e lubrificação; de monitorização dos sistemas de suporte de vida (ar condicionado, oxigénio, pressurização, reciclagem do ar), de dispositivos de aviso, alarme e registo de dados de voo, entre outros.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Outras funções como o planeamento em terra, *briefings*, consulta de informações/previsões meteorológicas não foram consideradas como tarefas na cabine de voo mas destaca-se, desde já, que são tarefas fundamentais e que os dados decorrentes destas tarefas são relevantes para a correcta proficiência do voo.

As tarefas de Comunicação, Planeamento e de Pilotagem de natureza sensório-motora não são consideradas neste estudo.

### **O Voo Real e o Simulador de Voo**

O voo real fornece muitas e importantes sugestões e motivações no sentido de permitir avaliar a manobrabilidade de um avião.

Porém, devido a muitas razões, tais como a segurança e os custos associados, todas as avaliações da qualidade da manobrabilidade da aeronave não poderão ser efectuadas em voo real, sendo assim desenharam-se simuladores de voo para substituir o voo real (Taylor e ILiff, 1969). Devido à dificuldade de se efectuar avaliações em aviões reais tornou-se comum efectuar-se em simuladores de voo.

De acordo com Cannon-Bowers (2006) existem muitos estudos empíricos acerca de simulações efectuadas nos últimos 25 anos e é de conhecimento comum que as simulações funcionam. As simulações melhoram o desempenho e a aprendizagem.

Os esforços para aumentar o realismo das simulações conduziram ao surgimento dos simuladores avançados de imersão total, ao incremento do movimento e à inclusão de apresentações visuais<sup>5</sup> que reproduzem fielmente o ambiente e a cabine de voo.

Os resultados encontrados em correlações entre um programa de formação em simulador de base fixa e o voo real foram geralmente significativos, quando os sujeitos utilizados na investigação possuíam competências adequadas e eram adequadamente motivados (Taylor e ILiff, 1969). Devido aos resultados positivos encontrados em simuladores de base fixa (sem movimento) e de imersão total e ainda devido aos desenvolvimentos da tecnologia, foram

---

<sup>5</sup> Apesar de existirem algumas limitações, principalmente relativamente ao grau de fidelidade com que se consegue representar o ambiente real de voo.

desenvolvidos vários programas informáticos de baixo-custo de simulação de voo (não imersivos) por empresas e por amadores. De entre eles podemos destacar o software Microsoft Flight Simulator que é destinado a computadores pessoais.

Contudo, Cannon-Bowers (2006) afirma inexistir uma sólida revisão da literatura com estudos empíricos acerca da aprendizagem baseada em jogos de computador e que os estudos são necessários. Em alguns sectores, como por exemplo, no Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América é visível o crescente interesse sobre o potencial uso de produtos de aprendizagem baseados em jogos comerciais que permitam melhorar a aprendizagem e o desempenho dos alunos.

Sendo assim, ainda não existe suficiente investigação no sentido de determinar a relação entre os jogos de computador e a aprendizagem (Blunt, 2007).

Segundo Scott Dunlap, responsável pelo Assessment Project Office for the Chief of Naval Education and Training in Pensacola, E.U.A., os estudantes que utilizam produtos de micro-simulação no início do treino de voo tendencialmente obtêm melhores resultados que os estudantes que não utilizam o software.

O simulador de voo permite aos estudantes aprender e praticar procedimentos básicos tais como a manipulação de controlos a partir da cabine de voo e navegação, antes de irem para um avião. Scott Dunlap, considera o software Microsoft Flight Simulator (Simulador não imersivo) como um recurso importante entre a sala de aula e formas mais avançadas de simulação.

## **Representação Espacial e Consciência Situacional**

Esta investigação centrou-se nas competências cognitivas de Representação Espacial (*Spatial Representation*) associadas às tarefas de Navegação (*Navigate*) e às competências cognitivas associadas à Consciência Situacional (*Situational Awareness*) que recorrem às tarefas de Pilotagem (*Aviate*) e de Gestão de Sistemas de Voo (*Flight Systems Management*).

### **Representação Espacial**

A Representação Espacial é definida como: o modo como entendemos o posicionamento e as relações físicas entre os objectos e as características perceptivas distintivas desses objectos tais como a forma, a cor ou o peso (Smith et al., 1994) e é o processo que nos permite adquirir e utilizar o conhecimento espacial. Permite-nos navegar e distinguir os objectos num qualquer mundo a três dimensões.

Segundo Pomerantz as “imagens mentais” do mundo, representadas espacialmente, são análogas às coisas que representam, ou seja, são chamadas de representações análogas e mantêm a distância e a direcção entre os locais representados tais como no mundo real (Pomerantz, citado por Smith et al., 1994). O nosso conhecimento deverá ser uma mistura entre códigos análogos e códigos não análogos mas o conhecimento espacial é análogo. Ou seja, o conhecimento espacial não é como as instruções proposicionais as quais a palavra “Igreja” não contém qualquer informação acerca da natureza efectiva dessa mesma igreja tal como a palavra “*left*” apenas fornece informação espacial se falarmos ou compreendermos inglês (Pomerantz, citado por Smith et al., 1994).

Opostamente, Pylyshin defende que todo o conhecimento é representado da mesma maneira. O produto final de todo o processamento perceptivo, seja através da leitura de

palavras num mapa ou através da aprendizagem de relações espaciais é uma representação abstracta não específica (Pylyshin, citado por Smith et al., 1994).

Kosslyn, através da sua teoria da construção de imagens e de conhecimento espacial considera que a informação proposicional e a informação análoga são ambas armazenadas na memória de longo prazo e quando é necessário aceder à informação é possível realizá-lo de duas formas: através do sistema proposicional e quando este não fornece a resposta adequada, através do sistema análogo (Kosslyn, citado por Smith et al., 1994). A título de exemplo, quando nos perguntam “quantas janelas existem na casa em frente à tua casa? Podemos lembrar-nos que são ‘cinco’ janelas porque já as contámos antes, ou podemos criar uma representação espacial a partir do conhecimento que possuímos do espaço em frente à nossa casa e contar as janelas a partir do ‘olho-da-mente’ (Smith et al., 1994, p. 316).

O conhecimento é adquirido, conservado e modificado a partir de diversos sistemas de codificação (*encoding or elaboration*) e descodificação de informação. Essa informação pode ser proposicional, categorial ou análoga. O conhecimento espacial utiliza similarmente estes sistemas, mas a representação espacial é mais que o conhecimento espacial pois implica, para a compreender, o estudo da percepção, da memória e do funcionamento do cérebro.

O problema dos tipos de conhecimento ainda não está completamente resolvido principalmente no modo como é representado e armazenado na memória de longo prazo (episódica, processual e semântica). Existem dois problemas significativos relacionados com a memória de longo prazo: (1) transferir com precisão informação da memória de trabalho para a memória de longo prazo e (2) recuperar com precisão a informação armazenada.

Piaget e outros construtivistas desenvolveram teorias sobre o modo como a informação é armazenada na memória de longo prazo. O que permite que a informação seja bem

armazenada na memória de longo prazo é a informação significativa ou seja, a relação entre a informação a reter e a informação armazenada previamente.

O alcance destas questões supera os objectivos deste estudo, sendo assim, passamos a clarificar o conceito consciência situacional.

### **Consciência Situacional**

O termo Situational Awareness (SA) tem origem na aviação militar mas é estudado em várias áreas tais como a educação, a pilotagem e condução de veículos, a gestão do tráfego aéreo ou de comboios, a manutenção, a operação de estações de energia ou na previsão meteorológica porque é importante para a tomada de decisões e para o desempenho humano em qualquer profissão ou actividade subjugada a objectivos e metas pré-definidas (Endsley, Bolté e Jones, 2003).

Embora o termo Consciência Situacional (*Situational Awareness*) ou SA apareça pela primeira vez nos anos oitenta do século XX, os benefícios resultantes de uma boa consciência situacional são tão antigos como os tempos pré-históricos (Endsley, 2000) e pertencem a qualquer aspecto da vida. Por exemplo, um campeão de xadrez necessita de possuir uma boa Consciência Situacional. Um condutor de um veículo necessita explorar todas as pistas perceptivas do ambiente dinâmico ao seu redor (Breton e Rousseau, 2003).

A SA é indispensável à execução das mais simples decisões diárias tais como, uma pessoa decidir se deve sair de casa com um chapéu-de-chuva ou não (Breton e Rousseau, 2003).

Contudo, com o objectivo de delimitar o constructo e garantir-lhe mais objectividade e operacionalidade a SA é considerada importante apenas em situações de crise (Adams, Tenney e Pew, citados por Breton e Rousseau, 2003).

Breton e Rousseau (2003) afirmam que a Segunda Grande Guerra Mundial provavelmente foi uma época determinante para o estudo científico da SA Segundo estes autores, o aumento exponencial de aviões possibilitou o recolher de informação essencial sobre aspectos críticos tanto no campo de batalha como no interior do avião.

A vantagem do aviador Barão Vermelho no campo de batalha, durante a Segunda Guerra Mundial, provavelmente deve-se às suas excepcionais capacidades de SA (Gilson, citado por Breton e Rousseau, 2003).

Depois da Segunda Guerra Mundial, o subsequente aumento da tecnologia levou ao aumento do esforço cognitivo associado à operação dessas mesmas ferramentas tecnológicas, embora os estudos científicos relacionados com a SA tenham tido posteriormente um aspecto marginal.

Só a partir dos anos oitenta do século XX é que este conceito torna-se comum no domínio da aviação e da investigação científica sobretudo a partir da publicação, em 1984, do relatório da Força Aérea Americana intitulado *Intraflight Command, Control, and Communication Symposium Final Report* (Breton e Rousseau, 2003).

Segundo Breton e Rousseau (2003) existem muitas definições do conceito Consciência Situacional mas a noção que reúne maior consenso foi proposta em 1988 por Mica Endsley.

Endsley é actual presidente da SA Technologies em Marietta, Georgia (U.S.A.) e ex-professora do departamento de Aeronáutica e Astronáutica no Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) e de Engenharia Industrial na Universidade Tecnológica do Texas.

A SA é formalmente definida como a percepção de elementos ambientais circunscrita num volume de tempo e espaço, a compreensão do seu significado, e a projecção do seu estado num futuro próximo (Endsley, Bolté e Jones, 2003)

Segundo Endsley, Bolté e Jones (2003) a SA consiste em estar com atenção ao que nos rodeia e compreender o que essa informação significa no momento e no futuro.

A SA consiste num estado geral de conhecimento de um operador em uma determinada situação dinâmica circunscrita a um momento e a um espaço e difere do conceito Situational Assessment ou Avaliação da Situação (Breton e Rousseau, 2003).

Para Endsley, Bolté e Jones (2003) a SA é geralmente aplicada a situações operacionais nas quais as pessoas envolvidas devem possuir um determinado nível de SA com o objectivo de realizar uma tarefa associada a uma profissão ou o atingir de um objectivo especificado. Por exemplo, para conduzir um carro, tratar de um paciente ou a separação de tráfego aéreo.

É importante apenas a informação relevante para a execução da tarefa definida. Sendo assim, um piloto de aviões deve ter consciência de outros aviões no espaço imediato que o circunda, da meteorologia ou das alterações de terreno mas não necessita de saber o que o co-piloto almoçou (Endsley, Bolté e Jones, 2003) para ter uma boa formação de SA.

A definição formal de SA divide-se em três níveis:

-Percepção: do *status*, atributos e dinamismo dos elementos relevantes no ambiente - Nível 1 de SA.

-Compreensão da situação decorrente: conjugação e síntese dos elementos disjuntos percebidos, no sentido de encontrar padrões e formar uma ampla tela com quadros de referência que poderão ser comparados com a informação armazenada na memória de trabalho e de longo-prazo - Nível 2 de SA.

-Projeção do estado da situação e de futuras acções: os quadros de referência são comparados com os objectivos e as expectativas subjacentes à operação das tarefas do operador do sistema - Nível 3 de SA.

De acordo com Endsley (1995b) a SA envolve mais do que perceber e estar atento a uma determinada colecção de dados informativos disponíveis num sistema complexo (Nível 1 de SA). A formação da SA implica o recurso a níveis avançados de compreensão de uma dada situação (Nível 2 de SA), à projecção do estado do sistema no futuro e à previsão de futuras acções a partir do momento e a partir do evoluir da situação, em função dos objectivos do operador (Nível 3 de SA)

Na Figura 1 podemos observar o modelo teórico de Endsley (1995a) sobre a Consciência Situacional na tomada de decisão dinâmica.

#### SITUATION AWARENESS THEORY

March 1995—35

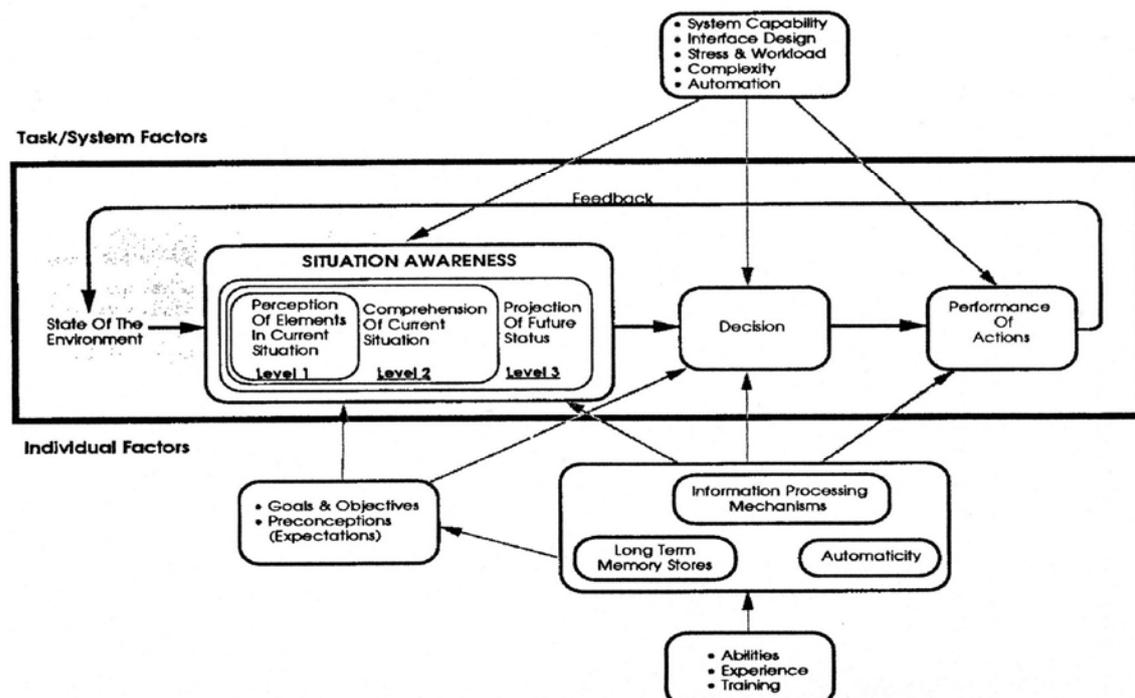


Figure 1. Model of situation awareness in dynamic decision making.

Figura 1. Modelo teórico de Endsley (1995a) sobre a Consciência Situacional na tomada de decisão dinâmica (Endsley, 1995a, p.35).

A SA é um construto que determina outros construtos tais como: a Tomada de Decisão, as Acções e o Desempenho de um operador num sistema simples ou complexo.

A Consciência Situacional é determinada por outros factores que são associados, por um lado a características individuais, e por outro lado a características do próprio sistema dinâmico.

Relativamente às características individuais podem ser destacados vários processos ou mecanismos influenciadores da SA tais como a Percepção, a Atenção, a Memória de Trabalho, a Memória de Longo Prazo, o Conhecimento, os Mapas Cognitivos, as Habilidades, a Experiência, o Treino e a Formação, os Objectivos e as Expectativas do operador.

Relativamente às características do sistema podem ser destacadas a Capacidade do Sistema, a Automação, o Design da Interface do operador, o Stresse e a Carga de Trabalho associados à tarefa e ainda a Complexidade das tarefas.

É fundamental para que não se confunda o conceito Consciência Situacional (*Situational Awareness*) com o conceito Avaliação da Situação (*Situational Assessment*) que é a conjugação dos processos cognitivos subjacentes à formação da SA tais como a Percepção, Atenção, Memória, Categorização ou Tomada de Decisão (Breton e Rousseau, 2003).

No Quadro 1, encontra-se a classificação de definições de Consciência Situacional segundo Breton e Rousseau (2003).

REFERENCE	SITUATION	General or Specific	PERSON	Process or State
Endsley (1988, p 97)	<b>"the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future."</b>			
	Elements in time-space Future status of elements	G	Perception Comprehension Projection	P
Companion et al (1990)	<b>"The ability to extract, integrate, assess, and act upon task-relevant information."</b>			
	Task relevant information	G	Extract Integrate Assess Act	P
Dominguez (1994)	<b>"...continuous extraction of environmental information, integration of this information with previous knowledge to form a coherent mental picture, and the use of that picture in directing future perception and anticipating future events."</b>			
	Environmental information Future events	G	Information extraction Information integration Mental picture formation Projection and anticipation	P
Matthews, Pleban, Endsley, & Strater (2000)	<b>"Situation awareness (SA) refers to the cognitive processes involved in perceiving and comprehending the meaning of a given stimulus environment, leading to the ability to make timely and good decisions regarding likely future events in that environment."</b>			
	Stimulus environment Future events	G	Perception of Comprehension of Make decisions	P
Fracker (1988)	<b>"The knowledge that results when attention is allocated to a zone of interest at a level of abstraction."</b>			
	Knowledge	G	Results from attention allocation	P
Klein (2000)	<b>"The perception of reactions to a set of changing events. This definition emphasizes the affordances in the situation and views a person's understanding in terms of what can be done (even if it is only to gather more data) instead of merely the recalled stimuli."</b>			
	Reactions to a set of changing events Affordances What can be done	G	Perception of Understanding of	P
McGuinness & Foy (2000)	<b>"One's internal representation of whatever factors are perceived as relevant to the achievement of one's operational goals in a complex situation."</b>			
	Relevant factors Operational goals	G	Perception	P
Sarter & Woods (1991, p. 52)	<b>"The accessibility of a comprehensive and coherent situation representation which is continuously being updated in accordance with the results of recurrent situation assessments."</b>			
	Situation	G	Activation of a coherent and comprehensive representation Continuous updating Recurrent situation assessment	P
Adam (1993)	<b>"Situational awareness is knowing what is going on so I can figure out what to do."</b>			
	What is going on What to do	G	Knowing Figuring out	P

Roscoe, Corl, & Laroche (2001)	"The overarching ability to (a) <i>attend to multiple information sources</i> , (b) <i>evaluate alternatives</i> , (c) <i>establish priorities</i> , (d) <i>estimate probable outcomes</i> for different courses of action, (e) <i>work on whatever has the highest momentary urgency</i> , without losing sight of the routine, (f) <i>reorder priorities</i> as situations deteriorate or improve, (g) <i>act decisively in the face of indecision by others.</i> "			
	Multiple Information sources Alternatives Priorities Probable outcomes of COA Whatever is urgent Priorities	G	Attend Evaluate Establish Estimate Work on Reorder Act	P
Prince & Salas (1993)	"The ability to <i>maintain an accurate perception of the surrounding environment</i> , both <i>internal and external to the aircraft</i> as well as to <i>identify problems and/or potential problems</i> , <i>recognize a need for action</i> , <i>note deviations in the mission</i> , and <i>maintain awareness of tasks performed.</i> "			
	Elements internal and external of the aircraft Deviation from mission Task to be performed	SP	Maintaining perception Identifying Recognizing Note Maintaining awareness	P
Blackwell & Redden (2000)	"SA is defined here [MOUT] as the warrior's ability to quickly <i>perceive</i> and then <i>discriminate between facets of the tactical environment</i> , to accurately <i>assess</i> and reassess the where, when and why of that environment, to then <i>know and understand the nature of the tactical situation</i> and to extrapolate near term courses of action based on this understanding."			
	Facets of tactical environment Nature of tactical situation Course of action	SP	Perception of Discrimination Assessment Understand and know Extrapolate	P
Carroll (1992)	"A pilot's continuous <i>perception of self and aircraft in relation to the dynamic environment of flight, threats, and mission</i> and the ability to <i>forecast (and) execute tasks based on that perception.</i> "			
	Self and aircraft Elements of flight, threats and mission	SP	Perception Forecast Execution of task	P
Edens (1991) ; Schwartz (1993)	"The accurate <i>perception of the factors and conditions that affect an aircraft and its flight crew.</i> "			
	Factors and conditions of aircraft and crew	SP	Perception	P
Smith & Hancock (1995, p. 145)	"We take [ ... ] a more ecological approach to define SA as the <i>invariant in the agent-environment system that generates the momentary knowledge and behavior required to attain the goals specified by an arbiter of performance in the environment.</i> "			
	Momentary knowledge and behavior Goals	G	Invariant in the agent-environment system	S
Haines & Fleteau (1992)	"One's ability to <i>remain aware of everything that is happening at the same time and to integrate that sense of awareness into what one is doing at the moment.</i> "			
	What is happening What one is doing	G	Continuous awareness	S
Adams, Tenney, & Pew (1995, p 85)	"In everyday parlance, <i>situation awareness</i> refers to the <i>up-to-the-minute cognizance required to operate or maintain a system.</i> "			
	What is required to operate	G	Cognizance	S

Beringer & Hancock (1989)	<b>"Conscious awareness of actions within two mutually embedded four-dimensional envelopes."</b>			
	Actions in four-dimensional envelopes	G	Awareness	S
U. S Army Training and Doctrine Command (1994) [TRADOC]	<b>The Army formally defines SA in TRADOC Pam 525-5, Force XXI Operations, as "the ability to <i>have</i> accurate real-time information of friendly, enemy, neutral, and non-combatant locations; a common, relevant picture of the battlefield scaled to specific levels of interest and special needs."</b>			
	Real-time information of friendly, enemy, neutral, and non-combatant locations Common, relevant picture of the battlefield Specific levels of interest and special needs.	SP	Have	S
Gibson & Garrett (1990)	<b>"The pilot's overall appreciation of his current "world"."</b>			
	Pilot's current "world"	SP	Appreciation	S
Wickens (1992)	<b>"Situation awareness refers to the ability to rapidly bring to <i>consciousness</i> those characteristics that evolve during flight."</b>			
	Flight characteristics	SP	Consciousness	S
Morishige & Retelle (1985)	<b>"Awareness of conditions and threats in the immediate surroundings."</b>			
	Conditions and threats in immediate surroundings	SP	Awareness	S
Masters, McTaggart & Green (1986)	<b>"The ability to envision the current and near-term disposition of both friendly and enemy forces."</b>			
	Current and near-term dispositions of forces	SP	Ability to envision	S
Harwood, Barnett & Wickens (1988)	<b>"Where" refers to spatial awareness ... "what" characterizes identity awareness, or the pilot's knowledge of the presence of threats and their objectives, [as well as] engines status and flight performance parameters. "Who" is associated with responsibility, or automation awareness; that is knowledge of "who's in charge". Finally, "when" signifies temporal awareness and addresses knowledge of events as the mission evolves."</b>			
	Where in pilot's space What (threats and system status) Who (responsibility) When (events)	SP	Awareness of Knowledge of	S
Regal, Rogers & Boucek (1988)	<b>"[SA] means that the pilot has an <i>integrated understanding</i> of factors that will contribute to the safe flying of the aircraft under normal and non-normal conditions."</b>			
	Factors for safe flying	SP	Integrated understanding	S
Whitaker & Klein (1988)	<b>"The pilot's knowledge about his surroundings in light of his mission's goals."</b>			
	Surroundings Mission's goal	SP	Knowledge of	S

Quadro 1. Classificação de definições de Consciência Situacional segundo Breton e Rousseau (2003).

## Taxonomia SRK

A Representação Espacial consiste num processo cognitivo essencial à navegação e sobrevivência do ser humano enquanto a Consciência Situacional consiste num estado cognitivo essencial, especialmente em situações críticas da actividade humana. Ambas constituem-se como competências de carácter cognitivo. A competência é mensurável através da medida do comportamento humano, verbal ou não verbal. O comportamento humano é passível de classificação, através de taxonomias.

A taxonomia é a prática e a ciência da classificação. A origem da palavra deriva da união das palavras gregas *taxis*, (que significa "ordenar") e *nomos* (que significa "lei" ou "ciência"). Uma taxonomia, geralmente, é um esquema que traduz numa classificação particular organizada através de uma estrutura hierárquica que implica uma relação tipo árvore genealógica ou de submúltiplos/tipos.

Originalmente, foi utilizada para classificar organismos mas expandiu-se a diversas áreas, à classificação de "coisas", de conceitos e aos seus princípios subjacentes, chegando à classificação de comportamentos e esquemas mentais subjacentes aos comportamentos<sup>6</sup>.

Neste estudo recorreremos à Taxonomia de SRK de Rasmussen (1983) de modo a que nos fornecesse um quadro inteligível sobre os esquemas mentais e sobre os comportamentos subjacentes às funções do piloto de aviões.

---

<sup>6</sup> Por exemplo, relativamente a "conceitos" podemos destacar a Taxonomia de Objectivos Educacionais de Benjamim Bloom, que divide os objectivos educacionais em três domínios: afectivo, psicomotor e cognitivo. Relativamente a comportamentos podemos destacar a Taxonomia de Rasmussen (SRK) que divide o comportamento humano em três domínios: habilidades, regras e conhecimento.

Optámos por esta taxonomia porque além de ser comumente utilizada em engenharia aeronáutica para desconstruir as tarefas do piloto como operador de sistemas para o design de cockpits e dos sistemas de controlo, planeamento, predição e monitorização do voo, é também uma estrutura utilizada para descrever categorias diferenciadas do desempenho humano (*performance*) num sistema.

Mesmo que esta taxonomia não possua o propósito de ser um modelo compreensivo da cognição humana, permite visualizar algumas distinções significativas entre diferentes tipos de comportamento. Estas distinções podem ajudar a guiar o pensamento a quem pretenda saber como um operador interage com um sistema<sup>7</sup>.

Segundo Barnet, Bowen e Oakley (2006) a Taxonomia SRK divide o desempenho humano em três níveis discretos ou categorias. Estas categorias são comportamentos baseados em Habilidades (*Skill-based behaviour: SBB*), comportamentos baseados em Regras ou códigos (*Rules-based behaviour: RBB*) e comportamentos baseados em Conhecimentos (*Knowledge-based behaviour: KBB*).

---

<sup>7</sup> Os conceitos utilizados nesta taxonomia parecem basear-se na teoria de modelos mentais que enquadra-se na abordagem do Processamento da Informação, uma abordagem que caracteriza um grande número de teorias agrupadas (Miller, 1989) em geral sob a designação de Psicologia Cognitiva e baseando-se na Metáfora do Computador (Lourenço, 1997). É geralmente aceite que tais abordagens assumem que a actividade cognitiva do sujeito pode ser descrita em termos de processos (ou operações mentais) que ocorrem entre determinados *inputs* e *outputs* e que são essas operações de registo, codificação, comparação, combinação e recuperação da informação que estão presentes em muitas tarefas cognitivas executadas pelos sujeitos. Estas teorias, em geral, consideram o conceito de memória uma função psicológica chave e grande ênfase é atribuída, a termos quantitativos, como a velocidade de processamento e tempo de reacção (Lourenço, 1997).

Existe uma forte integração entre os três níveis de controlo<sup>8</sup> cognitivo durante a execução de qualquer tarefa.

O nível mais baixo de controlo cognitivo descrito por esta taxonomia é o Comportamento Baseado em Habilidades (SBB) e é caracterizado por um desempenho sensório-motor suave e automatizado (Rasmussen, 1983). É um desempenho composto por padrões de comportamento contínuo altamente integrados e especializados que ocorrem sem controlo consciente através de uma integração directa entre o indivíduo e o ambiente.

O nível seguinte de controlo cognitivo descrito por Rasmussen (1983) é o Comportamento Baseado em Regras ou Códigos (RBB) (Barnet, Bowen e Oakley 2006).

Neste nível os constrangimentos ambientais que afectam o comportamento são representados como regras interiorizadas. Estas regras são usadas de modo análogo às declarações Se-Então onde as acções são directamente accionadas através de afirmações perceptivas consideradas familiares ou invariantes que se encontram no ambiente.

Estas regras são criadas de diversas maneiras. Podem ser o resultado de experiências anteriores em situações semelhantes ou podem ser criadas a partir de instruções comunicadas verbalmente por outros ou em forma escrita, tal como procedimentos prescritivos.

O nível mais elevado, e complexo, de controlo cognitivo descrito na Taxonomia SRK consiste nos Comportamentos Baseados no Conhecimento (KBB) e segundo a nossa

---

<sup>8</sup>A característica distintiva que divide estes níveis de controlo cognitivo na taxonomia SRK é o tipo de representação mental interna que é usada para guiar os comportamentos em cada nível. São representações mentais dos constrangimentos ou invariantes no ambiente que poderão ser apercebidos e que poderão ter um efeito na acção (Rasmussen, 1983).

perspectiva, é neste nível, que as competências cognitivas de Representação Espacial e a Consciência Situacional se enquadram.

Quando ocorrem situações não familiares em que não existem habilidades ou regras disponíveis para uso imediato este tipo de comportamento é accionado.

Tipicamente, este nível de controlo cognitivo consiste em séries de actividades cognitivas deliberadas. Estas actividades cognitivas são executadas a partir de um modelo mental sobre o domínio do trabalho a realizar.

Os comportamentos baseados no conhecimento consistem em raciocínio analítico, experiências reflectidas e actividades de planeamento.

### **A Transferência das Aprendizagens e a Transferência de Treino**

Existe muita investigação sobre os benefícios dos simuladores para a formação. Contudo muita da investigação disponível não incide sobre o modo como as competências desenvolvidas no simulador são transferidas para o mundo real.

A Transferência das Aprendizagens é definida como a capacidade de prolongar o que foi aprendido em um contexto para novos contextos (Byrnes, citado por Bransford, Brown e Cocking, 2000).

Thorndike e os seus pares foram dos primeiros investigadores a utilizar testes de transferência para verificar hipóteses sobre a aprendizagem (Bransford, Brown e Cocking, 2000) e a desenvolver a teoria da transferência designada por Teoria dos Elementos Idênticos.

A investigação inicial sobre transferência de aprendizagens foi impulsionada por teorias que enfatizavam a similaridade entre condições de aprendizagem e condições de transferência. Thorndike (1913, citado por Bransford, Brown e Cocking, 2000), por exemplo,

levantou a hipótese de que o grau de transferência entre o que é aprendido numa situação inicial e o que é demonstrado numa situação posterior depende da semelhança entre os Elementos entre os dois eventos, sendo que estes elementos consistem em Factos e Competências.

Segundo esta teoria a transferência a partir de uma tarefa escolar para uma tarefa muito similar (*near transfer*) e a partir de conteúdos escolares para contextos não escolares (*far transfer*) poderá ser facilitada se forem ensinados conhecimentos e desenvolvidas competências que contenham elementos idênticos às actividades encontradas no contexto transferido (Klausmeier, citado por Bransford, Brown e Cocking, 2000).

A teoria de Thorndike ao se centrar apenas nos Elementos Idênticos das tarefas e na prática encontra limitações na medida em que não considera as características do aprendiz (Bransford, Brown e Cocking, 2000).

As teorias modernas sobre transferência da aprendizagem (e.g. Singley e Anderson, 1989) conservam a ênfase na prática mas especificam o tipo de tarefas a tomar em consideração e consideram as características do aprendiz tais como o Conhecimento e as Estratégias adoptadas (Bransford, Brown e Cocking, 2000).

A eficácia a partir de um dispositivo de treino é usualmente expressa através da medida da transferência da aprendizagem. Por outras palavras a eficácia de treino consiste na diferença entre a medida do desempenho numa tarefa operacional (voo real) após a prática num dispositivo de treino e a medida do desempenho na tarefa operacional sem o recurso à prática no dispositivo de treino.

Os formandos que recebem treino prático no dispositivo de treino são usualmente referidos como grupo experimental e os que não recebem são referidos como grupo de

controle. Sendo assim o termo transferência de treino é utilizado para descrever que o que é executado ou aprendido numa determinada situação afecta o que é executado (desempenho) em outra situação (Analysis of the Transfer of Training, Substitution, and Fidelity of Simulation of Training Equipment, 1972). Existem várias definições de transferência de treino que serão enunciadas de seguida.

Segundo Micheli (1972) a Transferência de Treino refere-se ao grau no qual a prática dos alunos num dispositivo de treino afecta o desempenho dos mesmos numa situação operacional em comparação com o desempenho dos alunos que não foram submetidos a esse mesmo treino.

A transferência de treino consiste no grau no qual os formandos aplicam efectivamente o conhecimento, habilidades e atitudes desenvolvidas num contexto de preparação de trabalho. No contexto de treino de habilidades de controlo manual de veículos a transferência de treino será o grau no qual as habilidades desenvolvidas em simulador são demonstradas durante o controlo do veículo real (Baldwin e Ford, citados por Barnett, Bowen e Oakley, 2006).

De acordo com Micheli (1972) a transferência é considerada positiva quando a situação treinada conduz a um subsequente incremento do desempenho.

É considerada negativa quando conduz a um subsequente decréscimo do desempenho e é considerada transferência nula quando não conduz a qualquer alteração no subsequente desempenho. Ou seja, segundo os princípios da transferência de treino (Micheli, 1972) a transferência positiva ocorrerá quando ambos os estímulos e respostas são similares numa situação de treino e numa situação operacional (voo real).

A transferência negativa ou nula ocorrerá quando os estímulos são similares tanto na situação de treino como na situação experimental, contudo as respostas fornecidas a partir dos estímulos similares são diferentes (Micheli, 1972).

Segundo Micheli (1972) existem algumas fórmulas para medir a eficácia da transferência de treino tais como:

$$\text{Fórmula de transferência relativa}^9 (\%) = \frac{Z_c - Z_e}{Z_c} \times 100$$

Em que  $Z_c$  = desempenho do grupo de controlo ou tempo medido na execução da tarefa operacional por este grupo;

$Z_e$  = o valor correspondente para o grupo experimental.

$$\text{Fórmula do rácio da eficácia da transferência ou TER}^{10} =$$

$$\frac{Y_c - Y_e}{X_e}$$

Em que  $Y_c$  = tempo requerido para que o grupo de controlo atinja um determinado valor ou critério de proficiência na execução da tarefa operacional;

$Y_e$  = o valor correspondente para o grupo experimental;

$X_e$  = o número de horas de treino no dispositivo gasto pelo grupo experimental.

Relativamente à transferência de aprendizagem convém referir que o tipo de simulação e o tipo de dispositivo de treino influenciam a transferência. Que é indispensável uma especificação cautelosa das tarefas operacionais, da medida das tarefas e do dispositivo de treino para que ocorra transferência.

---

<sup>9</sup> É baseada no incremento do desempenho na tarefa operacional e fornece uma medida de percentagem de transferência.

<sup>10</sup> Transfer Effectiveness Ratio.

O modo como um dispositivo de treino é utilizado poderá influenciar a aprendizagem e a sua transferência de um modo mais significativo que o desenho do simulador (Micheli, 1972).

Diferentes tipos de tarefas em voo originam diferentes efeitos de transferência. Os simuladores de voo são úteis no ensino de tarefas de voo de carácter procedimental e de voo por instrumentos.

Segundo Micheli (1972) até à década de setenta do século XX não existiam evidências sobre a utilidade do simulador de voo para a aprendizagem de manobras complexas.

Contudo, vários estudos providenciaram evidências empíricas sustentando que os simuladores poderiam, efectivamente, ser utilizados no sentido de reduzir o tempo de treino operacional (voo real) em proporções significativas<sup>11</sup> e que são úteis para treinar pilotos de linha aérea e novatos. Ainda, segundo este centro, a redução do número de horas de voo real a partir da utilização do simulador de voo é determinada principalmente pela proporção da manobra, ou do tempo requerido para execução de uma tarefa específica que seria gasto para se aprender um procedimento ou uma sequência fixa de elementos de uma tarefa durante o voo.

O simulador de voo possibilita ao instrutor monitorizar o desempenho do aluno, praticar manobras e procedimento que não poderiam ser praticadas no ar devido ao risco associado.

---

<sup>11</sup> Um exemplo significativo de sucesso da transferência de treino a partir de simuladores de voo consiste no programa espacial da NASA denominado Apollo em que 100 % do treino para o voo espacial e aterragens lunares foram conduzidos a partir de simuladores (Micheli, 1972).

### **Transferência, Autenticidade, Fidelidade e Realismo do Simulador**

A Fidelidade de uma simulação pode ser definida como o grau em que uma simulação representa fielmente um fenómeno ou uma tarefa que pretende representar (Andrews e Bell, 2000 citado por Spector et al., 2008). A fidelidade da simulação relaciona-se com a capacidade de transferir conhecimento e competências específicas desenvolvidas em formação para o local operacional ou contexto de trabalho (Andrews e Bell, 2000 citado por Spector et al., 2008).

Segundo Micheli (1972) a transferência de treino poderá ser determinada pelo grau de fidelidade de um simulador, ou seja o grau de semelhança entre o simulador e o avião real e é definido pelo Princípio da Fidelidade. Este princípio implica que a transferência de treino a partir de um simulador de voo é uma função positiva do grau no qual o simulador reflecte fielmente as características do avião (Simon, 1979). Este princípio é proveniente de estudos clássicos sobre a transferência de treino oriundos da psicologia os quais para alguns autores o mais importante é a fidelidade associada ao realismo físico enquanto para outros, o mais importante, é a fidelidade como similaridade psicológica (Simon, 1979) e outros ainda, como por exemplo Caro (1973) que sustenta que o mais importante é a fidelidade definida como o modo como simulador é importante para otimizar a transferência.

A fidelidade do simulador deve ser distinguida da Autenticidade do simulador na medida em que a primeira centra-se no dispositivo e a segunda na experiência de aprendizagem. Experiências autênticas são aquelas em que os estudantes conseguem realizar conexões significativas entre a experiência sintética e a experiência real (Spector et al., 2008). Jonassen (2000 citado por Spector et al., 2008) sustenta que a instrução autêntica não tem que ser necessariamente desenvolvida de acordo com tarefas específicas do mundo real.

A Autenticidade poderá ser descrita como o grau segundo o qual o ambiente de aprendizagem solícita ao aprendente a empenhar-se em processos cognitivos similares aos processos cognitivos da vida real (Honebein et al., 1993; Petraglia, 1998, citados por Spector et al., 2008).

Para Caro (1974) os simuladores de voo são construídos do modo mais realístico possível presumivelmente para otimizar o seu valor formativo.

Porém, este valor é determinado pelo modo como são utilizados. Este autor (Caro, 1974) conduziu um estudo em que conclui que um programa de treino adequado é essencial no sentido de permitir uma efectiva transferência de treino e evidenciar o valor formativo dos simuladores de voo, independentemente do seu grau de realismo e fidelidade.

Existe uma relação entre a fidelidade do simulador, os custos associados e a transferência de treino. Aumentar o grau de fidelidade a partir da aquisição de um dispositivo mais avançado aumenta os custos e subsequentemente aumenta o grau de transferência de aprendizagens.

Porém, esta relação não é tão linear como sustentam alguns investigadores. Erikson et al., (1972) sustentam que foram obtidos resultados díspares a partir de alguns estudos, que apesar de tudo produziram melhoria na aprendizagem, através de simuladores com um grau elevado de fidelidade. Segundo este autor, em alguns estudos, um grau de fidelidade mais reduzido produziu igualmente bons resultados de aprendizagem (Caro, 1974).

Investigações sobre a eficácia em programas de treino a partir de simuladores de voo demonstraram que a aprendizagem, a retenção e a transferência ocorre em situações nas quais a “simulação exacta” não é disponível (Micheli, 1972).

Para Caro (1974) os recursos humanos responsáveis pelo desenho de simuladores de voo são engenheiros por vezes assistidos por psicólogos. Segundo este autor os simuladores de voo são construídos de um modo consistente com elementos provenientes da teoria da transferência proposta por Thorndike, designada por Teoria dos Elementos Idênticos.

Mas, existem questões importantes para além do grau de realismo de um simulador para que ocorra uma transferência eficaz. Cagne (1962, citado por Caro 1974)) afirma que a transferência da aprendizagem é uma função de vários factores tais como os objectivos de treino e a qualidade da instrução para além das características de fidelidade do equipamento.

As técnicas de instrução e a competência do instrutor foram identificadas como variáveis importantes envolvidas na transferência da aprendizagem a partir de simuladores de voo Prophet (1966, citados por Caro, 1974) afirma que o simulador de voo é apenas o veículo para o programa de treino e frequentemente é menos importante que o instrutor de treino sintético e que a organização curricular.

No passado foi dada muita ênfase ao desenvolvimento técnico dos simuladores e foi atribuída pouca atenção aos programas curriculares de treino em simuladores. Em consequência chegou-se a criar programas de treino sintético centrados nas características técnicas dos simuladores nos quais existiam poucas evidências científicas de que os simuladores permitiriam reduzir os custos de formação. Num estudo efectuado a partir de um programa de treino sintético, não foram encontradas evidências empíricas que sustentassem a existência de transferência de treino (Isley, Caro e Jolley, 1968; Jolley e Caro, 1970 citado por Caro, 1974) e no entanto foram criados programas de treino centrados nas características técnicas dos simuladores.

Caro (1979) rematava que apesar da sofisticação da engenharia e do realismo dinâmico os simuladores raramente são utilizados até ao máximo das suas capacidades devido ao factor humano e organizacional.

A investigação já demonstrou que a transferência do desempenho no simulador para o mundo real é um assunto complexo (Barnett, Bowen, e Oakley 2006). Por exemplo, Koonce (1974) demonstrou que o desempenho em simuladores com movimento não era directamente transferível para o avião real. Os resultados demonstraram que apesar do desempenho observado num simulador com movimento serem superiores aos resultados de um simulador com base fixa quando era efectuada uma medida da transferência para um avião real os resultados revertiam.

Gray e Fuller e Martin e Waag realizaram estudos que comparam a eficácia do treino a partir do simulador em relação a outros métodos e demonstraram superioridade da simulação comparativamente com a instrução baseada na sala de aula, na aquisição de habilidades de controlo manual (Barnett, Bowen e Oakley, 2006).

Segundo Barnett, Bowen e Oakley (2006) a investigação sobre a transferência de treino centra-se em duas áreas:

Tipicamente, mede-se o desempenho dos sujeitos após o treino/formação no próprio sistema no qual o simulador se insere, por exemplo, um veículo ou avião real. Esta é a área de investigação mais tradicional relativamente ao construto transferência de treino/formação.

Contudo, frequentemente não é possível, devido a razões de segurança ou monetárias, medir o desempenho após o treino/formação num veículo ou avião real. Sendo assim para medir o desempenho após o treino/formação é utilizado ou um simulador alternativo ou uma reconfiguração do mesmo simulador de treino/formação de modo a que se aproxime mais do

contexto real (Barnett, Bowen e Oakley, 2006). Este tipo de metodologia é referido como Quasi-transferência de treino/formação. Quasi-transferência de treino/formação é um construto definido por Burki-Cohen, Soja e Longridge (1998) do seguinte modo:

Consequentemente alguns cientistas compararam a eficácia do treino a partir de diversas configurações em simuladores avaliando qual é que produz a melhor transferência para uma configuração que mais fielmente representa o avião. Este paradigma é chamado de “quasi-transferência” porque de facto transfere, mas não para o avião real” (Burki-Cohen, Soja e Longridge, 1998, p. 6).

### **Quasi-transferência**

Este estudo enquadra-se nesta segunda área – de quasi-transferência – sobre a transferência de treino a partir de simuladores de voo.

Segundo Simon (1979) uma experiência de quasi-transferência é definida como a que o desempenho nunca é medido em condições de situação real. Em termos da formação de pilotos, isto significa que a experiência não inclui pós-treino no qual o desempenho é medido no avião.

Em alternativa é utilizada uma configuração de simulação alternativa com o sentido de representar as condições de voo real. Sendo assim, esta artificialidade torna óbvio que se interprete com cautela os resultados experimentais.

As experiências de quasi-transferência são úteis para descobrir o que se transfere e qual a sua natureza, quantidade e direcção (i.e., positiva ou negativa) a partir da análise das características de um simulador específico (Simon, 1979).

A utilização de simuladores de voo apresenta alguns problemas e considerações especialmente de natureza fisiológica que podem influenciar os resultados de um design de investigação tais como o enjoo a partir dos simuladores de voo.

### **Ambiente de Aprendizagem Sintético (SLE) e Simulação**

Um Ambiente de Aprendizagem Sintético (SLE) é um ambiente de aprendizagem caracterizado pelo recurso a uma tecnologia particular, um conteúdo particular, consideradas as características do utilizador e construído segundo princípios pedagógicos (Spector et al., 2008).

É uma experiência sintética através de um dispositivo ou processo e é desenvolvida para um aprendente e reproduzida através de uma simulação, um jogo ou outra tecnologia e difere de uma interacção típica no mundo real (Spector et al., 2008).

Os SLE são ferramentas que combinam os elementos-chave de teorias de aprendizagem e tecnologia para desenvolver um contexto em que é atingida uma aprendizagem “ideal” (Spector et al., 2008).

Os SLE proporcionam uma experiência sintética como base da aprendizagem, ou seja suportam a aprendizagem incrementando, substituindo, criando ou gerindo uma experiência do aprendente (Spector et al., 2008).

Algumas das tecnologias usadas para criar a experiência sintética incluem a simulação e o jogo, tipicamente baseados em computador (Spector et al., 2008).

Simulação é uma representação em acção da realidade. É utilizada para representar dispositivos e processos e poderá ser classificada como alta ou baixa em termos de fidelidade física ou funcional (Cannon Bowers e Bowers citado por Spector et al., 2008).

O termo simulação normalmente refere-se a um dispositivo de formação/treino caracterizado por uma representação em acção da realidade que pode ser em abstracto, simplificado ou acelerado modelo de processo (Galvão et al., 2000 citado por Spector et al., 2008). As simulações podem ser simples como representações de um processo considerado de baixa-fidelidade ou complexas como plataformas com movimento total extremamente realistas (Spector et al., 2008).

A formação baseada em simulador consiste num tipo de formação que depende da simulação para providenciar pistas essenciais com o propósito de despoletar comportamentos apropriados (Spector et al., 2008).

Foi demonstrado pela investigação que as simulações consideradas de baixa-fidelidade são eficazes no local de trabalho e no treino ocupacional. Por exemplo, alguns estudos suportam que as simulações de gestão podem funcionar como ambientes de treino eficazes para estudantes e profissionais (Gredler, 2004; Scherpereel, 2005 citado por Spector et al., 2008).

Acrescenta-se que, a formação de pilotos tem vindo a basear-se, com sucesso, em simuladores para treinar competências técnicas e não técnicas (Goeters, 2002; Jentsch e Bowers, 1998; Roessingh, 2005 citado por Spector et al., 2008).

Os simuladores são utilizados com sucesso, também na formação clínica (Abell e Galinsky, 2002; Lane et al., 2001; Pederson, 2000 citado por Spector et al., 2008); na formação militar (Pleban et al., 2002; Ricci et al., 1996 citado por Spector et al., 2008); na formação de bombeiros (Spagnolli et al., 2003 citado por Spector et al., 2008); na formação de entrevistadores (Link et al., 2006 citado por Spector et al., 2008); e na formação de motoristas idosos (Roenker et al., 2003 citado por Spector et al., 2008).

## Classificações de Simuladores de Voo

Existem várias classificações para distinguir os simuladores de voo. Algumas podem ser encontradas em documentos de entidades reguladoras ligadas à aeronáutica na Europa e nos Estados Unidos da América tais como a *Federal Aviation Administration* (FAA)<sup>12</sup> ou a *Joint Aviation Authorities* (JAA)<sup>13</sup>. Outras são encontradas em fontes teóricas provenientes, tipicamente da realidade virtual, sendo que, quaisquer que sejam as fontes todas utilizam determinados critérios relevantes para distingui-los, tal como o grau de Imersão, de Interação, de Realismo, de Fidelidade, entre outros.

Neste estudo optou-se por utilizar uma classificação proveniente de fontes teóricas da Realidade Virtual.

Contudo, a seguir, é descrita uma classificação que pode ser encontrada em documentos de entidades reguladoras ligadas à aeronáutica na Europa e nos Estados Unidos da América denominadas *Federal Aviation Administration* (FAA) e *Joint Aviation Authorities* (JAA).

Após a análise de fontes provenientes de autoridades aeronáuticas reguladoras e europeias os simuladores de voo são geralmente designados de STD's (*Synthetic Training Devices*) ou FSTD's (*Flight Simulation Training Devices*) e são classificados da seguinte maneira:

---

<sup>12</sup> The Federal Aviation Administration (FAA) is an agency of United States Department of Transportation with authority to regulate and oversee all aspects of civil aviation in the U.S. <http://www.faa.gov/>

<sup>13</sup> The Joint Aviation Authorities (JAA) is an associated body of the European Civil Aviation Conference (ECAC) representing the civil aviation regulatory authorities of a number of European States who have agreed to co-operate in developing and implementing common safety regulatory standards and procedures. Much emphasis is also placed on harmonizing the JAA regulations with those of the USA. <http://www.jaa.nl/>

1. Full Flight Simulator (FFS): “is a full size replica of a specific type or make, model and series aeroplane flight deck, including the assemblage of all equipment and computer programmes necessary to represent the aeroplane in ground and flight operations, a visual system providing an out of the flight deck view, and a force cueing motion system. It is in compliance with the minimum standards for FFS Qualification.” (JAR-FSTD-A 005, Terminology , p. 1-b-1)
2. Flight Training Devices (FTD): “Is a full size replica of a specific aeroplane type’s instruments, equipment, panels and controls in an open flight deck area or an enclosed aeroplane flight deck, including the assemblage of equipment and computer software programmes necessary to represent the aeroplane in ground and flight conditions to the extent of the systems installed in the device. It does not require a force cueing motion or visual system. It is in compliance with the minimum standards for a specific FTD Level of Qualification.” (JAR-FSTD-A 005, Terminology , p. 1-b-1);
3. Flight and Navigation Procedures Trainer (FNPT): “is a training device which represents the flight deck or cockpit environment including the assemblage of equipment and computer programmes necessary to represent an aeroplane or class of aeroplane in flight operations to the extent that the systems appear to function as in an aeroplane. It is in compliance with the minimum standards for a specific FNPT Level of Qualification.” (JAR-FSTD-A 005, Terminology , p. 1-b-1);
4. Basic Instrument Training Device (BITD): “is a ground based training device which represents the student pilot’s station of a class of aeroplanes. It may use screen based instrument panels and spring-loaded flight controls, providing a training platform for at least the procedural aspects of instrument flight.” (JAR-FSTD-A 005, Terminology , p. 1-b-1);
5. Other Training Device (OTD): “is a training aid other than FFS, FTD, FNPT or BITD which provides for training where a complete flight deck environment is not necessary.” (JAR-FSTD-A 005, Terminology, p. 1-b-1).

Após análise de fontes teóricas provenientes da literatura relacionada com a realidade virtual os simuladores de voo podem ser classificados segundo o seu grau de Imersão. Além

de ser uma característica distintiva da tecnologia apelidada de realidade virtual, a imersão, é frequentemente utilizada para classificar diferentes tipos de sistemas de realidade virtual (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001).

Segundo Carvalho e Gonçalves (2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001) os principais sistemas de realidade virtual podem ser classificados<sup>14</sup> do seguinte modo: (a) sistemas não-imersivos; (b) sistemas semi-imersivos e (c) sistemas de imersão total.

#### A-Sistemas não-imersivos

Segundo Casas (1999) designam-se por não-imersivos os sistemas que utilizam um monitor convencional para apresentar o ambiente virtual, apresentado num mundo tridimensional numa interface bidimensional ou “3D em 2D” (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001, p. 345).

#### B-Sistemas semi-imersivos

Os sistemas semi-imersivos de realidade virtual são de concepção relativamente recente e surgem dentro do contexto e no seguimento dos desenvolvimentos tecnológicos alcançados na área dos simuladores de voo (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001, p. 346).

#### C-Sistemas de imersão total

Neste tipo de sistema o utilizador explora o ambiente virtual através de um mecanismo acoplado à sua cabeça como o BOOM ou o capacete Head Mounted Display. (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001, p. 346).

---

<sup>14</sup> A classificação de Carvalho e Gonçalves encontra-se de um modo mais detalhado, no anexo J.

Teixeira e Pimentel (Ribeiro, 2007) fornecem uma outra classificação<sup>15</sup> teórica para distinguir sistemas de realidade virtual que é a seguinte:

A-Sistemas de desktop VR: caracterizam-se por proporcionarem ambientes virtuais não imersivos, já que substituem a utilização de capacetes de realidade virtual por monitores convencionais de grande dimensão ou outros tipos de projecção (Teixeira e Pimentel, 1995 citado em Ribeiro, 2007, p. 398).

B-Sistemas de simulação: são também designados por sistemas Through-the-Window VR e constituem o primeiro tipo de sistemas de realidade virtual e surgiram na década de cinquenta do século vinte sob a forma de simuladores de voo (Teixeira e Pimentel, 1995 citado em Ribeiro, 2007, p. 395).

C-Sistemas de projecção: são também designados por sistemas de realidade artificial e surgiram na década de setenta do século vinte. Caracterizam-se por colocar o utilizador fora do mundo virtual, apesar de permitirem a comunicação com personagens ou objectos do mundo virtual (Teixeira e Pimentel, 1995 citado em Ribeiro, 2007, pp.395-396).

D-Sistemas de realidade aumentada: nestes sistemas utilizam-se periféricos visuais transparentes, normalmente designados por HUD's (*Head-up-Displays*) que se ajustam à cabeça do utilizador, para sobrepor informação ao mundo real como, por exemplo, texto, imagens, esquemas e animações (Teixeira e Pimentel, 1995 citado em Ribeiro, 2007, p. 396).

E-Sistemas de telepresença: nestes sistemas o objectivo principal é ampliar as capacidades motoras e sensoriais de um ser humano, de modo a permitir a sua intervenção em ambientes remotos (Teixeira e Pimentel, 1995 citado em Ribeiro, 2007, pp.396-397).

---

<sup>15</sup> A classificação de Teixeira e Pimentel encontra-se de um modo mais detalhado, no anexo K.

F-Sistemas imersivos: estes sistemas recorrem à apresentação de imagens ao utilizador por intermédio de pequenos ecrãs existentes num capacete ou num qualquer dispositivo que acompanhe o movimento da cabeça do utilizador e auxiliado por uma luva de dados e um fato de realidade virtual (Teixeira e Pimentel, 1995 citado em Ribeiro, 2007, p. 397).

### **Realidade Virtual e Imersão**

Segundo Burdea, Grigore e Coiffet (2007) o conceito de Realidade Virtual pode ser definido como um conjunto de tecnologias avançadas para o desenvolvimento de interfaces multimédia que permitem a imersão, a navegação e a interacção de um utilizador com um ambiente tridimensional gerado por computador, utilizando vários sentidos em simultâneo (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001).

Segundo Carvalho e Gonçalves (2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001) embora existam várias definições de realidade virtual a primeira a ser conhecida é a definição de Jaron Lanier que considera que a realidade virtual é uma simulação imersiva e interactiva de ambientes reais e imaginários e define realidade virtual como os sistemas que possibilitam a imersão de alguém num mundo virtual com auxílio de um Head Mounted Display (dispositivo em forma de capacete) e um DataGlove.<sup>16</sup> Nesta definição, segundo Burdea, Grigore e Coiffet (2007) encontramos os termos chave da Realidade Virtual, conhecidos como os 3 i's da Realidade Virtual que são a Imersão, a Interactividade e a Imaginação (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001).

Pspotka (1995) sustenta que a Imersão é a grande novidade oferecida pela Realidade Virtual. Permite ao sujeito que se habituou a ver de fora os mais variados documentos como documentários ou mesmo a interagir em jogos multimédia, a possibilidade de estar inserido nesse ambiente, sentir-se rodeado por ele tal como nos sentimos num espaço real (Carvalho e

---

<sup>16</sup> Luva de interface directa.

Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001). Na imersão efectiva, o participante controla a atenção e centra-se no que se está a passar no ambiente virtual, excluindo a interferência do mundo exterior (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001).

O termo imersão refere-se à tecnologia empregada para tentar estimular um indivíduo a se sentir inserido num ambiente virtual. Uma condição ideal para a ocorrência da imersão é a noção de que um ambiente virtual ideal deve ser encarado como uma intersecção do ambiente visual, do ambiente auditivo e do ambiente hepático-cinestésico (Ellis, 1991 citado por Leite Júnior, 2000, p. 45).

Para que haja imersão, tal condição deve ser mantida em pelo menos uma modalidade sensorial, tipicamente a visual. Nesse caso específico o qual apenas há estímulo visual, tem-se o que é mais conhecido como mundo virtual: a representação tridimensional de um ambiente virtual (Leite Júnior, 2000, p. 45).

A imersão é conseguida através da própria percepção do indivíduo sobre o mundo virtual, e pode ser conseguida a diferentes níveis, dependendo do tipo de tecnologia empregada na geração de estímulos. Além do suporte à visualização da estrutura tridimensional do ambiente, mecanismos básicos de interacção devem estar disponíveis ao participante. Tais mecanismos devem privilegiar a navegação no ambiente virtual e opcionalmente a manipulação de objectos existentes no interior do mesmo (Leite Júnior, 2000, p. 45).

Segundo Çapin et al (1999 citado por Leite Júnior, 2000) para que o participante esteja imerso num ambiente virtual deve tornar-se praticamente parte do mesmo. Slater (1994 citado por Leite Júnior, 2000) sustenta que devem ser respeitadas duas premissas básicas para considerar que um participante esteja imerso num ambiente virtual. A primeira premissa consiste no ambiente virtual. O ambiente virtual disponibiliza, de maneira eficiente, os dados

sensoriais a todas as estruturas que o compõem, inclusive uma representação do corpo do próprio participante. A forma como esses estímulos sensoriais são percebidos pelo participante depende da posição e orientação definidas pelo seu corpo virtual dentro do ambiente. A segunda premissa diz respeito ao mapeamento entre os estímulos oriundos do mundo virtual e as sensações sentidas pelo corpo real do participante. As partes do corpo humano consideradas (geralmente a cabeça e um dos membros) devem ser estimuladas com dados sensoriais consistentes sobre a representação e comportamento do mesmo no interior do ambiente virtual. Os ambientes virtuais que respeitam as duas premissas básicas apresentadas em cima são considerados ambientes virtuais imersivos (Leite Júnior, 2000).

Slater et al (1994 citado por Leite Júnior, 2000) definem que um ambiente imersivo ideal é aquele que onde todos os órgãos sensoriais do participante são estimulados de maneira contínua, sendo esses estímulos suprimidos pelo sistema computacional. Alguns autores também consideram a existência de ambientes virtuais semi-imersivos e ambientes virtuais não imersivos (Leite Júnior, 2000).

Qualquer estrutura que respeite, pelo menos, parte das duas premissas básicas de um ambiente virtual imersivo é considerada um ambiente semi-imersivo (Leite Júnior, 2000, p. 46).

Aplicações que sejam capazes de apresentar um modelo tridimensional interativo, que pode ser observado através de monitores comuns e sem a ajuda de qualquer instrumento de estereoscopia, são consideradas aplicações de realidade virtual não imersiva. A interação em ambientes não imersivos é realizada através de periféricos comuns, como teclado, rato ou joystick (Leite Júnior, 2000, p. 46).

Contudo, ainda não existe um consenso acerca das definições de realidade virtual semi-imersiva e não imersiva, permanecendo ainda um certo grau de ambiguidade. O grau de

imersão do participante de um ambiente de realidade virtual é variável e pode ser implementado através da inclusão consistente de novos estímulos aos órgãos sensoriais do participante (Leite Júnior, 2000, p. 46).

## CAPÍTULO II - PROBLEMÁTICA E METODOLOGIA

### O Problema

O Problema deste estudo é formulado através da seguinte questão: será que existe transferência de competências cognitivas (representação espacial e de consciência situacional) do simulador não imersivo (PC) para o simulador semi-imersivo, que representa o avião?

Num quadro de quasi-transferência tentou-se resolver este problema através da constituição de um grupo experimental e de um grupo de controlo com o propósito de estudar a relação entre o Treino<sup>17</sup> em simulador não imersivo e o Desempenho em simulador semi-imersivo, em termos de competências cognitivas de Representação Espacial e de Consciência Situacional.

O Grupo Experimental participou numa simulação num simulador não imersivo e de seguida participou numa simulação num simulador semi-imersivo.

O Grupo de Controlo apenas participou numa simulação num simulador semi-imersivo.

---

<sup>17</sup> Neste estudo o conceito Treino é distinguido do conceito Experiência. A Experiência é entendida como o conjunto de competências em simulador não imersivo desenvolvidas pelos sujeitos em casa e medidas através do questionário de selecção de sujeitos enquanto o Treino é entendido como a aplicação de um estímulo ou input durante a investigação com o objectivo de afectar o comportamento. O Treino é a nossa variável independente e consiste na presença (GE) ou ausência (GC) do simulador não imersivo antes da prova no simulador semi-imersivo.

## **Os Objectivos de Investigação**

Esta investigação foi orientada a partir da definição de dois objectivos:

Objectivo número 1: analisar se existe transferência de competências cognitivas de Representação Espacial e Consciência Situacional entre um simulador de voo não imersivo instalado num computador pessoal e um simulador semi-imersivo semelhante ao cockpit de um avião.

Objectivo número 2: analisar qual a relação entre a Imersão e o Desempenho dos participantes em tarefas cognitivas de Representação Espacial e de Consciência Situacional .

## **As Hipóteses Testadas**

Hipótese Geral 1: Os participantes que são inicialmente atribuídos ao simulador não imersivo e efectuam uma prova de aproximação por instrumentos e posteriormente são atribuídos ao simulador semi-imersivo (Grupo Experimental) obtêm desempenhos superiores, em termos de competências cognitivas de Representação Espacial, quando comparados com os participantes atribuídos apenas aos simuladores semi-imersivos (Grupo de Controlo).

Hipótese Geral 2: Os participantes que são inicialmente atribuídos ao simulador não imersivo e efectuam uma prova de aproximação por instrumentos e posteriormente são atribuídos ao simulador semi-imersivo (Grupo Experimental) obtêm desempenhos superiores, em termos de competências cognitivas de Consciência Situacional, quando comparados com os participantes atribuídos apenas aos simuladores semi-imersivos (Grupo de Controlo).

Se as hipóteses gerais forem consideradas verdadeiras confirma-se uma relação estatística que sustenta a existência de uma transferência de competências cognitivas do simulador não imersivo para o simulador semi-imersivo que representa o avião, num quadro de Quasi-transferência.

Hipótese específica 1.a): Os participantes que são inicialmente atribuídos ao simulador não imersivo e posteriormente ao simulador semi-imersivo (Grupo Experimental) obtêm desempenhos superiores, em termos de competências cognitivas de Representação Espacial [*cluster* Navegação Horizontal], quando comparados com os participantes atribuídos apenas aos simuladores semi-imersivos (Grupo de Controle).

Hipótese específica 1.b): Os participantes que são inicialmente atribuídos ao simulador não imersivo e posteriormente ao simulador semi-imersivo (Grupo Experimental) obtêm desempenhos superiores, em termos de competências cognitivas de Representação Espacial [*cluster* Navegação Vertical], quando comparados com os participantes atribuídos apenas aos simuladores semi-imersivos (Grupo de Controle).

Hipótese específica 2.a): Os participantes que são inicialmente atribuídos ao simulador não imersivo e posteriormente ao simulador semi-imersivo (Grupo Experimental) obtêm desempenhos superiores, em termos de competências cognitivas de Consciência Situacional [*cluster* Nível 1-Percepção], quando comparados com os participantes atribuídos apenas aos simuladores semi-imersivos (Grupo de Controle).

Hipótese específica 2.b): Os participantes que são inicialmente atribuídos ao simulador não imersivo e posteriormente ao simulador semi-imersivo (Grupo Experimental) obtêm desempenhos superiores, em termos de competências cognitivas de Consciência Situacional [*cluster* Nível 2-Compreensão], quando comparados com os participantes atribuídos apenas aos simuladores semi-imersivos (Grupo de Controle).

Hipótese específica 2.c): Os participantes que são inicialmente atribuídos ao simulador não imersivo e posteriormente ao simulador semi-imersivo (Grupo Experimental) obtêm desempenhos superiores, em termos de competências cognitivas de Consciência Situacional

[*cluster* Nível 3-Projecção], quando comparados com os participantes atribuídos apenas aos simuladores semi-imersivos (Grupo de Controlo).

### **A Problemática**

A investigação em simuladores de voo teve origem por volta da Segunda Grande Guerra Mundial, no século XX, e desde então vários investigadores assinaram os benefícios da utilização dos simuladores de voo para a aprendizagem de competências técnicas e não técnicas, transferíveis para o cockpit do avião.

Os primeiros simuladores eram rústicos e baseados em pequenos compartimentos metalizados em que o operador se sentava tendo então que recorrer à imaginação e à descrição de pares para representar o ambiente simulado.

Hoje em dia, com o desenvolvimento da tecnologia, os simuladores de voo variam desde computadores portáteis com software de simulação de voo até simuladores de voo com imersão total e movimento representando com elevado grau de fidelidade a cabine do avião e as forças físicas associadas ao voo (*Synthetic Training Devices*).

A ideia para esta investigação germinou a partir de uma breve recolha informal de opiniões de pilotos de linha aérea e de entusiastas da aviação real e virtual acerca da relevância formativa em utilizar regularmente nos tempos livres programas de simulação de voo destinados a computadores pessoais (e.g. *X-Plane* ou *Microsoft Flight Simulator*) para transferir competências para o avião real.

Chegámos à conclusão que, entre os pilotos e entusiastas de avião, não existe consenso sobre os benefícios dos simuladores de voo baseados em computador pessoal para o avião, embora seja comumente aceite que os simuladores desta natureza já possuem: (1) uma interface gráfica com um certo grau de realismo, embora pobre; (2) um software que

reproduz tridimensionalmente (*rendering*) o ambiente simulado; e (3) uma reprodução aproximada das forças físicas que actuam sobre o avião.

É relativamente aceite que este tipo de plataforma reúne características perceptivas análogas a simuladores mais realistas, imersivos, com inclusão de movimento e semelhantes ao avião que pretendem simular, embora existam reservas significativas sobre a sua utilidade.

Por um lado, encontram-se sujeitos que afirmam que os simuladores de voo em computador pessoal - que neste estudo são designados por simuladores não imersivos – permitem desenvolver competências psicomotoras (*handling*) e competências cognitivas como a navegação (*navigation*) por instrumentos, com a condição que os simuladores reproduzam com um grau aceitável de fidelidade os instrumentos do avião, o contexto e as forças físicas que actuam sobre o aparelho, durante o voo.

Por outro lado, encontram-se sujeitos que afirmam que os simuladores de voo baseados em computador pessoal, apesar de reunirem características análogas ao avião, ao não incluírem o hardware que simula os controlos de voo e os sistemas do avião, ao não incluírem movimento, ao não possuírem um ambiente semi-imersivo ou com imersão total, e ao não incluírem um software que reproduza fielmente o contexto e as forças físicas que actuam sobre o aeroplano, não possuem utilidade para a transferência de competências para o avião.

Convém realçar que existem também sujeitos que afirmam que outros factores dificultam a ocorrência da transferência de competências do simulador baseado em computador pessoal para além do simulador tais como a existência/inexistência de um programa formativo, a mediação e o feedback de um instrutor ou ainda o factor emocional associado ao stresse no cockpit, fruto da simples constatação que se está de facto a voar - algo que não poderá ser treinado num simulador, com a mesma intensidade emocional.

A função de piloto como gestor reúne um conjunto de rotinas altamente técnicas e racionais contudo a gestão inclui não apenas “scripts” cognitivos e comportamentais mas também a gestão das suas próprias emoções, dos passageiros e da tripulação (Rafaeli e Worline, 2001).

Dado que as opiniões sobre a utilidade dos simuladores não imersivos não são resultado de um processo lógico e sistemático pareceu-nos importante conduzir uma investigação que pretendesse responder a esta problemática e acrescentar algum valor acrescido ao campo da realidade virtual e da formação na área da aviação.

Contudo, devido aos custos associados não nos foi possível efectuar uma investigação que permitisse analisar a relação entre o desempenho em simuladores de voo não imersivos e o desempenho num avião, em termos de competências cognitivas de representação espacial e navegação.

Sendo assim, esta investigação é considerada um estudo de Quasi-transferência, ou seja pretendeu analisar a transferência de competências cognitivas de um simulador baseado em computador pessoal para um simulador mais avançado que se aproxime da configuração - em termos de hardware e imersão - do avião real.

Esta investigação centrou-se nas competências cognitivas de representação espacial associadas às tarefas de navegação e às competências cognitivas associadas à consciência situacional que os sujeitos recorrem durante as tarefas de pilotagem e de gestão de sistemas de voo.

Apesar da formação prática de um piloto, quer ao nível comercial quer ao nível privado, requerer a execução de tarefas que desenvolvam destrezas ou habilidades motoras que se tornem uma segunda natureza, ou seja, que a sua execução não requeira do formando uma

constante e elevada intervenção cognitiva, se nos posicionarmos na óptica da resolução de tarefas complexas - de entre as diversas tarefas de um piloto - existem aquelas que apelam claramente a competências de carácter cognitivo elaborado tais como: a navegação da aeronave num espaço em três dimensões e a consciência situacional.

A formação de pilotos possibilita otimizar uma automatização de funções e uma internalização de procedimentos que permite gerir melhor o tempo, otimizando os recursos cognitivos disponíveis e possibilitando a resolução de problemas que requeiram maior e mais consciente intervenção cognitiva.

Se tivermos em conta que a Representação Espacial é definida como o modo como entendemos o posicionamento e as relações físicas entre os objectos e as características perceptivas distintivas desses objectos tais como a forma, a cor ou o peso (Smith et al., 1994) e considerando que é o processo que nos permite adquirir e utilizar o conhecimento espacial e que permite-nos navegar e distinguir os objectos num qualquer mundo a 3 dimensões torna-se indiscutível a importância da representação espacial para a navegação de um avião.

De acordo com Illman (1995) a falta de competências de navegação pode originar situações de perigo em que meteorologia adversa, a escuridão em aproximação ou a falta de combustível podem “forçar” o piloto a tentar uma aterragem em condições perigosas.

No passado, a navegação era considerada uma arte difícil contudo devido aos desenvolvimentos recentes em termos de instrumentos, de cartas aeronáuticas, de técnicas de pilotagem e ajudas de navegação é possível o piloto planear o voo com confiança e chegar ao seu destino em segurança (Illman, 1995).

De acordo com Endsley (1995b), oito por cento dos erros humanos ocorridos na aviação comercial devem-se a uma inadequada Consciência Situacional.

Setenta e seis por cento dos casos em que ocorreram erros de SA foram devidos a uma percepção incorrecta da informação necessária à formação da SA. Vinte por cento dos casos em que ocorreram erros de SA deveram-se a problemas de compreensão da informação percebida (Jones e Endsley, 1996).

Breton e Rousseau (2003) assinalam claramente a SA como factor humano determinante ao afirmarem que quando um piloto negligencia a verificação da posição dos hypersustentadores (*flaps*) do avião antes e durante a descolagem e conseqüentemente ocorre um acidente, o erro dificilmente poderá ser atribuído a deficiências de formação, à falta de prática ou à insuficiência de recursos cognitivos. Neste tipo de acidentes a SA é sugerida como factor determinante, pois, um erro desta natureza é frequente originar conseqüências fatais. Sendo assim, geralmente, não é considerada uma negligência grosseira por parte do piloto, mas sim uma inapropriada SA.

É possível melhorar a SA, o que pode conduzir à redução de erros deste tipo. A melhoria da SA permite desenvolver novas capacidades que conduzam a altos níveis de desempenho em termos de planeamento, tomada de decisão e acção.

Segundo Klein (Klein, citado por Breton e Rousseau, 2003) a SA é importante porque: encontra-se associada ao desempenho humano; as limitações de SA podem resultar em erros; poderá ser relacionada com a perícia humana; é a base para a tomada de decisão humana.

Para estudar as tarefas de Navegação que recorrem à competência cognitiva de Representação Espacial e as tarefas de Pilotagem e Gestão de Sistemas e Recursos Humanos que apelam à Consciência Situacional necessitámos de (1) uma referência ou modelo teórico adequado que permita distinguir, classificar e hierarquizar diferenciados níveis cognitivos e (2) identificar e decompor as tarefas na cabine de voo:

- (1) As tarefas do piloto aludem a diferentes graus de controlo cognitivo e de consciência. Existem várias taxonomias que podem servir como modelo teórico contudo a Taxonomia Skills Rules Knowledge de Rasmussen (1983), por ser utilizada recorrentemente em estudos, no âmbito da simulação de voo, quer no passado quer recentemente, parece ser uma ferramenta adequada para servir este propósito.

- (2) A identificação e decomposição das tarefas na cabine de voo implica que se conheça quais as suas funções, que características, qual o tipo de informação e tarefas prioritárias para, enfim, reconhecer qual o papel da cognição e quais as competências cognitivas e motoras a ela associadas. Vários autores identificaram as funções/tarefas do piloto de avião como sendo a Pilotagem, a Navegação, a Comunicação, a Gestão de Sistemas e Recursos Humanos e o Planeamento.

Em dois tipos de simulador, realizaram-se provas de navegação e provas para medir a consciência situacional. As provas de navegação são designadas por provas de aproximação por instrumentos com auxílio de rádio-ajudas em que, complementarmente utilizaram-se cartas de navegação e descrições verbais em forma de texto. As Rádio-ajudas são designadas VOR/DME<sup>18</sup>. As provas de consciência situacional consistem numa adaptação da Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT).

### **O Enquadramento Metodológico**

Nesta investigação foi utilizada uma metodologia de investigação quantitativa assente sobre o Paradigma Positivista. Qualquer processo de investigação tem por base objectivos estipulados num determinado paradigma (Tuckman, 2000).

---

<sup>18</sup> VOR-Very High Omni Directional Radio Beacon & DME-Distance Measuring Equipment. O sistema de navegação por satélite denominado GPS (*Global Positioning System*) não será considerado neste estudo.

No passado, as Ciências Naturais e as Ciências Sociais e Humanas tentavam afirmar-se sobre o signo do paradigma Quantitativo em que o número, a objectividade, a obtenção da verdade, a certeza e o rigor científico eram imperativos.

Nos tempos modernos, as Ciências Sociais e Humanas passaram a assentar numa perspectiva e métodos qualitativos provenientes da Antropologia ou da Etnografia originando uma ruptura metodológica entre Ciências Naturais e Ciências Sociais e Humanas (Amado e Boavida, 2004).

Contudo, a validação científica continuou a depender da comunidade científica circunscrita ao paradigma Quantitativo o que originou dificuldades de afirmação e constituição das Ciências Sociais e Humanas. Sendo assim, frequentemente a abordagem Quantitativa foi apresentada como “oposta” a uma abordagem Qualitativa contudo, hoje em dia, num período de ciência considerado pós-modernista em que emerge um novo paradigma que considera a complexidade como uma inevitabilidade, a oposição vai-se diluindo (Amado e Boavida, 2006). Está a emergir um novo paradigma que gera uma situação híbrida em que se utilizam métodos qualitativos e métodos quantitativos para uma melhor caracterização da complexidade do campo educativo (Amado e Boavida, 2006). As exigências e complexidade do fenómeno investigado não excluem a possibilidade de uma complementaridade paradigmática (Estrela, 1986, citado por Amado e Boavida, 2004) no sentido de evitar as “cegueiras” paradigmáticas (Edgar Morin, 2000, citado por Amado e Boavida, 2004) porém neste estudo foi seleccionado o paradigma cujos supostos melhor se adaptam ao fenómeno estudado (Guba, 1989, citado por Amado e Boavida, 2004).

O método Quantitativo é predeterminado, estruturado, formal e baseia-se num plano detalhado de trabalho. Os dados são quantitativos, assumindo a forma de números, procurando medir as dimensões do comportamento. Normalmente, estes mesmos dados

baseiam-se numa amostra ampla, precisa e estratificada. Existem grupos de controlo, fazendo-se uma selecção aleatória e um controlo das variáveis externas. A análise dos dados é feita de forma dedutiva ou estatística (Bogdan e Biklen, 1994).

Nesta abordagem, o objecto de investigação é isolado e o investigador assume uma posição exterior e até distante relativamente a esse mesmo objecto. Em termos de objectivos, este paradigma pretende testar teorias, encontrar factos, fazer uma descrição estatística, encontrando relações entre variáveis e fazendo previsões (Bogdan e Biklen, 1994).

Esta investigação foi considerada como sendo um estudo quasi-experimental com design que inclui um grupo experimental e um grupo de controlo e uma amostra de conveniência.

### **O Design de Investigação e o Tratamento Experimental**

#### **Variáveis**

##### **Variável independente.**

A variável independente é definida como o treino em simulador não imersivo. É uma variável discreta na medida em que assume uma presença ou uma ausência de tratamento através de duas categorias: participantes com treino prévio em simulador não imersivo versus participantes sem treino prévio em simulador não imersivo.

##### **Variável dependente.**

A variável dependente é definida como o desempenho de Navegação e Consciência Situacional em simulador semi-imersivo.

##### **Variável moderadora.**

A variável moderadora é definida como o desenvolvimento cognitivo.

## Design Experimental

Grupo Experimental:

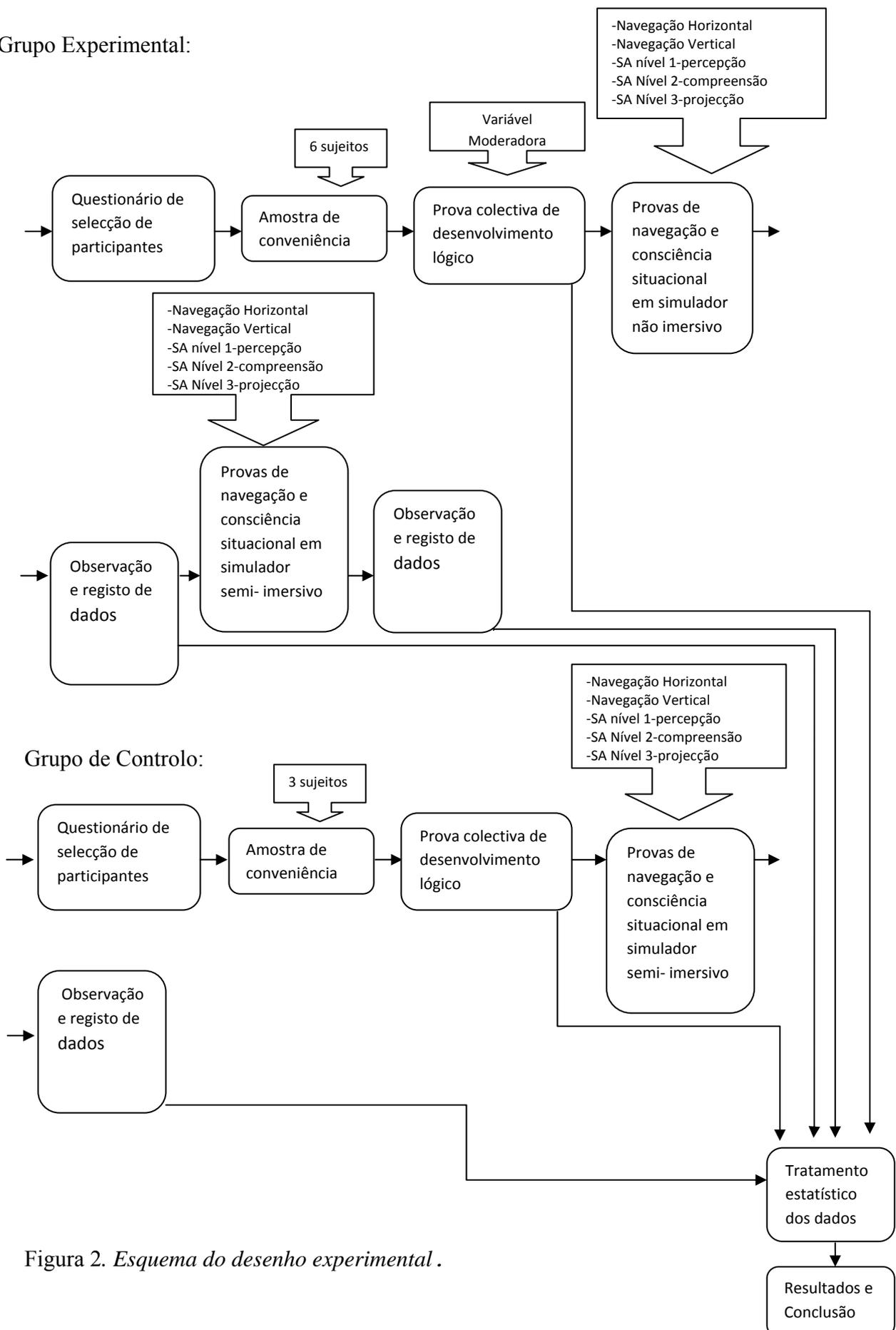


Figura 2. Esquema do desenho experimental .

## Os Participantes no Estudo

Sendo difícil determinar o N da população e por este facto o n da amostra, que seria necessário para constituir uma amostra aleatória significativa e representativa, decidimos optar por uma amostra de conveniência. Escolhemos nove sujeitos a partir de um grupo de 25 entusiastas da aviação e da simulação virtual, com experiência em simulador de voo e de entre estes alguns pensamos que venham a ser potenciais alunos de cursos de aviação.

O meio utilizado para recrutar voluntários consistiu na publicação de um anúncio numa mailing list de aviação e controlo de tráfego aéreo e num fórum português de aviação.

O instrumento utilizado para recolha, organização dos dados e selecção dos participantes consistiu num Questionário de Selecção de Participantes apresentado em forma de formulário online a partir de um site criado para o efeito.

A amostra foi constituída por um programador informático, um engenheiro civil, um empresário, um economista, dois estudantes do ensino secundário, um aluno do curso de piloto de linha aérea, um professor universitário e um músico.

Não foi definido um limite máximo de idade mas foi definido um limite mínimo fixado nos 16 anos de idade por razões de responsabilidade e de natureza cognitiva.

Apenas voluntariaram-se participantes do sexo masculino e a idade média é aproximadamente 30 anos de idade.

A idade mínima é 16 anos de idade e a máxima é 43.

As habilitações académicas da amostra são as seguintes: quatro participantes efectuaram o ensino básico, três participantes efectuaram o ensino secundário, dois participantes efectuaram uma licenciatura e um dos participantes efectuou um doutoramento.

A partir do questionário de selecção de sujeitos obtiveram-se os seguintes dados:

- Oito dos participantes afirmaram ter entrado no mundo da simulação aérea virtual a partir de auto-formação e um a partir de formação especializada em aviação virtual;
- Todos os participantes afirmaram possuir um simulador de voo para computador pessoal em casa na medida em que era um dos pré-requisitos para constar da amostra;
- Todos os participantes afirmaram possuir o programa Microsoft Flight Simulator;
- Seis dos participantes afirmaram utilizar o programa Microsoft Flight Simulator em grupo e três afirmaram utilizar individualmente;
- Seis dos participantes afirmaram utilizar o programa Microsoft Flight Simulator pelo menos uma vez por semana;
- Quanto a assemelhar-se ao ambiente real, seis dos participantes afirmaram que o Microsoft Flight Simulator assemelha-se à realidade em bastantes aspectos, dois consideraram ser muito real e um afirmou ser real em apenas alguns aspectos. Sendo assim os participantes demonstraram uma opinião positiva sobre o simulador em comparação com a realidade;
- Os nove participantes afirmaram possuir hardware especializado para simulação aérea virtual, tais como joysticks, rudder pedals, throttles e yoke (manche), mas quatro disseram ter apenas joystick;
- Os nove participantes afirmaram serem capazes de efectuar no simulador em casa mais de 75 por cento dos procedimentos incluídos no questionário de selecção. São procedimentos efectuados num avião bimotor.

- Sete dos participantes afirmaram pesquisar informação relacionada com aviação, pelo menos uma vez por semana;

- Cinco dos participantes afirmaram possuir algum tipo de experiência no campo da aviação real tal como: frequência de aulas teórico-práticas, curso de piloto privado de avião, curso de planador ou de ultra leve motorizado. Apesar de possuírem experiência em aviação real constam da amostra pois não exercem profissão como pilotos, não possuem experiência em avião bimotor como o utilizado nas sessões de simulação nem possuem habilitação para tal;

- Os nove participantes afirmaram possuir bons conhecimentos de leitura de cartas de voo e de conceitos associados.

Inscreveram-se para participar no estudo 25 sujeitos com experiência em simuladores de voo não imersivos.

Destes 25 voluntários apenas são utilizados os dados de nove participantes, devido aos seguintes motivos:

- Dois dos potenciais participantes não cumpriam os critérios definidos para constar da amostra por serem pilotos profissionais e estando a exercer como pilotos comerciais ou em linha aérea;

- Oito dos possíveis participantes não preenchiam os requisitos mínimos para constar da amostra devido a, pelo menos, uma das seguintes razões: possuíam menos de 16 anos de idade, falta de domínio da língua inglesa, falta de experiência em simulador não imersivo ou posse de conhecimento insuficiente em termos de leitura de cartas de voo;

- Dois dos potenciais participantes não puderam participar na sessão experimental devido a uma falha eléctrica na segunda sessão em simulador semi-imersivo ficando com indisponibilidade pessoal/profissional para participar em outro dia;
- Ocorreu mortalidade experimental na medida em que foram excluídos dois participantes devido à falta de experiência na utilização do simulador não imersivo Microsoft Flight Simulator. A falta de experiência foi detectada no início da primeira sessão experimental;
- Os dados de um dos participantes foram excluídos devido a um bloqueio do software de registo de dados durante a última simulação em simulador semi-imersivo sem que fosse detectado no momento;
- Um dos participantes inscreveu-se após o prazo de inscrição.

### **O Espaço**

As sessões decorreram nas instalações da empresa de simulação virtual sediada no Aeródromo Municipal de Cascais, em Tires. A empresa possui uma sala de aula com recurso a 10 simuladores não imersivos e o respectivo hardware e uma sala de treino com um simulador semi-imersivo, lugares de observação e estação de instrutor de voo.

### **Os Instrumentos de Recolha de Dados**

Foram construídos para este estudo vários instrumentos de recolha de dados. Para seleccionar-se uma amostra de conveniência (ou seja uma amostra que reunisse condições em termos de experiência em simuladores de voo não imersivos) foi desenhado, com a colaboração de um piloto comercial de aviões, um questionário de selecção de participantes.

Para nos assegurarmos que os resultados obtidos não fossem enviesados por algum tipo de deficit cognitivo foi aplicada uma prova colectiva de desenvolvimento lógico designada por Épreuve Collective de Developpement Logique que serviu como variável moderadora.

Para uma recolha mais eficiente (e eficaz) dos dados quantitativos da prova de navegação (Representação Espacial) foi utilizada a captação de imagens digitais através de software informático shareware designado Faststone Capture. A utilização deste programa na recolha dos dados permitiu, por um lado, um maior controlo do erro e desse modo garantir uma maior objectividade da informação recolhida na medida em que salvaguarda o contexto da investigação da presença humana, criando um ambiente mais estéril. Por outro lado, permitiu trabalhar mais depressa os dados digitais através da sua exportação para folhas de cálculo.

Para a recolha de dados de Consciência Situacional foi utilizado o próprio software informático SuperSAGAT que além de aplicar a prova também permite o registo automático dos dados, e a sua exportação para formato folha de cálculo. Esta prova será descrita posteriormente.

### **A Prova de Navegação**

O objectivo da prova é medir a representação espacial dos participantes envolvidos na simulação.

A prova de Navegação foi realizada num simulador de voo não imersivo e num simulador de voo semi-imersivo, ambos configurados para reproduzirem sinteticamente um avião bimotor Beechcraft Baron 58.

A escolha do avião Beechcraft Baron 58 foi efectuada a partir dos modelos disponíveis no simulador semi-imersivo e tendo em vista a adequabilidade da prova ao conhecimento dos participantes.

A prova de navegação foi construída com a colaboração e supervisão de dois Pilotos de Linha Aérea de diferentes companhias aéreas que acompanharam todo o processo de investigação. O grau de dificuldade da prova, o modelo de avião, a adequação das cartas de voo, o tipo de aproximação e os critérios e tolerâncias de pontuação das provas foram discutidos previamente com estes pilotos.

Para medir a Representação Espacial, os pilotos efectuaram uma aproximação a um aeroporto internacional com recurso a instrumentos de navegação designados por Rádio-Ajudas.

As Rádio-Ajudas são designadas por Very High Omni-Directional Radio (VOR) e Distant Measuring Equipment (DME) e são representadas fielmente por ambos os simuladores de voo.

A deslocação tridimensional no espaço é auxiliada pela utilização de instrumentos de navegação que fornecem ao piloto informação sobre: altitude, distâncias de/para referências no espaço baseadas em instalações rádio localizadas no terreno circundante, pontos cardiais, colaterais e subcolaterais (a soma dos anteriores constitui a rosa dos ventos, sobre azimutes e ainda sobre a velocidade de deslocação no espaço. Ou seja, o piloto tem ao seu dispor, no momento da simulação, um conjunto de instrumentos que fornecem informações no plano horizontal e no plano vertical. Como a informação não é apresentada de um modo integrado cabe ao piloto a competência de perceber, integrar e compreender a informação construindo uma representação mental adequada.

Para ajudar o sujeito a criar mentalmente o quadro geral da situação e da posição (localização) do avião antes de iniciar a simulação, foi previamente fornecida a possibilidade de estudar um conjunto de documentos importantes à navegação e à operação da aeronave. Foram-lhe fornecidas duas cartas de voo (mapas) e a lista de verificação do avião (*checklist*),

como é prática corrente na aviação real. Ou seja, além da folha de instruções da prova foram fornecidas cartas de voo com a representação gráfica do terreno e do procedimento adequado para se efectuar a pretendida aproximação ao aeroporto.

Como a referida prova foi efectuada, similarmente, num simulador não imersivo e num simulador semi-imersivo foram programadas ligeiras diferenças em termos de condições meteorológicas (visibilidade horizontal e vertical, tipo de nuvens e tecto, direcção e velocidade do vento, temperatura e ponto de orvalho, pressão atmosférica e pluviosidade) e de luminosidade (período do dia e estação do ano) no sentido de controlar o que os pilotos esperam encontrar quando passam de um simulador para outro, na medida em que já conhecem o procedimento a efectuar e o aeroporto.

Os participantes tiveram ao seu dispor antes de efectuarem as provas, um tempo máximo de 30 minutos, por razões logísticas.

Os participantes puderam recorrer à documentação, durante a operação em ambos os simuladores e intercalar entre a informação escrita e a informação representada sinteticamente pelo simulador, tal como se faz na realidade.

Durante as simulações não foram permitidas pausas, excepto para a aplicação da prova de Consciência Situacional. Este procedimento não afecta o desempenho em simulador como é referido mais à frente no texto sobre a SuperSAGAT através do conceito de Validade Empírica.

Os dados de representação espacial foram divididos em duas categorias: oito itens de navegação horizontal e 18 itens de navegação vertical. Os 26 itens foram classificados como correcto (1) ou incorrecto (0).

Os dados recolhidos pela prova de navegação e sujeitos a análise estatística foram registados numa grelha de observação que foi preenchida depois de decorrerem todas as simulações pois o software grava os dados de voo de cada simulação para posterior análise.

A grelha de observação contém a seguinte informação quantitativa: seriação de posições (localizações); distancias em milhas náuticas (nm); graus em forma de radiais (rdl); altitudes em pés (ft); e frequências de rádio-ajudas (Mhz).

Contém ainda a seguinte informação qualitativa: designação da posição na carta de voo (rádio-ajuda ou fixo); tipo de posição (fixo de aproximação inicial/final [IAF/FAF]); ponto de aproximação perdida (MAPT); e designação da rádio-ajuda para definir o trajecto horizontal e vertical que se espera que o piloto cumpra adequadamente. A grelha também contém células em branco para o registo dos valores correctos e incorrectos.

A prova de navegação designada por aproximação por instrumentos, a grelha de observação, as cartas de voo, as checklists do avião e as duas listas de instruções fornecidas durante as provas de navegação em ambos os simuladores, encontram-se nos anexos A, B, C, E, e F.

### **A Prova de Consciência Situacional**

Para medir o desempenho em termos de consciência situacional utilizou-se a técnica de investigação Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT).

Foi utilizada a versão SuperSAGAT que consiste numa aplicação informática apresentada aos sujeitos durante a situação experimental. Esta prova foi importada e comprada à SA Technologies, empresa americana especializada em estudos de SA que tem como presidente a Professora Mica Endsley, especialista em SA Esta prova foi traduzida para português,

adaptada ao contexto português e previamente testada com sujeitos de nacionalidade portuguesa.

A Situational Awareness Global Assessment Technique permite medir objectivamente a consciência situacional de um piloto através de breves paragens durante a acção em simulador de voo com o propósito de se administrar uma série de questões acerca do estado actual do voo (Endsley, 1988; Endsley, 1995b).

Após a administração de todas as questões ou após a passagem de um determinado período de tempo o questionamento termina e o voo simulado procede (Endsley e Strater, 2000).

Para que a equipa da SA Technologies construísse uma versão da SAGAT destinada especificamente para os pilotos comerciais de avião foi realizada uma análise de tarefas baseada em metas/objectivos designada Goal-directed Task Analysis (GDTA) a partir da ajuda de experientes pilotos de linha aérea/comerciais. A GDTA serve para determinar a informação necessária facilitadora à tomada de decisão e ao atingir de objectivos em situações de voo comercial (Endsley et al, 1998).

Através da identificação das principais metas/objectivos dos pilotos (durante a execução das suas tarefas) e dos objectivos específicos, foi delineada a estrutura de decisões dos pilotos e identificadas as suas necessidades informativas (Endsley e Strater, 2000). Esta análise permitiu incorporar um conjunto de questões no programa SuperSAGAT. Estas questões procuram obter informação dos três níveis de consciência situacional: percepção dos elementos do ambiente (Nível 1); compreensão da situação corrente (Nível 2); e projecção da situação no futuro (Nível 3).

É obtida uma medida multidimensional da consciência situacional do piloto durante a simulação a partir da apresentação de várias questões ao piloto de acordo com a fase do voo, através de várias paragens do simulador (Endsley e Strater, 2000).

A Situational Awareness Global Assessment Technique for Commercial Pilots (SuperSAGAT) consiste num software validado para medir objectivamente a Consciência Situacional (Endsley, Bolté e Jones, 2003). Esta versão foi desenvolvida especificamente para testar a consciência situacional de pilotos em voo comercial.

Segundo Endsley, Bolté e Jones (2003) a SuperSAGAT foi desenhada para recolher informação dos três níveis de SA - Percepção, Compreensão e Projecção – durante uma simulação de voo.

Durante as provas a simulação é parada e o cockpit é tapado. Nesse momento a SuperSagat é administrada num computador portátil. A prova começa com a apresentação sequencial e aleatória de uma série de questões cujo propósito é determinar a SA do piloto nesse momento.

Após a apresentação das 25 questões (27 na versão original) ou quando um período de tempo de resposta tiver passado a prova é concluída e a simulação procede ocorrendo, ou não, novas paragens.

As respostas dadas pelos pilotos são comparadas com as respostas correctas recolhidas através de um especialista ou instantaneamente a partir do software que efectua a simulação. A comparação entre a situação real e a percebida pelo piloto fornece uma medida objectiva de SA do piloto (Endsley, Bolté e Jones, 2003).

O método de amostragem aleatória assegura que uma medida objectiva seja obtida através das várias provas (simulações) e condições (comandante e primeiro-oficial, se for o caso) (Endsley, Bolté e Jones, 2003).

A SuperSAGAT além de possuir um elevado grau de Validade de Rosto (ou de Face) foi testada em vários estudos que demonstraram os seguintes resultados:

-Validade Empírica (Endsley, 1990b, 1995b, 2000) - Parar a simulação não tem impacto no desempenho dos sujeitos e estes são capazes de demonstrar que possuem conhecimentos de S.A, com fiabilidade, até seis minutos após a paragem sem que ocorram problemas significativos de degradação de memória. Sendo assim, a metodologia de aplicação da prova garante as condições adequadas à experimentação cujo propósito é controlar as variáveis de contexto que podem influenciar a simulação.

-Validade Preditiva (Endsley, 1990b) - Verificou-se uma relação positiva entre as pontuações obtidas nas provas e o desempenho dos sujeitos no simulador de voo.

-Validade de Conteúdo (Endsley et al, 1998) – Verificou-se existir uma adequação da linguagem e da natureza das questões utilizadas na prova. As questões da prova medem os construtos do domínio de saber a ser medido. Neste sentido, é garantida a adequação do conteúdo das provas de modo a que os sujeitos as entendam, evitando desta maneira, que se esteja a medir algo que não foi compreendido, de facto.

Inicialmente foi apresentado ao participante a página de instruções da prova e tiradas as dúvidas. De seguida, permitiu-se que o sujeito respondesse a quatro questões para se adaptar ao software e ao processo.

Durante a prova de navegação a simulação foi parada aleatoriamente e o cockpit foi ocultado para que o sujeito não tivesse acesso à informação relevante.

Foi apresentado ao sujeito, através de software informático, um grupo de 25 questões para se pudesse determinar o nível de conhecimento da situação que o piloto possuía no momento. Os dados de consciência situacional foram divididos em três categorias: 13 questões de percepção; 10 questões de compreensão e duas questões de projecção. As 25 questões foram classificadas como correcto (1) ou incorrecto (0).

Questão 1	Fase do voo - Nível 1: Percepção
Questão 2	Rumo - Nível 1: Percepção
Questão 3	Altitude - Nível 1: Percepção
Questão 4	Velocidade do ar - Nível 1: Percepção
Questão 5	Taxa de subida/descida - Nível 1: Percepção
Questão 6	Atitude - Nível 1: Percepção
Questão 7	Configuração do avião - Nível 1: Percepção
Questão 8	Combustível (não aplicável)
Questão 9	Ventos - Nível 1: Percepção
Questão 10	Combustível actual versus combustível previsto (não aplicável)
Questão 11	Altitude actual versus altitude prevista - Nível 2: Compreensão
Questão 12	Velocidade actual versus velocidade prevista - Nível 2: Compreensão
Questão 13	Rumo actual versus rumo previsto - Nível 2: Compreensão
Questão 14	Posição actual versus posição prevista - Nível 2: Compreensão
Questão 15	Conformidade com a autorização dada pelo órgão de CTA - Nível 2: Compreensão
Questão 16	Tráfego aéreo em conflito - Nível 2: Compreensão
Questão 17	Localização do tráfego aéreo em conflito - Nível 1: Percepção
Questão 18	Tipo de conflito - Nível 1: Percepção
Questão 19	Obstáculos e terreno - Nível 3: Projecção
Questão 20	Espaço aéreo de utilização especial - Nível 3: Projecção
Questão 21	Meteorologia adversa - Nível 1: Percepção
Questão 22	Impacto da meteorologia adversa - Nível 2: Compreensão
Questão 23	Degradação ou problema nos sistemas - Nível 2: Compreensão
Questão 24	Impacto da degradação ou problema dos sistemas - Nível 2: Compreensão
Questão 25	Configuração correcta dos sistemas - Nível 2: Compreensão
Questão 26	Calibração do altímetro - Nível 1: Percepção
Questão 27	Comunicação com o órgão de CTA - Nível 1: Percepção

#### Quadro 2. *Dimensões da prova de Consciência Situacional.*

As perguntas a serem apresentadas foram programadas e escolhidas antes da simulação. Foram mostradas previamente ao piloto, numa ordem aleatória, para que durante a simulação não fosse necessária a intromissão do experimentador através da leitura das perguntas e do

registo das respostas. Sendo assim, a prova foi auto-administrada e os dados foram registados instantaneamente numa base de dados no computador.

O processo de paragem aleatória ocorreu uma vez, com duração de aproximadamente três minutos, durante cada simulação.

Foram retiradas da prova duas questões pois não eram aplicáveis devido a limitações dos instrumentos do avião seleccionado. Sendo assim, apenas foram apresentadas 25 questões. Foram retiradas as questões oito e dez (combustível e combustível previsto versus combustível actual).

Após a simulação as respostas foram classificadas como correctas ou incorrectas e codificadas como 1 ou 0 a partir de uma comparação entre as respostas correctas com a grelha de respostas correctas (correcto/incorrecto) e a grelha de tolerâncias de resposta (quando as respostas são medidas quantitativamente e convertidas em correcto/incorrecto). Ou seja, a comparação da situação real com a situação percebida fornece uma medida objectiva de SA do piloto (Endsley, Bolté e Jones, 2003).

Existem algumas questões que não é possível recolher dados automaticamente a partir do simulador de voo. Nestes casos, utiliza-se uma grelha de Juízo de Especialistas que foi preenchida por um especialista (um piloto certificado) no momento em que se efectua a paragem do simulador para o sujeito efectuar a prova de Consciência Situacional.

A página de instruções da prova de consciência situacional, a grelha de variáveis de SA, a grelha de tolerâncias de pontuação e a grelha de juízos de especialistas com as respostas correctas encontram-se nos anexos D, G, H e I.

## **A Prova Colectiva de Desenvolvimento Lógico**

Para verificar a influência do desenvolvimento cognitivo utilizou-se a Prova Colectiva de Desenvolvimento Lógico intitulada *Épreuve Collective de Developpement Logique* (ECDL). A prova foi aplicada por um psicólogo e foi orientada, avaliada e supervisionada pela orientadora da tese Professora Doutora Guilhermina Miranda.

A ECDL é uma prova de papel e lápis, elaborada em França, por J. Hornemann (1975) e baseada na Escala de Desenvolvimento Lógico (E.P.L.) construída por F. Longeot, nos finais dos anos sessenta (Carvalho e César, 2002).

Trata-se de uma escala desenvolvimentista, que recorre a provas de inspiração piagetiana. A ECDL avalia o pensamento lógico e permite determinar o estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontra o sujeito.

A ECDL permite classificar os sujeitos em cinco estádios de desenvolvimento: Estádio Pré-Operatório Concreto (pensamento intuitivo), Estádio Operatório Concreto, Estádio Intermédio, Estádio de Pensamento Formal A e Estádio de Pensamento Formal B.

Segundo Carvalho e César (2002) a prova foi adaptada e aferida para a população portuguesa da grande Lisboa por César e Esgalhado (1986, 1987, 1988), tendo sido utilizada em diversos estudos portugueses (César e Esgalhado, 1991; César, Camacho e Marcelino, 1993). Um exemplar da prova encontra-se no anexo N. A versão usada na nossa investigação foi a traduzida e validada para grupos de adolescentes portugueses por Helena Marchand em 1994.

A ECDL compreende quatro sub-testes: cruzamentos, lâmpadas, desenhos e jogo de letras. Cada um deles faz apelo a um determinado tipo de esquema operatório: intersecção de

classes, lógica das proposições, coordenação de um duplo sistema de coordenadas e combinatória.

No primeiro sub-teste – cruzamentos - temos 16 itens que apelam para conteúdos figurais, semânticos ou simbólicos que permitem avaliar a operação de intersecção de classes, ou seja, a capacidade do sujeito classificar elementos segundo duas dicotomias possíveis. No segundo sub-teste – lâmpadas - existem seis itens que avaliam a capacidade do sujeito raciocinar com base em enunciados verbais, estando por isso dependente do pensamento combinatório.

No terceiro sub-teste – desenhos - encontramos oito itens onde o sujeito deve representar, através de um desenho, a conjugação do movimento rectilíneo de um lápis com o da rotação de um cilindro, devendo combinar dois movimentos que podem ser simultâneos ou não. Cada desenho refere-se a um sistema distinto de coordenadas (lápis e cilindro) que supõe a construção da noção operatória de espaço euclidiano, ao nível representativo.

No quarto sub-teste - jogo de letras - temos um total de quatro itens; no primeiro, o sujeito deve escrever todas as maneiras diferentes de colocar três letras, no segundo deve fazê-lo para quatro letras, no terceiro e quarto itens o sujeito tem que dizer quantas maneiras diferentes existem de colocar cinco e seis letras, mas sem as escrever.

Os sub-testes da E.C.D.L. permitem situar os desempenhos dos sujeitos segundo cinco estádios de desenvolvimento: inferior ao concreto, concreto, intermédio, formal A e formal B. Assim, o sujeito pode responder correctamente a um máximo de seis itens do estádio concreto, a um máximo de seis itens do intermédio, a um máximo de quatro itens do formal A e a um máximo de quatro itens do formal B. O sujeito que resolva correctamente os seis itens referentes ao estádio concreto, completa este estádio e o mesmo acontece com os estádios seguintes, atendendo ao número de itens por estádio. Relativamente à ECDL Hornemann (1975) prevê, ainda, a possibilidade das respostas dos sujeitos serem tratadas de

uma forma mais sintética, por exemplo, devido à necessidade de uma difusão de resultados. Para isso, é obtida uma pontuação global conseguida através de um somatório entre os resultados dos vários sub-testes. O resultado global não pode exceder o valor 20 (três itens do sub-teste dos cruzamentos, mais seis do sub-teste das lâmpadas, mais oito do sub-teste dos desenhos e mais três do sub-teste do jogo das letras). Assim, em função do valor obtido e que resulta do somatório dos diferentes sub-testes, é identificado o estágio onde se situam os desempenhos dos sujeitos (Carvalho, 2001, p. 208).

### **O Questionário de Selecção da Amostra**

Para recolher uma amostra representativa do universo foi construído um questionário de selecção dos sujeitos e enviado em forma de formulário através de correio electrónico designado por questionário online de selecção de sujeitos. O questionário encontra-se no anexo L.

Segundo Tuckman (1994) os investigadores usam os questionários e as entrevistas para transformar em dados a informação directamente comunicada por uma pessoa. A utilização destes processos tornam possível medir o que uma pessoa sabe (informação e conhecimento), o que gosta e não gosta (valores e preferências) e o que pensa (atitudes e crenças).

Tuckman (1994) afirma que os questionários podem também ser utilizados para revelar as experiências realizadas por cada um (biografia) e o que, em determinado momento, está a decorrer. Esta informação poderá ser transformada em dados quantitativos, utilizando técnicas de escalas de atitudes e escalas de avaliação ou contando o número de sujeitos o número de sujeitos que deram determinada resposta, dando assim origem a dados de frequência.

O questionário de selecção tem como objectivos: (a) recolher dados biográficos da amostra, para análise estatística; (b) recolher dados sobre o conhecimento e experiência dos sujeitos na área da aviação virtual e da aviação real, para selecção de sujeitos.

O questionário procura recolher informação: (1) biográfica: idade, sexo, profissão (questão opcional), habilitações académicas e domínio da língua inglesa; (2) representativa de conhecimento/experiência: formação na área da simulação virtual/real, posse de simulador em PC, tipo de simulador, contexto de simulação, frequência de utilização do simulador, crenças sobre a fiabilidade do simulador, utilização de *hardware* especializado, proficiência em procedimentos correntes da aviação virtual e real, pesquisa de informação sobre simulação virtual ou aviação real, experiência na aviação real e tipo de experiência na aviação real. Após o ensaio da prova, foi incluída uma questão para saber se os sujeitos conseguem interpretar cartas de voo.

### **A Recolha da Amostra**

O procedimento de recolha da amostra foi o seguinte: uma amostra aleatória foi recolhida na internet através de fóruns e mailing lists de aviação para garantir a aleatoriedade da amostra. De seguida, o questionário de selecção foi enviado aos sujeitos por correio electrónico e respondido da mesma forma. Através desta metodologia é possível escolher os sujeitos que cumpram alguns critérios para constar da amostra.

### **Crítérios de Selecção da Amostra**

Foram seleccionados sujeitos que demonstrassem possuir conhecimento e experiência em simulador de voo virtual. O ideal seria avaliar em simulador a experiência de cada sujeito num período anterior à prova (pré-teste) porém os participantes não foram expostos aos simuladores para evitar que treinassem os procedimentos em casa e também devido aos

custos inerentes, tais como pagamentos de deslocações. Só foram seleccionados sujeitos que utilizassem regularmente o simulador de voo e compreendessem inglês básico na medida em que o inglês é a língua oficial na aviação. Não foram seleccionados sujeitos com menos de 16 anos de idade devido a questões de deslocação e responsabilidade parental. Nenhum dos sujeitos escolhidos exerce a profissão de piloto profissional para evitar a existência de resultados extremos (*outliers*) devido à experiência. Como ambos os simuladores iriam simular o mesmo avião todos os sujeitos possuíam experiência em simulador de voo virtual em avião bi-motor BeechCraft Baron 58. A prova de Navegação consistiu numa aproximação por instrumentos a um aeroporto internacional sendo assim todos os participantes possuíam experiência de navegação por instrumentos, experiência em aproximações por instrumentos Rádio-ajuda VOR/DME e experiência em interpretação de cartas de voo: *Instrument Approach e Standart Terminal Arrival Route*. Apenas foram seleccionados sujeitos que utilizassem, pelo menos, um dispositivo de hardware de simulação de voo.

Verifica-se se os critérios são cumpridos a partir da inserção de alguns itens de exclusão/inclusão em questões do questionário de selecção. O questionário completo e com os itens de exclusão/inclusão encontra-se no anexo L.

### **Os Instrumentos de Análise de Dados**

Os testes estatísticos permitem que o investigador compare os grupos de dados, de modo a verificar a probabilidade das diferenças entre eles serem baseadas no acaso (Tuckman, 2000, p. 409).

Existe um grupo de testes estatísticos, designados paramétricos que se baseia nas medidas intervalares da variável dependente (Tuckman, 2000, p. 374).

Para Winer (1971, citado por Tuckman, 2000) a variável dependente é um parâmetro ou característica quantitativa de uma população. A utilização destes testes exige que sejam satisfeitos os seguintes pressupostos: uma distribuição normal; a variância homogênea; e intervalos contínuos e iguais. (Tuckman, 2000).

Os testes não paramétricos requerem menos pressupostos para as distribuições que os paramétricos. Não exigem uma distribuição normal, nem variâncias iguais nos grupos. São também úteis para as amostras grandes, em que os pressupostos paramétricos não se verifiquem, e para amostras muito pequenas (Tuckman, 2000, p. 374).

Foi realizada uma análise estatística descritiva e inferencial com o software PASW Statistics V.18 (SPSS). Realizaram-se testes de homogeneidade da variância Levene e testes de adesão à normalidade Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk e testes não paramétricos Mann-Whitney a um nível de significância  $\alpha = 0,05$ . Devido à amostra reduzida  $n=9$  foram utilizados testes não paramétricos embora os resultados dos testes de homogeneidade da variância e dos testes de aproximação à normal permitissem, em alguns casos, a utilização de testes paramétricos.

### **O Processo**

Ocorreram duas sessões experimentais. A primeira contou com oito participantes. Contudo dois sujeitos tiveram que ser retirados do estudo pois foi detectado a tempo que não cumpriam os requisitos mínimos para constar da amostra. Assim sendo só participaram seis pessoas. Na segunda sessão participaram quatro pessoas.

A primeira sessão teve a duração de sete horas úteis e duas horas de almoço. Teve início às dez da manhã e fim às 18 horas. A segunda sessão durou cerca de três horas e começou às

16 horas e 30 minutos e terminou às 19 horas e 30 minutos. Ambas as sessões decorreram durante os meses de Julho e de Agosto.

No grupo experimental os participantes participaram numa sessão de treino em simulador não imersivo e depois efectuaram as provas em simulador semi-imersivo. Os participantes foram atribuídos aleatoriamente aos computadores com os simuladores não imersivos assim como ao simulador semi-imersivo.

No grupo de controlo os participantes apenas realizaram a sessão em simulador semi-imersivo. Os participantes foram atribuídos aleatoriamente ao simulador semi-imersivo.

### **Os Colaboradores**

Em ambas as sessões participaram: um psicólogo que aplicou a prova colectiva de desenvolvimento lógico, um técnico de informática que operou o simulador de voo semi-imersivo, o coordenador da investigação e um piloto de avião que realizou um briefing sobre leitura de cartas de voo, sobre checklists e instrumentos do avião. Este piloto também aplicou as provas de navegação em simulador não imersivo e semi-imersivo.

A primeira tarefa consistiu na prova de navegação. Foram recolhidos dados de navegação quantitativos através da captação de imagens digitais (recolhidas através de software de captura de imagem) e registados em grelha de observação.

A segunda prova (Consciência Situacional) consistiu na aplicação de 25 questões relacionadas com a consciência da situação. Ocorreu no decurso da primeira prova e incluiu, para cada sujeito, uma única interrupção aleatória com duração média de três minutos.

O momento de cada paragem aleatória foi sorteado previamente antes das sessões e escrito em papéis de modo a reduzir a intervenção humana e de modo a reduzir a influência do piloto que aplicou a prova. Contudo, foi tido o cuidado de permitir que as paragens ocorressem

numa fase do voo análoga a todos os sujeitos de modo a que os dados recolhidos fossem comparáveis.

A recolha de dados foi efectuada a partir do software SuperSAGAT que consiste numa aplicação informática que suporta a técnica de avaliação de consciência situacional denominada por Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT).

Após ambas as sessões todos os participantes afirmaram não ter conhecimento prévio sobre a aproximação ao aeroporto internacional de Hong Kong (utilizada na investigação) contudo um dos participantes já conhecia o aeroporto através da simulação aérea virtual.

### **CAPÍTULO III – RESULTADOS**

Inicialmente foi realizada uma análise de estatística descritiva com o objectivo de caracterizar a amostra relativamente aos dados biográficos.

A seguir, procedeu-se à análise de estatística descritiva da prova colectiva de desenvolvimento lógico (ECDL).

O passo seguinte consistiu na análise da estatística descritiva das provas de Navegação e SA.

Posteriormente, realizaram-se os testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk e testes de homogeneidade da variância de Levene para verificar se eram reunidas as condições para realização de testes paramétricos às provas de Navegação, SA e ECDL. Como em algumas provas os resultados não foram favoráveis à aplicação de testes paramétricos, optou-se por realizar testes não paramétricos U de Mann Whitney ao nível de significância  $\alpha= 0,05$ .

#### **Resultados da Estatística Descritiva**

Todos os participantes são do sexo masculino e apenas 1/3 são estudantes. Todos os participantes completaram o ensino básico e 66,6% possuem habilitações literárias entre o 7º ano e o 12º ano de escolaridade. 22% Possui licenciatura e apenas um participante possui estudos pós-graduados. O grupo de controlo é apenas composto por metade dos sujeitos do grupo experimental (ver quadro 3).

Variáveis	Categorias	Frequência	Percentagem (%)
<b>Sexo</b>	Masculino	9	100%
	Feminino	0	0%
<b>Profissão</b>	Engenheiro	1	11,1%
	Programador Informático	1	11,1%
	Músico	1	11,1%
	Economista	1	11,1%
	Professor Universitário	1	11,1%
	Empresário	1	11,1%
	Estudante	3	33,3%
<b>Escolaridade</b>	1º Ciclo (escola primária)	0	0%
	2º Ciclo (5º e 6º ano de escolaridade)	0	0%
	3º Ciclo (7º, 8º e 9º anos de escolaridade)	3	33,3%
	Ensino Secundário (10º, 11º e 12º anos de escolaridade)	3	33,3%
	Licenciatura	2	22,2%
	Mestrado	0	0%
	Doutoramento	1	11,1%
	<b>Grupo</b>	Experimental	6
	Controlo	3	33,3%

Quadro 3. *Dados sócio-demográficos da amostra.*

Neste estudo o desenvolvimento cognitivo dos participantes foi definido como variável moderadora. Sendo assim, para controlar esta variável foi utilizada a prova colectiva de desenvolvimento lógico (ECDL), cujos resultados são descritos de seguida:

Aproximadamente metade dos participantes obteve resultados na ECDL ao nível do pensamento formal B enquanto 1/3 dos participantes obteve resultados ao nível do pensamento das condutas intermédias. Apenas uma pessoa obteve resultados ao nível do pensamento operatório concreto. Foram encontradas pontuações médias semelhantes em termos de desenvolvimento cognitivo em ambos os grupos experimental e de controlo. Os

resultados rondam os 15 pontos numa escala de 20 pontos embora o desvio padrão seja mais significativo no grupo experimental devido à presença de um outlier representado por um participante com pontuação três na ECDL (ver quadros 4 e 5).

Variáveis	Categorias	Frequência	Percentagem (%)
<b>Desenvolvimento Cognitivo</b>	Pensamento Pré-Operatório Concreto	0	0%
	Pensamento Operatório Concreto	1	11,1%
	Pensamento das Condutas Intermédias	3	33,3%
	Pensamento Formal A	0	0%
	Pensamento Formal B	5	55,5%
	<b>Pontuação ECDL</b>	3 pontos	1
	9 pontos	1	11,1%
	12 pontos	1	11,1%
	13 pontos	1	11,1%
	18 pontos	1	11,1%
	19 pontos	2	22,2%
	20 pontos	2	22,2%

Quadro 4. *Resultados das provas colectivas de desenvolvimento lógico.*

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
Suj.1	20
Suj.2	9
Suj.3	19
Suj.4	19
Suj.5	12
Suj.6	3
Suj.7	18
Suj.8	13
Suj.9	20
<b>Média</b>	14,77
<b>Mediana</b>	18
<b>Moda</b>	19
<b>Desvio Padrão</b>	5,95
<b>Variância</b>	35,44
<b>Valor Mínimo</b>	3
<b>Valor Máximo</b>	20
<b>Média Grupo Experimental</b>	14,66
<b>Mediana Grupo Experimental</b>	18,5
<b>Desvio Padrão Grupo Experimental</b>	7
<b>Variância Grupo Experimental</b>	49
<b>Valor Mínimo Grupo Experimental</b>	3
<b>Valor Máximo Grupo Experimental</b>	20
<b>Média Grupo Controlo</b>	15
<b>Mediana Grupo Controlo</b>	13
<b>Desvio Padrão Grupo controlo</b>	4,35
<b>Variância Grupo Controlo</b>	13
<b>Valor Mínimo Grupo Controlo</b>	12
<b>Valor Máximo Grupo Controlo</b>	20

Quadro 5. *Resultados quantitativos obtidos pelos nove sujeitos (total e por grupo) na ECDL.*

Os resultados da estatística descritiva das provas de navegação e de SA são descritos de seguida:

Em termos de navegação horizontal, na prova aplicada no simulador não imersivo, a média do grupo experimental (4,16) é inferior à média de ambos os grupos experimental (5) e de controlo no simulador semi-imersivo (5,33) sendo que a média do grupo de controlo foi superior (5,33).

No que se refere à navegação vertical, na prova aplicada no simulador não imersivo, a média do grupo experimental (8,16) é superior à média em ambos os grupos experimental (6,83) e de controlo (7) no simulador semi-imersivo sendo que o grupo experimental obteve resultados ligeiramente inferiores ao grupo de controlo.

Em termos da categoria percepção de SA, na prova aplicada no simulador não imersivo, a média do grupo experimental (8,16) é inferior à média do grupo experimental (9) no simulador semi-imersivo e superior à média do grupo de controlo (7,66) no simulador semi-imersivo. A diferença entre o grupo experimental e o grupo de controlo é 1,34 valores.

Em termos da categoria compreensão de SA, na prova aplicada no simulador não imersivo, a média do grupo experimental (7,50) é superior a ambas as médias dos grupos experimental (6,66) e de controlo (6,66) no simulador semi-imersivo sendo que os resultados encontrados nesta categoria são rigorosamente os mesmos tanto no grupo experimental como no grupo de controlo (6,66).

Por fim, em termos da categoria projecção de SA, na prova aplicada no simulador não imersivo, a média do grupo experimental (1,33) é ligeiramente inferior a ambas as médias dos grupos experimental (1,50) e de controlo (1,50) no simulador semi-imersivo. Os resultados encontrados nesta categoria são rigorosamente os mesmos tanto no grupo experimental como no grupo de controlo.

Resumindo, em termos de análise de estatística descritiva os únicos resultados que se destacam são as diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controlo na categoria percepção no simulador semi-imersivo (1,34) e a subida da média (0,84) quando o grupo experimental transita do simulador não imersivo para o simulador semi-imersivo; na categoria compreensão ocorre uma redução da média (0,84) quando o grupo experimental transita do simulador não imersivo para o simulador semi-imersivo; na categoria navegação

vertical ocorre uma redução da média (1,33) quando o grupo experimental transita do simulador não imersivo para o simulador semi-imersivo; e na categoria navegação horizontal ocorre uma subida da média (1,17) quando o grupo experimental transita do simulador não imersivo para o simulador semi-imersivo (ver quadro 6).

### **Resultados da Estatística Inferencial**

Foram aplicadas provas não paramétricas para testar se as diferenças das médias entre o grupo experimental e o grupo de controlo são de facto significativas, que descreveremos posteriormente.

<b>Indicador</b>	<b>Grupo</b>	<b>Valor</b>
<b>Grupo Experimental - Simulador Não Imersivo</b>		
<b>Perfil Horizontal Navegação</b>		
<b>Média</b>	Experimental	4,16
<b>Mediana</b>	Experimental	4,00
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	1,16
<b>Perfil Vertical Navegação</b>		
<b>Média</b>	Experimental	8,16
<b>Mediana</b>	Experimental	7,50
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	1,94
<b>Nível 1- Percepção de SA</b>		
<b>Média</b>	Experimental	8,16
<b>Mediana</b>	Experimental	8,00
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	1,72
<b>Nível 2- Compreensão de SA</b>		
<b>Média</b>	Experimental	7,50
<b>Mediana</b>	Experimental	7,50
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	1,37

<b>Indicador</b>	<b>Grupo</b>	<b>Valor</b>
<b>Nível 3- Projecção de SA</b>		
<b>Média</b>	Experimental	1,33
<b>Mediana</b>	Experimental	1,50
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	0,81
<b>Grupo Experimental - Simulador Semi-Imersivo</b>		
<b>Perfil Horizontal Navegação</b>		
<b>Média</b>	Experimental	5,00
<b>Mediana</b>	Experimental	5,00
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	0,89
<b>Perfil Vertical Navegação</b>		
<b>Média</b>	Experimental	6,83
<b>Mediana</b>	Experimental	7,00
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	1,72
<b>Nível 1- Percepção de SA</b>		
<b>Média</b>	Experimental	9,00
<b>Mediana</b>	Experimental	9,00
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	1,78
<b>Nível 2- Compreensão de SA</b>		
<b>Média</b>	Experimental	6,66
<b>Mediana</b>	Experimental	7,00
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	1,03
<b>Nível 3- Projecção de SA</b>		
<b>Média</b>	Experimental	1,50
<b>Mediana</b>	Experimental	2,00
<b>Desvio Padrão</b>	Experimental	0,83
<b>Grupo de Controlo - Simulador Semi-Imersivo</b>		
<b>Perfil Horizontal Navegação</b>		
<b>Média</b>	Controlo	5,33
<b>Mediana</b>	Controlo	6,00

<b>Indicador</b>	<b>Grupo</b>	<b>Valor</b>
<b>Desvio Padrão</b>	Controlo	2,08
<b>Perfil Vertical Navegação</b>		
<b>Média</b>	Controlo	7,00
<b>Mediana</b>	Controlo	3,00
<b>Desvio Padrão</b>	Controlo	6,92
<b>Nível 1- Percepção de SA</b>		
<b>Média</b>	Controlo	7,66
<b>Mediana</b>	Controlo	7,00
<b>Desvio Padrão</b>	Controlo	4,04
<b>Nível 2- Compreensão de SA</b>		
<b>Média</b>	Controlo	6,66
<b>Mediana</b>	Controlo	6,00
<b>Desvio Padrão</b>	Controlo	1,15
<b>Nível 3- Projecção de SA</b>		
<b>Média</b>	Controlo	1,50
<b>Mediana</b>	Controlo	2,00
<b>Desvio Padrão</b>	Controlo	0,83

Quadro 6. *Resultados obtidos pelos sujeitos do Grupo Experimental e do Grupo de Controlo nas provas de Navegação e Consciência Situacional.*

Realizaram-se testes de aproximação à normalidade Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk cujos resultados são os seguintes:

Nos testes efectuados foram encontrados 6 resultados em que não estão reunidas condições para aplicação de testes paramétricos (ver quadro 7).

Teste	Grupo	Valor	Significância
<b>Prova Colectiva de Desenvolvimento Lógico</b>			
Kolmogorov-Smirnov	Experimental	0,35	<u>0,021</u>
	Controlo	0,343	n/d
Shapiro-Wilk	Experimental	0,779	<u>0,038</u>
	Controlo	0,842	0,220
<b>Perfil Horizontal Navegação – Simulador Semi-Imersivo</b>			
Kolmogorov-Smirnov	Experimental	0,202	0,200
	Controlo	0,292	n/d
Shapiro-Wilk	Experimental	0,853	0,167
	Controlo	0,923	0,463
<b>Perfil Vertical Navegação – Simulador Semi-Imersivo</b>			
Kolmogorov-Smirnov	Experimental	0,205	0,200
	Controlo	0,385	n/d
Shapiro-Wilk	Experimental	0,961	0,830
	Controlo	0,750	<u>0,000</u>
<b>Nível 1 – Percepção de SA – Simulador Semi-Imersivo</b>			
Kolmogorov-Smirnov	Experimental	0,202	0,200
	Controlo	0,232	n/d
Shapiro-Wilk	Experimental	0,853	0,167
	Controlo	0,980	0,726
<b>Nível 2 – Compreensão de SA – Simulador Semi-Imersivo</b>			
Kolmogorov-Smirnov	Experimental	0,293	0,117
	Controlo	0,385	n/d
Shapiro-Wilk	Experimental	0,915	0,473
	Controlo	0,750	<u>0,000</u>
<b>Nível 3 – Projecção de SA – Simulador Semi-Imersivo</b>			
Kolmogorov-Smirnov	Experimental	0,392	<u>0,004</u>
	Controlo	n/d*	n/d
Shapiro-Wilk	Experimental	0,701	<u>0,006</u>
	Controlo	n/d*	n/d

\* Os valores das distribuições de ambos os grupos são idênticos.

N/D = Not Displayed

#### Quadro 7. Valores dos Testes de aproximação à Normalidade.

Realizaram-se testes de homogeneidade da variância de Levene cujos resultados são descritos de seguida:

Dos seis testes de homogeneidade de variância quatro produziram valores superiores ao valor crítico ou nível de significância  $\alpha= 0,05$  sendo assim a maioria das variâncias não diferem significativamente entre o grupo experimental e o grupo de controlo e estão reunidas as condições para a aplicação de testes paramétricos. Contudo, embora apenas se tenha encontrado dois valores ( $\alpha= 0,007$ ;  $\alpha= 0,029$ ) com significância inferior a  $\alpha= 0,05$ , considerou-se mais adequado aplicar testes não paramétricos devido à dimensão reduzida da amostra ( $n=9$ ) (ver quadro 8).

Teste	Valor	Significância
Prova Colectiva de Desenvolvimento Lógico Levene	1,683	0,236
Perfil Horizontal Navegação – Simulador Semi-Imersivo Levene	4,036	0,084
Perfil Vertical Navegação – Simulador Semi-Imersivo Levene	14,308	<u>0,007</u>
Nível 1 – Percepção de SA – Simulador Semi-Imersivo Levene	2,613	0,150
Nível 2 – Compreensão de SA – Simulador Semi-Imersivo Levene	0,086	0,777
Nível 3 – Projecção de SA – Simulador Semi-Imersivo Levene	7,467	<u>0,029</u>

Quadro 8. *Valores dos Testes de Homogeneidade da Variância.*

Efectuaram-se testes não paramétricos Mann-Whitney a um nível de significância  $\alpha= 0,05$  (ver resultados no quadro 9). Devido à amostra reduzida ( $n=9$ ) foram utilizados testes não paramétricos embora os resultados dos testes de homogeneidade da variância e dos testes de

adesão à normalidade permitissem, em alguns casos, a utilização de testes paramétricos. Os resultados são descritos de seguida:

Em termos estatísticos não foram encontradas diferenças significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo relativamente ao desenvolvimento cognitivo, sendo assim, qualquer diferença nos resultados encontrada não pode ser explicada pelas diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controlo a nível do raciocínio lógico.

Não foram encontradas diferenças significativas em ambas as categorias de navegação (horizontal ou vertical) nem nas categorias de consciência situacional (percepção; compreensão; projecção) sendo assim qualquer diferença encontrada não é explicada pelas diferenças entre o grupo experimental e o grupo de controlo.

Para provar a existência de transferência de competências cognitivas de navegação vertical e compreensão de consciência situacional é necessário obter diferenças significativas no simulador semi-imersivo, na medida em que este pretende representar o avião.

<b>Teste</b>	<b>Valor U</b>	<b>Significância*</b>
<b>Prova Colectiva de Desenvolvimento Lógico</b>	9,50	0,896
<b>Perfil Horizontal Navegação – Simulador Semi-Imersivo</b>	11,00	0,596
<b>Perfil Vertical Navegação – Simulador Semi-Imersivo</b>	6,00	0,435
<b>Nível 1 – Percepção de SA – Simulador Semi-Imersivo</b>	7,00	0,596
<b>Nível 2 – Compreensão de SA – Simulador Semi-Imersivo</b>	8,50	0,893
<b>Nível 3 – Projecção de SA – Simulador Semi-Imersivo</b>	12,00	0,289

\* Ao nível de significância  $\alpha = 0,05$

Quadro 9. Valores dos testes de Independência não paramétricos U de Mann Whitney.

## CAPÍTULO IV – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

### Discussão dos Resultados

Segundo Micheli (1972) a transferência é considerada positiva quando a situação treinada conduz a um subseqüente incremento do desempenho. É considerada negativa quando conduz a um subseqüente decréscimo do desempenho e é considerada transferência nula quando não conduz a qualquer alteração no subseqüente desempenho.

Não foram encontrados valores estatísticos que sustentem as hipóteses do estudo relativamente à transferência de competências cognitivas de representação espacial e consciência situacional.

Contudo, verifica-se que nas categorias navegação vertical e compreensão o desempenho no primeiro simulador a ser emparelhado é superior ao desempenho no segundo simulador, e tal não acontece nas categorias de navegação horizontal, percepção e projecção. Este facto sugere a possibilidade de existência de uma transferência negativa nas categorias em que ocorreu um decréscimo do desempenho (ver quadro 10).

<b>Simulador</b>	<b>Categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>Média</b>
<b>Simulador Não Imersivo</b>	Perfil Vertical Nav.	Experimental	<u>8,16</u>
<b>Simulador Semi-Imersivo</b>	Perfil Vertical Nav.	Experimental Controlo	<u>6,83</u> 7,00
<b>Simulador Não Imersivo</b>	Nível 2 – Compreensão	Experimental	<u>7,50</u>
<b>Simulador Semi-Imersivo</b>	Nível 2 – Compreensão	Experimental Controlo	<u>6,66</u> 6,66

Quadro 10. *Decréscimo do desempenho após a transição de simulador.*

Além de não terem sido encontradas evidências estatísticas que confirme as hipóteses deste estudo os resultados médios nestas categorias tendem para que exista um decréscimo do desempenho em termos das categorias navegação vertical e compreensão quando os sujeitos do grupo experimental transitam do simulador não imersivo para o simulador semi-imersivo indicando a possibilidade da existência de uma transferência negativa.

Deste modo, emparelhar um simulador antes do outro pode conduzir a um decréscimo do desempenho em termos cognitivos, por motivos desconhecidos tais como, por hipótese, os efeitos de um contexto artificial específico de intervenção experimental; os efeitos devidos a uma primeira testagem; as expectativas face aos investigadores ou o stresse induzido.

Rafaeli e Worline (2001) salientam que a emoção nas organizações tem um papel fundamental no processo de tomada de decisão que é considerado lógico e racional e as tentativas de ignorar o papel das emoções no local de trabalho são claramente reconhecidas e incorrectas sendo que a alternativa poderá ser a gestão, de algum modo, do “animal” apelidado de emoção.

## **Conclusões**

A presente investigação em tecnologias educativas reuniu conhecimentos de várias áreas como a Realidade Virtual; Ciência Cognitiva; Factores Humanos; Aviação; Simulação; Educação e Transferência de Aprendizagens; Representação Espacial; e Consciência Situacional. Não parece ser comum a interligação de conceitos da aviação, realidade virtual e da ciência cognitiva na literatura de investigação educativa, em Portugal.

Deste modo, foram assumidos alguns riscos e despesas inerentes a este empreendimento que só poderiam ser suportados a partir do desafio que é estudar o que se gosta e de aprender através da experimentação.

O termo Consciência Situacional é globalmente um construto emergente não se verificando a existência de uma literatura científica extensiva sobre o termo. Contactou-se especialistas em SA, especialistas em Aviação e Pilotos e especialistas em Psicologia e Educação.

Como não foram encontrados valores estatísticos que reforcem as hipóteses do estudo os resultados mais significativos deste estudo apontam para que: (i) não ocorra transferência de competências cognitivas de representação espacial do simulador de voo não imersivo para o simulador semi-imersivo (representante do avião) quando são emparelhados sequencialmente num período aproximado de tempo; (ii) não ocorra transferência de competências cognitivas de consciência situacional do simulador de voo não imersivo para o simulador semi-imersivo (representante do avião) quando são emparelhados sequencialmente num período aproximado de tempo.

Como foi referido, os simuladores de voo são eficazes para treinar competências técnicas e não técnicas (Goeters, 2002; Jentsch e Bowers, 1998; Roessingh, 2005, citados por Spector et al., 2008) mas não devem servir o propósito de substituir o avião. Do mesmo modo, neste estudo não se pretendeu afirmar que os simuladores de voo não imersivos possuem o potencial para reduzir as horas de voo reais nem mesmo as horas de voo em formação em simuladores mais avançados que possuem um grau superior de fidelidade, imersão, realismo, interactividade ou que incluem movimento.

Contudo, pretendeu-se comprovar empiricamente que os simuladores de voo não imersivos, baseados em computador pessoal, são extremamente úteis e válidos para incrementar a formação de pilotos de avião e desenvolver competências de consciência situacional e de representação espacial, quer em ambientes educativos formais quer informais e que provavelmente devem existir elementos comuns transferíveis entre o simulador não

imersivo e o avião que promovam a transferência de competências cognitivas de representação espacial e consciência situacional.

Em vez de se sobrevalorizar o grau de Fidelidade do simulador, embora seja de facto importante, a Autenticidade da simulação deverá ser o conceito determinante. O que de facto é importante para a transferência das competências cognitivas é a similaridade em termos cognitivos da experiência simulada e não o objecto simulado *per si*. Para a formação, o que de facto é importante, para além do que é transferido e de que modo é transferido, é o que é transferível para a situação real, dadas as condicionantes práticas e tecnológicas. Neste sentido, para Caro (1979) existem outros factores determinantes da transferência, para além da similaridade do simulador, tais como as limitações humanas e do currículo e para Thorndike o mais importante é a similaridade da simulação e não o simulador.

Embora possa ser utilizado em tempos livres e formação virtual em escolas de voo virtuais ou em aprendizagem a partir de companhias aéreas virtuais, para que o simulador não imersivo seja utilizado de uma forma pedagógica e de modo a permitir centrar-se na experiência simulada e otimizar a transferência deverá ser desenhado um currículo que não se centre só no uso da tecnologia mas sim na tecnologia educativa. Ou seja deve centrar-se na qualidade da experiência simulada em vez da qualidade do simulador.

Embora os resultados demonstrem não existir uma transferência de competências cognitivas de representação espacial e de navegação entre um simulador de voo não imersivo (PC) e um simulador de voo semi-imersivo parece ser útil considerar o potencial dos simuladores não imersivos como o Microsoft Flight Simulator para o desenvolvimento de competências escolares, especialmente em aulas de laboratório de Física ou Matemática.

## **Limitações e Linhas a Seguir**

Os resultados deste estudo devem ser interpretados sob o espectro das limitações da dimensão da amostra (n=9) e devido à não equivalência, em termos numéricos, entre o grupo experimental e o grupo de controlo.

Quando se compara o tratamento experimental com o não-tratamento podem resultar algumas diferenças não baseadas nas características específicas da intervenção mas pelo facto de se estar a desenvolver uma intervenção conduzindo os resultados obtidos a divergir do que é esperado pelo investigador, devido a efeitos reactivos e inválidos. Efeitos como as expectativas face os investigadores/colaboradores ou o stress induzido são negligenciados através da ausência de um segundo grupo de controlo com o objectivo de controlar o efeito de Hawthorne.

Embora não se tenha utilizado um pré-teste e se tenha, de certo modo controlado o efeito de testagem, o facto de se ter emparelhado sequencialmente o simulador não imersivo com o simulador semi-imersivo, levou a que os resultados ficassem particularmente vulneráveis ao enviesamento do efeito de testagem e observou-se uma tendência para o decréscimo do desempenho após transição, revelando a possibilidade de uma transferência - de competências cognitivas - negativa. Era esperado que a precedência do simulador não imersivo ao simulador semi-imersivo despoletasse uma activação de competências cognitivas desenvolvidas pelos participantes durante a utilização doméstica regular e ocorresse transferência positiva.

Só através de um pré-teste se pode demonstrar a equivalência de um grupo inicial na ausência de uma selecção aleatória.

Porém, neste estudo foi utilizado um questionário de selecção de participantes para medir o grau de experiência dos sujeitos em vez de um pré-teste como base para a comparação inicial e garantia de equivalência.

É indispensável verificar as alterações diferenciais ao longo do tempo, através da constituição de um design longitudinal, para determinar os efeitos nos resultados da simples passagem do tempo com o propósito de controlar as distorções provocadas pela passagem do tempo.

## REFERÊNCIAS

- Barnett, J., Bowen, S., & Oakley, B. (2006). *Effects of motion on skill acquisition in future simulators*. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Billings, C.E. (1997). *Aviation automation: the search for a human-centered approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Blunt, R. (2007). *Does game-based learning work? Results from three recent studies*. Advanced Distributed Learning. USA: Walden University.
- Boavida, J., & Amado, J. (2004). *Ciências da Educação: Epistemologia, identidade e percursos*. Manuscrito não publicado, Universidade de Coimbra – Universidade de Lisboa, Coimbra.
- Boavida, J., & Amado, J. (2006). *Ciências da Educação: Epistemologia, identidade e perspectivas*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (Edit.) (2000). *How people learn. Brain, mind, experience, and school*. Washington: National Academy Press.
- Breton, R., & Rousseau, R. (2003). *Situation awareness: a review of the concept and its measurement*. Technical Report. Canada: Defense Research and Development Canada-Valcatier.
- Burdea, C., Grigore, B., & Coiffet, P. (2007). *Virtual reality technology* (2<sup>a</sup> ed.). Wiley Interscience Editors.
- Burki-Cohen, J., Soja, N., & Longridge, T. (1998). Simulator fidelity requirements: the case of platform motion. 9<sup>th</sup> ITEC International Training & Education conference, Lausanne, Switzerland, ISBN 0.9523721-7-7.
- Canon-Bowers, J. (2006). The state of gaming and simulation. *Paper presented at the Training 2006 Conference and Expo*, Orlando, FL.

- Caro, P. (1973). *Research on synthetic training: device evaluation and training program development*. Alexandria, VA: Human Resources Research Organization.
- Caro, P. (1974). *Aircraft simulators and pilot training*. Alexandria, VA: Human Resources Research Organization.
- Caro, P. (1979). The relationship between flight simulator motion and training requirements. *Human Factors*, 21 (4), 493-501.
- Carvalho, C. (2001). *Interação entre pares: Contributos para a promoção do desenvolvimento lógico e do desempenho estatístico no 7º ano de escolaridade*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Carvalho, C., & César, M. (2002). Interações sociais, desenvolvimento cognitivo e matemática. In M. Fernandes, J. A. Gonçalves, M. Bolina, T. Salvado & T. Vitorino (Edit.), *O particular e o global no virar do milénio: Cruzar saberes em educação. Actas do 5º Congresso da SPCE* (pp. 407-416). Porto: Colibri/SPCE.
- Endsley, M. R. (1988). Situation awareness global assessment technique (SAGAT). *Proceedings of the National Aerospace and Electronics Conference (NAECON)*, 789-795. New York: IEEE.
- Endsley, M. R. (1990b). Predictive utility of an objective measure of situation awareness. *Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting* (pp. 41-45). Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- Endsley, M. R. (1995a). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors* 37(1), 32-64.
- Endsley, M.R. (1995b). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 65–84.
- Endsley, M. R. (2000). Situation awareness. *Proceedings of the human performance, situation awareness and automation: user centered design for the new millennium conference*. USA: SA Technologies, Inc.

- Endsley, M. R., Bolté, B., & Jones, D. (2003). *Designing for situation awareness: an approach to User-Centered design*. Georgia: Taylor and Francis.
- Endsley, M.R., Farley, T.C., Jones, W. M., Midkiff, A.H., & Hansman, R.J. (1998). *Situation awareness information requirements for commercial airline pilots (ICAT-98-1)*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology International Center for Air Transportation.
- Endsley, M. R., & Strater, L. (2000). SAGAT: A situation awareness measurement tool for commercial airline pilots. *Proceedings of the human performance, situation awareness and automation: user centered design for the new millennium conference*. USA: SA Technologies, Inc.
- Estrela, A., & Ferreira, J. (Org.) (2001). *Tecnologias em educação: estudos e investigações*. AFIRSE. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- FAA – AC 120-40 (A, B, C), 120-45 & AC 120-63-Adviser Circulars- Synthetic Training Devices classification. USA: Federal Aviation Administration.
- <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/VR-gear.htm>
- <http://www.baseops.net/flightsimulators/>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/IMAX>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/LCD\\_shutter\\_glasses](http://en.wikipedia.org/wiki/LCD_shutter_glasses)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Taxonomy>
- Iliff, K. W., & Taylor, L.W. (1969). *Fixed-base simulator pilot rating surveys for predicting lateral-directional handling qualities and pilot rating variability*. Report Number: NASA-TN-D-5358. Edwards, CA: NASA Dryden Flight Research Center.
- Illman, Paul. (1995). *The pilot's handbook of aeronautical knowledge* (3<sup>rd</sup> ed.). NY: McGraw-Hill.
- JAR FCL (1,2) & JAR OPS- Flight Training. JAA.
- JAR STD1A/1H- Synthetic Training Devices classification. JAA.

- Jones, D.G., & Endsley, M.R. (1996). Sources of situation awareness errors in aviation. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 67(6), 507-512.
- Koonce, J.M. (1974). *Effects of ground based aircraft simulator motion conditions on predictions of pilot proficiency* (Technical Report ARL-74-5/AFOSR-74-3 [AD783256/257]). Savoy, IL: University of Illinois Research Laboratory.
- Leite Júnior, A. (2000). *Ataxia: uma arquitetura para a viabilização de NVE's voltados para a Educação à Distância através da Internet*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Lourenço, O. (1997). *Psicologia de desenvolvimento cognitivo. Teoria, dados e implicações*. Coimbra: livraria Almedina.
- Manual of criteria for the qualification of flight simulators. Doc 9625-AN/938\*1995. ICAO.
- Micheli, G. (1972). *Analysis of the Transfer of Training, Substitution, and Fidelity of Simulation of Training Equipment*. Final Report. ORL, FL: Naval Training Equipment Center, NTEC.
- Miranda, G. (1998). *Concepção de um ambiente de aprendizagem LOGO em meio escolar: efeitos na cognição e nos conhecimentos geométricos de crianças de 9-10 anos*. Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Lisboa.
- Pestana, M.H., & Gageiro, J. N. (2005). *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do S.P.S.S.* (4ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Psotka J, (1995). Immersive training systems: virtual reality and education and training. *Instructional Science* 23, 405-431.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules and knowledge: signals, signs and symbols, and the other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man, Cybernetics*, SMC-13, 257-267.
- Ribeiro, N. (2007). *Multimédia. Tecnologias interactivas* (2ª ed.). Lisboa: FCA Editora.

- Simon, C. (1979). *Applications of advanced experimental methodologies to AWAVS Training Research*. Final Report. May 1977. July 1978. CAL: Canyon research Group.
- Smith, M., Collins, A., Levy, P., & Morris, P. (1994). *Cognition in action*. (2<sup>a</sup> ed.). Lancaster: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Spector, J., Merrill, M., Merrienboer, J., & Driscoll, M. (2008). *Handbook of research on educational communications and technology*. (4<sup>a</sup> ed.). USA: Routledge Publishers.
- Tsang, P., & Vidulich, M. (2002). *Principles and practices of aviation psychology*. CA: CRC Press.
- Tuckman, B. (2000). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Tuckman, B. (1994). *Conducting educational research*. (4<sup>a</sup> ed.) NY: Harcourt Brace College Publishers.
- Ververs, P. (1997). *Understanding a pilot's task*. Aviation Research Laboratory. USA: University of Illinois.

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**

**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**ANEXOS**

**Realidade Virtual: Quasi-transferência de competências cognitivas  
(Representação Espacial e Consciência Situacional) a partir de  
simuladores de voo.**

**Archer Lucas Roda**

**CICLO DE ESTUDOS CONDUCENTE AO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO**

**Especialidade em Tecnologias Educativas**

**Orientação: Professora Doutora Guilhermina Miranda**

**2011**

**Anexo A**  
**Prova de Aproximação por Instrumentos**

## Prova de Aproximação por Instrumentos

### Instruções

Você encontra-se aos comandos de um avião bimotor *Beechcraft Baron 58* e a finalizar uma STAR designada por BAKER 2A e a preparar-se para efectuar uma Aproximação por Instrumentos (IAP) ao Aeroporto Internacional de Hong Kong (código ICAO- VHHH).

É esperado que efectue **uma Aproximação por Instrumentos** à pista de serviço **25R** com recurso a rádio-ajudas de navegação VOR/DME. Poderá recorrer ao piloto automático mas não ao GPS.

A sua posição inicial é de 9 milhas náuticas (NM) a SE do DVOR TUNG LUNG (TD) cuja frequência é **116.10** MHz e corresponde ao fixo que assinala o início da aproximação por instrumentos (IAF-Initial Approach Fix) e a NW do fixo **MANGO** que corresponde ao último fixo da STAR BAKER 2A. Ou seja encontra-se entre o fixo TD e o fixo MANGO.

A sua altitude corresponde a **8000** pés (8000`) acima do nível médio do mar (MSL) e a sua velocidade é **160** milhas náuticas por hora (KNOTS) de velocidade indicada (IAS).

O seu Rumo magnético (HDG) é **343°** (graus) e voa em direcção ao DVOR TUNG LUNG (TD) que corresponde ao **IAF**.

Após intercepção do IAF TUNG LUNG deve efectuar uma aproximação por instrumentos e as comunicações e reportes necessários ao controlo de tráfego aéreo disponível (ATC).

Deverá efectuar uma aproximação final a 120 nós de velocidade indicada (IAS), *flaps* na posição de aproximação (Posição 1) e trem de aterragem em baixo.

É fornecido, em anexo:

- uma carta de aproximação por instrumentos VOR/DME Rwy 25R na qual são dados todos os Rumos e Altitudes a cumprir e também inclui o respectivo procedimento de aproximação falhada (*Missed Approach*);
- uma STAR designada por *BAKER 2A/2B*;
- as listas de verificação (*checklists*) do avião.

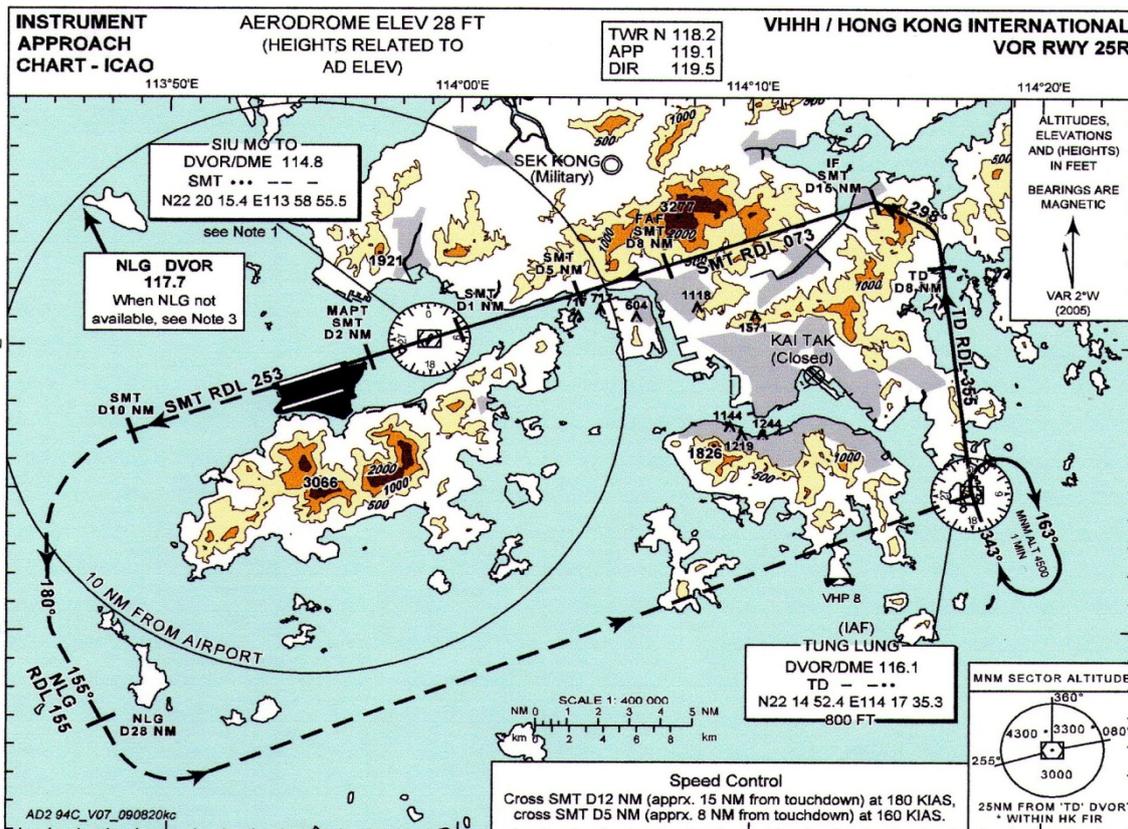




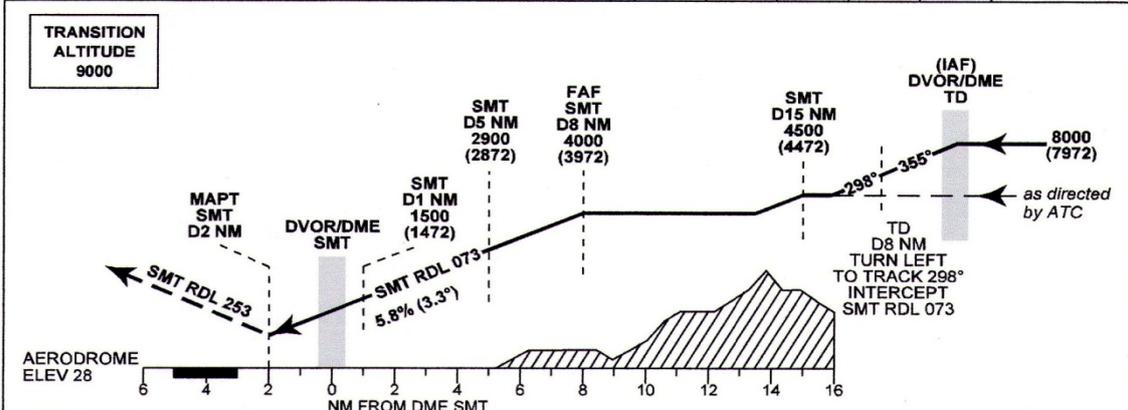
Número de Posição	Designação da Posição	Tipo de Posição	Rádio-Ajuda de referência	Designação da Rádio-Ajuda	Frequência da Rádio-Ajuda	Distância do avião à Rádio-Ajuda	Altitude Observada	Diferença de altitude (erro): Tolerância: 200'	Coord.
17	SMT-800° (772°)		VOR SMT	SIU MO TO	114.80	01 NM From			N22*19.92 E113*57.86
18	SMT-450° (422°)	MAPT	VOR SMT	SIU MO TO	114.80	02 NM From			N22*19.57 E113*56.81

**Anexo B**  
**Cartas de Voo-IAP & STAR**

## Carta de Voo-IAP



Recommended Profile	DME SMT	SMT RDL 073								SMT	SMT RDL 253
		8	7	6	5	4	3	2	1		
Average Gradient 5.8% Descent Rate 350 ft./NM	ALT (HGT)	4000 (3972)	3630 (3602)	3260 (3232)	2900 (2872)	2550 (2522)	2200 (2172)	1850 (1822)	1500 (1472)	1150 (1122)	800 (772)



NOTE 1 DME is required.

GS KT	160	140	120	100	80
FAF-MAPT 10 NM	3:45 sec	4:17 sec	5:00 sec	6:00 sec	7:30 sec
FT Per MINUTE	940	830	710	590	470

AIRCRAFT CATEGORIES	OCA (OCH) *	VISUAL CIRCLING
A, B, C, D	450 ft (420 ft)	NOT AVAILABLE

\* This procedure requires a missed approach climb gradient of 2.5% (152 ft./NM).

**MISSED APPROACH**  
 The Missed Approach Point is at SMT DVOR RDL 253/DME 2 NM. Climb to 3,000 ft on SMT DVOR RDL 253. At SMT DVOR RDL 253/DME 10 NM turn left to track 180°M to establish on NLG DVOR RDL 155 outbound, then climb to 5,000 ft. At NLG DME 28 NM turn left direct to TD and join the holding pattern or as directed by ATC.

NOTE 2 A speed restriction of 230 KIAS or less is required until established on NLG RDL 155.

NOTE 3 When NLG DVOR is not available, at Missed Approach Point (SMT DVOR 253/DME 2 NM) climb to 3,000 ft on SMT DVOR RDL 253. At SMT DVOR RDL 253/DME 10 NM turn left to track 180°M and climb to 5,000 ft. Expect radar vectors to TD DVOR.



**Beechcraft Baron 58 Checklists (Listas de verificação)**

---

## DESCENT / BEFORE APPROACH

- |                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1. <u>Seats/Belts/Harnesses</u>  | Check Fastened & Secure |
| 2. <u>Fuel Selectors</u>         | MAIN                    |
| 3. <u>Fuel Quantity Selector</u> | MAIN                    |
| 4. <u>Fuel Quantities</u>        | Check                   |
| 5. <u>Throttles</u>              | 15" Minimum             |
| 6. <u>Mixtures</u>               | Adjust During Descent   |
| 7. <u>Flight Instruments</u>     | Set & Check             |
| 8. <u>Radios &amp; Nav aids</u>  | Set & Check             |
| 9. <u>Engine Instruments</u>     | Check                   |
| 10. <u>Brakes</u>                | Check                   |
| 11. <u>Landing Lights</u>        | ON                      |

## BEFORE LANDING

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. <u>Fuel Selectors</u> | MAIN                         |
| 2. <u>Landing Gear</u>   | DOWN (< 143 KIAS)            |
| 3. <u>Mixtures</u>       | RICH Below 3000' Density Alt |
| 4. <u>Props</u>          | Full HIGH RPM (Forward)      |

## LANDING

### NORMAL LANDING

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. <u>Flaps</u>                | As Desired (<122 KIAS)                     |
| 2. <u>Final Approach Speed</u> | 98 KIAS (Flaps UP)<br>90 KIAS (Flaps DOWN) |
| 3. <u>Throttles</u>            | As Required                                |
| 4. <u>Touchdown</u>            | Mains First                                |
| 5. <u>Landing Roll</u>         | Lower Nose Wheel Gently                    |
| 6. <u>Braking</u>              | MINIMUM Required                           |

### SHORT FIELD LANDING

- |                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. <u>Flaps</u>                | 28° (<122 KIAS) |
| 2. <u>Final Approach Speed</u> | 90 KIAS         |
| 3. <u>Throttles</u>            | As Required     |
| 4. <u>Touchdown</u>            | Mains First     |
| 5. <u>Throttles</u>            | IDLE            |
| 6. <u>Braking</u>              | As Required     |

## GO AROUND

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. <u>Throttles</u>  | <b>Full OPEN (Forward)</b>     |
| 2. <u>Propellers</u>   | <b>Full HIGH RPM (Forward)</b> |
| 3. <u>Flaps</u>  | <b>Retract to 20°</b>          |
| 4. <u>Gear</u>   | UP @ Safe Altitude             |
| 5. <u>Climb</u>  | @ 90 KIAS                      |
| 6. Once clear of obstacles retract gear and accelerate to 107 KIAS. Retract flaps SLOWLY |                                |

BEECH BARON (BE-55B) OPERATING SPEEDS (KCAS)							
V <sub>SO</sub>	68	V <sub>LE</sub>	143	V <sub>NO</sub>	182	V <sub>MC</sub>	80
V <sub>S1</sub>	76	V <sub>FE</sub>	122	V <sub>NE</sub>	223	V <sub>SSE</sub>	85
V <sub>X</sub>	92	V <sub>A</sub>	156	V <sub>WINDOW</sub>	125	V <sub>XSE</sub>	92
V <sub>Y</sub>	105	V <sub>B</sub>	148			V <sub>YSE</sub>	101
TAKEOFFS CROSSWIND LIMIT - 20 KTS							
Normal		Rotate		Climb		Flaps	
Short Field		83		107		0°	
		80		90 / 107		20°/0°	
ENROUTE @ 5000' PA (STANDARD TEMP)							
Climb		Power		KIAS		GPH/PSI	
		25"/2500		120			
Cruise (75% BHP)		24"/2375		170		28.0/8.2	
Cruise (55% BHP)		20"/2300		150		20.0/5.8	
Holding		15"/2300		120		18.2/4.5	
SE Cruise (75% BHP)		23"/2450		120		14.0/8.2	
SE Holding		23"/2300		110		13.0/7.4	
PATTERNS/LANDINGS CROSSWIND LIMIT - 20 KTS							
Downwind		Power		KIAS		Flaps	
Abeam Touchdown		17"/2300		120			
Base		15"/FP		110		10°	
Normal final				100		20°	
Short Field Final				90		28°	
No Flap Final				98		28°	
Inst Approach		17"/2300		110		10°	
ILS Final (3°/530 fpm)		17"/FP		110		10°	
SE Approach (Gear UP)		20"/FP		110		0°	
SE ILS Final (3°/530 fpm)		20"/FP		110		0° - 10°	
MAX RANGE GLIDE WITH ENGINES OUT & PROPS FEATHERED							
Flaps & Gear Up			110 KIAS		2.4 nm / 1000' AGL		
PERFORMANCE @ MAX GROSS WT (5100#)							
Density Altitude Ceilings		T/O & Ldg (SL, 95°F, No Wind)					
Absolute		Accel to 86 kts & Stop					
Service	19,700'	Normal T/O					
SE Service	7,000'	Normal Ldg					
		3700'					
		1700' / 2300'					
		1700'					

BEECH BARON BE-55B (T-42A) Checklist 14-Mar-10

AIRCRAFT SYSTEMS NOTES	
FUEL	136 gal useable. Main tanks (2 X 37 gal) are inboard, aux tanks (2 X 31 gal) are outboard.
ENGINES	IO-470-L; 260 BHP @ 2625 RPM Fuel Injected Throttle/Propeller controls are non-conventional.
PROPELLERS	Have accumulator for unfeathering.
ELECTRICAL	28 Volt DC, Two 50-amp alternators Battery monitor light comes on when charge is > 7 amps.
LDG GEAR	Warning horn sounds at 11" MP with gear up. Nose gear 50 psi Main gear 50 psi
STALL WRNG	Warning horn sounds 5-8 kts prior to stall.
AIRCRAFT OPERATIONS NOTES	
Engine may not start until starter is released.	
To set parking brake, pull handle, pump brakes, release handle	
Cowl flaps should be OPEN on ground and takeoff.	
When using external power, turn battery/alternators OFF.	
Landing lights may overheat if used for taxi.	
Use boost pumps ONLY for priming or fluctuating fuel flow.	
Max of 20° of flaps for T/O.	
RPM on T/O roll: 2625 RPM.	
Allow circuit breakers to cool ≈ 3 minutes before resetting.	
When practicing engine failures (DUAL ONLY MANEUVER), the mixture control should always be pulled back to ICO before feathering a prop to prevent the engine from being flooded.	
Zero thrust setting is 10"/FP.	
Do not insert fuel nozzle more than 3" into fuel tank to prevent possible damage to the bottom of the tank.	

BEECH BARON BE-55B (T-42A) Checklist 14-Mar-10

**Anexo D**

**Instruções da prova de Consciência Situacional (SAGAT)**

## Instruções da prova de Consciência Situacional (SAGAT)

A *Situational Awareness Global Assessment Technique* (SAGAT) foi desenvolvida para medir objectivamente a Consciência Situacional (S.A.) em simulações tripuladas.

A medição dos efeitos de novos conceitos de design sobre a S.A. permite que esses conceitos sejam perfeitamente avaliados durante a fase de design.

Com a SAGAT poderão ser avaliados novos conceitos tais como: instrumentos, simbologia de instrumentos, novas tecnologias em termos de controlos e instrumentos e conceitos de automação.

A Consciência Situacional (S.A.) é formalmente definida como: “*a percepção de elementos ambientais circunscrita num volume de tempo e espaço, a compreensão do seu significado, e a projecção do seu estado num futuro próximo*” (Endsley, Bolté e Jones, 2003).

Durante a simulação irão decorrer paragens aleatórias e os instrumentos serão tapados. De seguida, irão ser efectuadas perguntas sobre como é que você percepçiona, nesse momento, várias componentes de S.A.

As questões irão ser apresentadas num computador e foram formuladas de modo a que se possa responder rapidamente através de “*clicks*” com o cursor do rato.

Não é permitido falar com outros sujeitos nem efectuar registos em papel enquanto responde às perguntas.

As perguntas deverão ser respondidas o mais rapidamente possível e quando terminarem as perguntas irá voltar à simulação, para o ponto onde estava.

As perguntas terminam quando for apresentado no monitor do computador a seguinte frase “*Trial is complete*”.

Ao premir o botão “*Ok*” deverá voltar a centrar a sua atenção na simulação.

Como o propósito da SAGAT é avaliar sistemas (e não pilotos) poderá não ser capaz de responder a algumas questões. Não se aflija. As questões foram construídas para avaliar a S.A. ideal.

Mesmo que não saiba alguma informação com exactidão tente supor qual a opção ou valor correcto pois não existem penalizações para suposições.

Será dada a oportunidade para praticar responder à SAGAT antes da simulação começar.

Por favor, se tiver alguma dúvida pergunte ao responsável pela investigação.

**Anexo E**  
**Instruções de Especialistas-Simulador Não imersivo**

## Instruções de Especialistas-Simulador Não imersivo

O piloto deverá ser informado antes da prova iniciar que para uma análise adequada dos dados, durante a prova deve: manter a consola de rádios à vista, as frequências de navegação seleccionadas em ambos os rádios Nav1/Nav2 e as respectivas distância DME à vista durante todo o voo.

### Instruções de Controlador de tráfego Aéreo

- A. 30 Segundos após o início da prova em simulador deve ser dada a informação meteorológica: tempo encoberto (Overcast (8/8)) com chuva moderada. Tipo de Nuvens: Cúmulos. Visibilidade: 10 milhas náuticas (~18 klm). Vento 010° graus a 05 nós. Sem rajadas. Base das nuvens: 500 pés. Temperatura: 16° C ponto de orvalho: 15° C. Altímetro: 29.98/1014 HP
- B. 1 Minuto após o início da prova deve ser dada a autorização pela Aproximação para proceder para o IAF *Tung Lung* DVOR/DME para iniciar a aproximação por instrumentos VOR/DME à pista 25R do Aeroporto Internacional de Hong Kong.
- C. Após a intercepção do DVOR *Tung Lung* deve ser dado o aviso sobre restrição de espaço aéreo militar a norte.
- D. Após intercepção do DVOR *Tung Lung* o piloto deve ser avisado da existência de tráfego aéreo em conflito a 1 hora e na radial 355 *from* DVOR *Tung Lung*. Altitude 4500 pés. Rumo 355°. 3 Nm de distância.
- E. O piloto deve ser avisado da existência de tráfego aéreo em conflito a 12 horas e na radial 253° *to* VOR SMT. Altitude 2000 pés. Rumo 253°. 3 Nm de distância.
- F. O piloto deve ser autorizado a aterrar pela Torre de Hong Kong.
- G. 12 Minutos e 22 segundos após o início da prova deve a paragem do simulador. A esta altura deve ser indicado ao piloto para parar o cronómetro e deve ser lembrado para voltar a ligar o cronómetro quando voltar à prova.
- H. Após a intercepção do MAPT a 2 milhas náuticas *from* VOR SMT o piloto deve ser informado que tem que *borregar* e efectuar o procedimento de *missed approach* referido na carta de voo.
- I. A prova termina após a intercepção da posição do ponto anterior: 4 NM *from* SMT.

**Anexo F**  
**Instruções de Especialistas-Simulador Semi-imersivo**

## Instruções de Especialistas-Simulador Semi-Imersivo

O piloto deverá ser informado antes da prova iniciar que para uma análise adequada dos dados, durante a prova deve: manter as frequências de navegação seleccionadas em ambos os rádios Nav1/Nav2 e as respectivas distância DME à vista durante todo o voo.

### Instruções de Controlador de tráfego Aéreo

- A. 20 Segundos após o início da prova em simulador deve ser dada a informação meteorológica: tempo encoberto (Overcast (8/8). Tipo de Nuvens: Cúmulos. Visibilidade: 10 milhas náuticas (~18 klm). Vento 10º graus a 05 nós. Sem rajadas. Base das nuvens: 5741 pés. Temperatura: 15º C ponto de orvalho: 5º C. Altímetro: 29.92/1013 HP.
- B. 4 Minutos e 30 segundos após o início da prova deve ser dada a autorização pela Aproximação para proceder para o IAF *Tung Lung* DVOR/DME para iniciar a aproximação por instrumentos VOR/DME à pista 25R do Aeroporto Internacional de Hong Kong.
- C. Após a intercepção do DVOR *Tung Lung* deve ser dado o aviso sobre restrição de espaço aéreo militar a norte.
- D. Após intercepção do Radial do DVOR *Tung Lung* o piloto deve ser avisado da existência de tráfego aéreo em conflito a 1 hora e na radial 355 *from* DVOR *Tung Lung*. Altitude 5000 pés. Rumo 355º. 4 Nm de distância.
- E. O piloto deve ser avisado da existência de tráfego aéreo em conflito a 12 horas e na radial 253 *to* VOR SMT. Altitude 3000 pés. Rumo 253º. 4 Nm de distância.
- F. O piloto deve ser autorizado a aterrar pela Torre de Hong Kong.
- G. 13 Minutos e 36 segundos após o início da prova deve ocorrer a paragem do simulador. A esta altura deve ser indicado ao piloto para parar o cronómetro e deve ser lembrado para voltar a ligar o cronómetro quando voltar à prova.
- H. Após a intercepção do MAPT a 2 milhas náuticas *from* VOR SMT o piloto deve ser informado que tem que *borregar* e efectuar o procedimento de *missed approach* referido na carta de voo.
- I. A prova termina após a intercepção da posição do ponto anterior: 4 NM *from* SMT.

## **Anexo G**

### **Variáveis da prova de Consciência Situacional**

### Variáveis da prova de Consciência Situacional

Questão 1	Fase do voo-variável qualitativa
Questão 2	Rumo-variável quantitativa
Questão 3	Altitude-variável quantitativa
Questão 4	Velocidade do ar-variável quantitativa
Questão 5	Taxa de subida/descida-variável quantitativa
Questão 6	Atitude-variável quantitativa
Questão 7	Configuração do avião-variável qualitativa
Questão 8	Combustível-variável quantitativa (não aplicável)
Questão 9	Ventos-variável quantitativa
Questão 10	Combustível actual versus combustível previsto-variável quantitativa (não aplicável)
Questão 11	Altitude actual versus altitude prevista-variável quantitativa
Questão 12	Velocidade actual versus velocidade prevista-variável quantitativa
Questão 13	Rumo actual versus rumo previsto-variável quantitativa
Questão 14	Posição actual versus posição prevista-variável quantitativa
Questão 15	Conformidade com a autorização dada pelo órgão de CTA-variável qualitativa
Questão 16	Tráfego aéreo em conflito-variável qualitativa
Questão 17	Localização do tráfego aéreo em conflito-variável quantitativa
Questão 18	Tipo de conflito-variável qualitativa
Questão 19	Obstáculos e terreno-variável qualitativa
Questão 20	Espaço aéreo de utilização especial-variável qualitativa
Questão 21	Meteorologia adversa-variável qualitativa
Questão 22	Impacto da meteorologia adversa-variável qualitativa
Questão 23	Degradação ou problema nos sistemas-variável qualitativa
Questão 24	Impacto da degradação ou problema dos sistemas-variável qualitativa
Questão 25	Configuração correcta dos sistemas-variável qualitativa
Questão 26	Calibração do altímetro-variável quantitativa
Questão 27	Comunicação com o órgão de CTA-variável qualitativa

## **Anexo H**

### **Grelha de Juízos de Especialistas: Critérios de correcção**

## Grelha de Juízos de Especialistas: Critérios de correcção

15	Conformidade com a autorização dada pelo órgão de controlo de tráfego aéreo.	A resposta correcta é: sim.
16	Tráfego em conflito no trajecto do voo.	A resposta correcta é: sim.
19	Presença de obstáculos ou terreno.	A resposta correcta é: não.
20	Espaço aéreo de utilização especial.	A resposta correcta é: não.
21	Meteorologia adversa em rota: não; chuva; granizo; neve; windshear; microbursts; gelo; turbulência; convective weather.	A resposta correcta é: não.
22	Impacto da meteorologia adversa: sem impacto ou efeitos mitigados; afecta o conforto dos passageiros; afecta a segurança do voo.	A resposta correcta é: sem impacto ou efeitos mitigados.
24	Impacto da degradação ou do problema do sistema: sem impacto ou efeitos mitigados; afecta o conforto dos passageiros; afecta a segurança do voo; afecta o horário; afecta o combustível.	A resposta correcta é: sem impacto ou efeitos mitigados.
25	Configuração correcta dos sistemas.	A resposta correcta é: trem de aterragem em baixo e <i>Flaps</i> e posição 1.
18	Situação em relação ao tráfego em conflito.	A resposta correcta é: estou a descer em sua direcção.
27	Comunicação com o órgão de controlo de tráfego aéreo.	Não aplicável devido a características do simulador.
1	Fase do voo.	A resposta correcta é: aproximação.
23	Degradação ou problema nos sistemas.	A resposta correcta é: não.
7	Sistemas de voo configurados correctamente.	A resposta correcta é: sim.

**Anexo I****Grelha de Tolerâncias de Pontuação**

## Grelha de Tolerâncias de Pontuação

2	Rumo	+/-	15 Graus	
3	Altitude	+/-	100 Pés	Na fase de aproximação
4	Velocidade	+/-	10 Nós	
8	Combustível			Não aplicável devido às características do simulador.
6	Atitude	+/-	5 Graus	
	<i>Bank angle</i>	+/-	10 Graus	
5	Razão de subida/descida	+/-	150 Pés/minuto	
9	Vento		Graus	Sabe ou não a direcção do vento
		+/-	5 Nós	Velocidade
		+/-	5 Nós	Rajada
17	Tráfego	+/-	1	Posição das horas
		+/-	5 Milhas	Distância
13	Rumo comparado com o previsto	+/-	10° Graus	
11	Altitude comparada com a prevista	+/-	200 Pés	
12	Velocidade comparada com a prevista	+/-	10 Nós	
10	Combustível comparado com o previsto			Não aplicável devido às características do simulador
14	Posição comparada com a prevista	+/-	1 Minuto e 30 segundos	
26	Calibração do altímetro		Polegadas	Sabe ou não o valor correcto

**Anexo J**  
**Classificação de Simuladores (Carvalho e Gonçalves, 2000)**

## Classificação de Simuladores (Carvalho e Gonçalves, 2000)

Segundo Carvalho & Gonçalves (2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001) os principais sistemas de realidade virtual podem ser classificados do seguinte modo: (a) sistemas não-imersivos; (b) sistemas semi-imersivos e (c) sistemas de imersão total.

### A-Sistemas não-imersivos

Designam-se por não-imersivos os sistemas que utilizam um monitor convencional para apresentar o ambiente virtual, apresentado num mundo tridimensional numa interface bidimensional ou “3D em 2D” (Casas, 1999). Os simuladores de voo baseados em aplicações informáticas instaladas em computador pessoal inserem-se nesta categoria. O ecrã, através do qual é possível explorar o mundo virtual, funciona como uma janela, uma janela para o mundo (Isdale, 1998). A interacção com o mundo virtual pode ser implementada por um modo mais convencional, através de um teclado e rato, ou de forma mais sofisticada, através de mecanismos de interacção de utilização mais específica como o rato 3D ou o Wand<sup>1</sup>. Alguns sistemas deste tipo possibilitam uma visão estereoscópica ou interacção com o auxílio de uma luva de dados através da introdução no sistema do equipamento respectivo. O objectivo é aumentar a imersão e a interacção deste sistema tradicionalmente consideradas pobres. A sua utilização tem sido mais visível em contexto educativo, considerando os baixos custos que envolve, pelo que constitui um sistema economicamente acessível (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001, pp. 345).

### B-Sistemas semi-imersivos

Os sistemas semi-imersivos de realidade virtual são de concepção relativamente recente e surgem dentro do contexto e no seguimento dos desenvolvimentos tecnológicos alcançados na área dos simuladores de voo. No essencial, este tipo de realidade virtual

---

<sup>1</sup>Dispositivo controlador de realidade virtual alternativo ao joystick.

resulta da conjugação de um sistema informático capaz de um elevado desempenho gráfico com um monitor ou ecrã de grandes dimensões, com um sistema de projecção em múltiplos televisores. Em muitos aspectos, estes sistemas são similares aos implementados nos simuladores de voo, em cinemas 3D, teatros virtuais ou em cinemas de tipo IMAX<sup>2</sup>. A imersão do utilizador, e conseqüente presença, é maior do que nos sistemas não-imersivos e criada sobretudo através dos ecrãs de grande dimensão que permitem ao utilizador um campo de visão mais alargado sobre o mundo virtual. Tal como nos sistemas não-imersivos, também nos semi-imersivos é possível, e relativamente comum, criar uma visão estereoscópica através de utilização de um qualquer tipo de Shutterglasses<sup>3</sup> *sincronizados com o sistema gráfico. Por um lado, o elevado grau de resolução das imagens e a possibilidade de múltiplos utilizadores são talvez as duas principais vantagens deste tipo de sistemas. Por outro lado, o baixo grau de interacção permitido e os elevados custos envolvidos na sua implementação são as suas principais desvantagens* (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001, pp. 346).

#### C-Sistemas de imersão total

Neste tipo de sistema o utilizador explora o ambiente virtual através de um mecanismo acoplado à sua cabeça como o BOOM ou o capacete Head Mounted Display. Utilizando tal dispositivo o utilizador é capaz de perceber pistas visuais, auditivas e simultaneamente enviar para o computador a sua posição e movimentos. Neste tipo de sistemas o mundo virtual liberta-se do ecrã fixo e a imagem envolve o utilizador

---

<sup>2</sup> É um formato de filme criado pela empresa canadiana IMAX capaz de criar imagens com uma resolução e dimensão superiores às dos filmes convencionais.

<sup>3</sup> São óculos com um qualquer tipo de ecrã com o objectivo de criar uma ilusão de imagem tridimensional.

conferindo-lhe no mínimo uma liberdade visual de 360 graus. Se nos sistemas não-imersivos parece que o utilizador explora o mundo visualizando-o através de uma janela, nos semi-imersivos o que se altera é fundamentalmente a dimensão da janela. Já nos sistemas de imersão total, não existe qualquer elemento entre a imagem e o utilizador, este parece ter atravessado para o lado de lá da janela. (Carvalho e Gonçalves, 2000 citado por Estrela e Ferreira, 2001, p. 346).

**Anexo K**

**Classificação de Simuladores de Voo (Teixeira e Pimentel, 1995)**

## Classificação de Simuladores de Voo (Teixeira e Pimentel, 1995)

Teixeira e Pimentel (Ribeiro, 2007, p. 394-399) fornecem uma outra classificação teórica para distinguir sistemas de realidade virtual que é a seguinte:

A-Sistemas de desktop VR: caracterizam-se por proporcionarem ambientes virtuais não imersivos, já que substituem a utilização de capacetes de realidade virtual por monitores convencionais de grande dimensão ou outros tipos de projecção. Os simuladores de voo baseados em aplicações informáticas instaladas em computador pessoal inserem-se nesta categoria

B-Sistemas de simulação: são também designados por sistemas *Through-the-Window VR* e constituem o primeiro tipo de sistemas de realidade virtual e surgiram na década de cinquenta do século vinte sob a forma de simuladores de voo. Nestes sistemas pretende-se reproduzir o interior de um veículo ou de um avião, por intermédio de um compartimento no qual se colocam uma série de controlos e um conjunto de ecrãs. Por vezes os compartimentos assentam sobre plataformas móveis e os controlos proporcionam retorno (*feedback*) sob a forma de estímulos auditivos e tácteis.

C-Sistemas de projecção: são também designados por sistemas de realidade artificial e surgiram na década de setenta do século vinte. Caracterizam-se por colocar o utilizador fora do mundo virtual, apesar de permitirem a comunicação com personagens ou objectos do mundo virtual. Neste sistema utiliza-se uma câmara para captar a imagem do utilizador e inseri-la no mundo virtual.

D-Sistemas de realidade aumentada: nestes sistemas utilizam-se periféricos visuais transparentes, normalmente designados por HUD's (*Head-up-Displays*) que se ajustam à cabeça do utilizador, para sobrepor informação ao mundo real como, por exemplo, texto, imagens, esquemas e animações. Dado que os periféricos são transparentes o utilizador nunca deixa de visualizar o mundo real, ficando a perspectiva aumentada com

um conjunto de dados que são fornecidos pelo sistema de realidade aumentada. Estes sistemas são vulgarmente usados na área da aviação militar e civil e contemporaneamente têm-se estendido a áreas comerciais através de produção de óculos de realidade aumentada.

E-Sistemas de telepresença: nestes sistemas o objectivo principal é ampliar as capacidades motoras e sensoriais de um ser humano, de modo a permitir a sua intervenção em ambientes remotos. Geralmente, estes sistemas incluem um dispositivo robótico e é utilizado em áreas como a medicina, a indústria petrolífera e a indústria nuclear, entre outras.

F-Sistemas imersivos: estes sistemas recorrem à apresentação de imagens ao utilizador por intermédio de pequenos ecrãs existentes num capacete ou num qualquer dispositivo que acompanhe o movimento da cabeça do utilizador e auxiliado por uma luva de dados e um fato de realidade virtual. Os sistemas imersivos podem ainda consistir em sistemas tipo CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*). Consiste num sistema que permite a imersão total do utilizador no ambiente virtual já que permite que o utilizador se desloque numa sala projectada a 360 graus.

**Anexo L****Questionário de Selecção de Participantes, com critérios de selecção**

Questionário de Selecção de Participantes, com critérios de selecção

## Simuladores de Voo

MESTRADO EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO

ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO  
TECNOLOGIAS EDUCATIVAS

Este questionário insere-se no âmbito do projecto de Dissertação de Mestrado intitulada “Quasi-transferência de aprendizagens a partir de simuladores de voo” a apresentar à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Lisboa.

Destina-se a recolher dados de caracterização dos respondentes e dados sobre a utilização de simuladores de voo.

Neste sentido solicito-lhe que responda às questões apresentadas escolhendo a opção que melhor traduz a sua opinião. Prevejo que necessite de 15 minutos para responder a este questionário. Garanto o anonimato e confidencialidade de todas as respostas.

Considero de máxima importância a sua colaboração no sentido da realização deste estudo.

Agradeço desde já o seu apoio e disponibilidade.

Atenciosamente e ao seu dispor,

Archer Lucas Roda

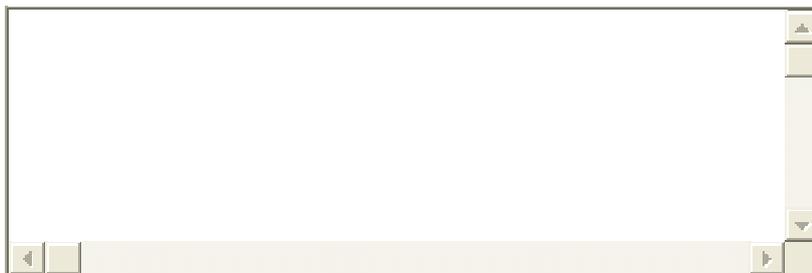
[Archer\\_roda@yahoo.com](mailto:Archer_roda@yahoo.com)

Sexo \*

- Feminino
- Masculino

Idade \*

Profissão



Habilitações académicas \*

Ensino Secundário (10º, 11º, 12º anos)



**Critério: Deve dominar a língua inglesa (a partir de 3 inclusive).**

Qual o seu domínio da língua inglesa? \*

1 2 3 4 5

Muito Mau      Excelente

**Critério: Tem que ter já efectuado a iniciação ao mundo da simulação aérea virtual.**

Como fez a iniciação ao mundo da simulação aérea virtual? \*

- Ainda não fiz
- Após instrução teórica ou prática da aviação real
- Através de formação específica destinada à aviação virtual
- Auto-formação (sem formação real ou virtual)
- Other:

**Critério: Tem que possuir um simulador de voo para PC.**

Possui algum simulador de voo para PC? \*

- Sim
- Não

**Critério: Tem que possuir, pelo menos, um simulador de voo.**

Se respondeu "Sim" à questão anterior indique se possui algum dos seguintes simuladores.

- FlightGear
- Microsoft Flight Simulator
- X-Plane
- YS Flight Simulation System 2000
- Other:

Na sua casa/família/grupo de amigos é a única pessoa a utilizar simuladores de voo? \*

- Sim
- Não

**Critério: Tem que utilizar o simulador de voo para PC pelo menos uma vez por semana**

Com que frequência utiliza o simulador de voo? \*

- Todos os dias
- Pelo menos uma vez por semana
- Pelo menos uma vez por mês
- Raramente
- Nunca

Acredita que o simulador de voo em PC que usa regularmente é uma réplica da realidade? \*

- Muito real
- Real em bastantes aspectos
- Real só em alguns aspectos
- Nada real

Em qual (is) da (s) seguinte (s) situação (ões) costuma utilizar o simulador mais regularmente? \*

- Sozinho (a)
- Com um ou mais amigos (as) em simultâneo no mesmo computador
- Em rede (local ou à distância)

**Critério: Deve utilizar no mínimo um dispositivo de hardware**

Usa no seu PC hardware especializado para simulação de voo? Se usa indique qual (is). \*

- Autopilot (Piloto automático-consola de piloto automático de voo)
- Joystick
- Rudder pedals (pedais)
- Throttles
- Yoke (manche)

**Critério: o sujeito deverá ser capaz de efectuar, pelo menos quinze (60 %) procedimentos dos 25 (100 %) disponíveis sendo que 3 são obrigatórios.**

No seu simulador de voo em PC, num avião com dois ou mais motores, quais dos seguintes procedimentos considera saber efectuar? \*

- Programar um plano de voo
- Programar o computador de bordo FMS/FMGS
- **Interceptar e manter uma determinada altitude, rumo e velocidade (obrigatório)**
- Descolagem em pista longa, em situação de bom tempo
- Descolagem em pista longa com falha de um motor
- Descolagem em pista curta, em situação de bom tempo
- **Aterragem em pista longa, em situação de bom tempo (obrigatório)**
- Aterragem em pista longa sem recurso a hiper-sustentadores (flaps)
- Aterragem em pista longa com falha de um motor
- Aterragem visual em pista longa (sem recurso a instrumentos de voo)
- Aterragem em pista longa com vento de cauda (tailwind)
- Aterragem em pista longa com vento cruzado (crosswind)
- Aterragem em pista curta, em situação de bom tempo
- Aterragem por instrumentos (ILS) em pista longa
- Aterragem em pista longa com falha de todos os motores
- Efectuar um procedimento ARCO-DME
- Efectuar um procedimento de espera (holding pattern)
- Efectuar um circuito de tráfego visual
- Efectuar um procedimento completo de aproximação por instrumentos (procedure turn and final approach)
- **Interceptar e manter uma radial de uma rádio-ajuda tipo VOR (obrigatório)**
- Interceptar um fixo definido por duas radiais de rádio-ajudas tipo VOR
- Efectuar um "homing" directo a uma rádio-ajuda tipo NDB
- Escolher correctamente um local adequado para uma aterragem forçada
- Corrigir uma determinada deriva devido à influência de vento lateral
- Gerir correctamente a energia/combustível após falha de motor em cruzeiro

**Critério: Deve procurar informação sobre simulação ou aviação real pelo menos uma vez por semana**

Com que frequência procura informação relacionada com a prática da simulação de voo e da aviação real? \*

- Todos os dias
- Pelo menos uma vez por semana
- Pelo menos uma vez por mês
- Raramente
- Nunca

Possui alguma experiência no campo da aviação real? \*

- Sim
- Não

Se respondeu "Sim" à questão anterior indique que tipo de experiência.

- Frequência de aulas teóricas
- Frequência de aulas práticas
- Curso de planador
- Curso de ultra ligeiro motorizado
- Curso de piloto privado de avião/helicóptero
- Curso de navegação por instrumentos
- Curso de instrutor de voo
- Curso de piloto comercial de aviões/helicópteros/linha aérea
- Curso de certificação tipo (type rating)
- Other:

**Critério: Deve saber interpretar cartas de voo (a partir de 3 inclusive)**

Qual o seu domínio de cartas de voo? \* (Instrument Approach; Standard Instrument Departure; Standard Terminal Arrival Route)

1 2 3 4 5

Muito Mau      Excelente

**Critério: Deve conhecer os seguintes conceitos (a partir de 3 inclusive)**

Qual o seu domínio dos seguintes conceitos? \* (Final Approach Fix; Missed Approach Point, Initial Approach Fix)

1 2 3 4 5

Muito Mau      Excelente

Nome e contacto \* (Telemóvel e e-mail)

## **Anexo M**

### **Tradução, adaptação e revisão das questões da SAGAT**

Tradução, adaptação e revisão das questões da SAGAT  
(Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Lisboa e Piloto  
André Elias)

- 1) What is your current phase of flight?  
  
Preflight/ Start-up; Taxi Out; Take-Off; Climb Out; Cruise; Descent; Approach; Landing; Taxi In; Shut-Down.
  - a) Em que fase do voo se encontra, neste momento?
    - i) Pré-voo/Ligar os Motores; Táxi para a Pista; Descolagem; Subida; Cruzeiro; Descida; Aproximação; Aterragem; Táxi vindo da Pista; Encerramento de sistemas e motores.
- 2) What is the current heading of your aircraft?
  - a) Qual é o rumo magnético (heading) do seu avião, neste momento?
- 3) What is the current altitude (MSL) of your aircraft?
  - a) Qual é a altitude (MSL) do seu avião, neste momento?
- 4) What is the indicated airspeed of your aircraft?
  - a) Qual é a velocidade indicada (IAS) do seu avião, neste momento?
- 5) What is the current rate of climb/descent of your aircraft?
  - a) Qual é a razão de subida/descida do seu avião, neste momento?
- 6) What is the attitude of your aircraft?
  - a) Qual é a atitude do seu avião, neste momento?
- 7) What are your current settings?
  - a) Qual é a sua configuração, neste momento?
- 8) How much fuel do you currently have?
  - a) Qual é a quantidade de combustível que possui, neste momento?
- 9) What are the current winds?
  - a) Como se apresentam os ventos, neste momento?
- 10) How does your current fuel state compare to your planned fuel at this point?
  - a) Como é que o seu estado de combustível actual se compara com o previsto, neste momento?

11) How does your current altitude compare to your planned altitude at this point?

a) Como é que a sua altitude actual se compara com a prevista, neste momento?

12) How does your current speed compare to your planned speed at this point?

a) Como é que a sua velocidade indicada (IAS) actual se compara com a prevista, neste momento?

13) How does your current heading compare to your planned heading at this point?

a) Como é que o seu rumo magnético (heading) actual se compara com o previsto, neste momento?

14) How does your current position compare to your planned position at this point?

a) Como é que a sua posição actual se compara com a prevista, neste momento?

15) Are you in conformance with your current clearance for this phase of flight?

a) Neste momento está a agir em conformidade com a autorização dada pelo CTA (controlador de tráfego aéreo) para esta fase do voo?

16) Is there any conflicting traffic in your current (projected) flight path?

a) Existe algum tráfego aéreo em conflito com a sua trajectória de voo actual?

17) Conflicting traffic is currently located at?

a) Onde é que se encontra localizado o tráfego aéreo em conflito, neste momento?

18) Conflicting traffic is?

Crossing my path; Overtaking me; I'm overtaking it; Climbing into me; I'm climbing into it; Descending into me; I'm descending into it.

a) O tráfego aéreo em conflito?

i) Está a cruzar a minha trajectória; está a ultrapassar-me/Estou a ultrapassá-lo; está a subir na minha direcção; estou a subir na sua direcção; está a descer na minha direcção; estou a descer na sua direcção.

19) Is a change in path or altitude needed to avoid obstacles or terrain?

a) É necessária uma mudança de direcção ou de altitude para evitar obstáculos ou terreno?

20) Is a change in path or altitude needed to avoid restricted or special use airspace?

a) É necessária uma mudança de altitude ou de direcção para evitar espaço aéreo restrito ou de utilização especial?

21) Is there any hazardous weather along your route in this phase of flight?

No; Rain; Turbulence; Snow; Hail; Microburst's; Icing; Convective Weather; Wind shear.

- a) Existe alguma condição meteorológica adversa nesta fase da sua rota de voo?
- i) Não; Chuva; Turbulência; Neve; Granizo; Microburst's (correntes de ar descendente altamente localizadas); Gelo; Meteorologia convectiva ou convecção atmosférica (convecção atmosférica é o resultado da instabilidade meteorológica numa determinada massa de ar, instabilidade provém principalmente da diferença de temperatura em diferentes camada da atmosfera e origina turbulência térmica e intensa); Wind shear (Variação súbita na direcção ou na velocidade do vento nos baixos níveis da atmosfera).

22) What impact is the hazardous weather having on your flight?

No impact, mitigation efforts effective; effecting passenger comfort; effecting flight safety.

- a) Que impacto está a ter no seu voo a meteorologia adversa?
- i) Sem impacto, os esforços feitos para atenuar os efeitos foram eficazes; está a afectar o conforto dos passageiros; está a afectar a segurança do voo.

23) Are there any system degradations/problems effecting flight performance?

- a) Existe alguma falha ou problema nos sistemas que afecte a performance do voo?

24) The impact of the system degradation/problem is?

No impact mitigation efforts effective; effecting passenger comfort; effecting flight schedule; effecting flight safety; effecting fuel economy.

- a) Qual o impacto da degradação ou do problema do sistema?
- i) Sem impacto; os esforços feitos para atenuar os efeitos foram eficazes; está a afectar o conforto dos passageiros; está a afectar o horário do voo; está a afectar a segurança do voo; está a afectar os gastos de combustível.

25) Are your systems correctly set-up for this phase of flight?

- a) Os seus sistemas de voo estão configurados correctamente para esta fase do voo?

26) What is your current altimeter setting?

- a) Qual é a calibração do seu altímetro, neste momento?

27) What ATC organization are you currently in contact with?

- a) Com que órgão de Controlo de Tráfego Aéreo está em contacto, neste momento?

**Anexo N**  
**Prova Colectiva de Desenvolvimento Lógico (ECDL)**

CADERNO  
**E C D L**

(Epreuve Collective de Developpement Logique)

3ª Versão Experimental : Helena Maria d'Orey Marchand

LISBOA

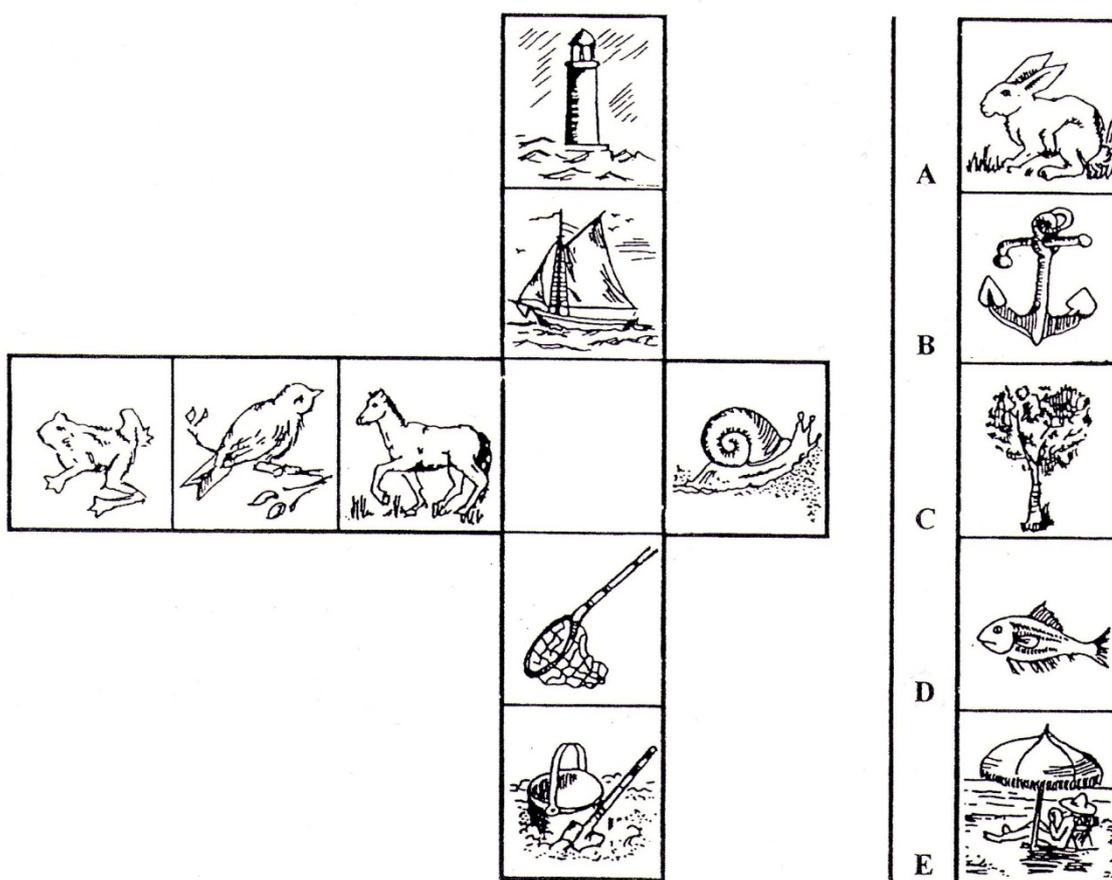
1994

## CRUZAMENTOS

Nos exercícios que se seguem são dadas duas séries de desenhos, de palavras ou de grupos de letras. Uma é vertical, a outra é horizontal. Cada uma destas séries é constituída por elementos que se podem ligar de certa maneira.

No cruzamento de duas das séries existe um quadrado vazio. Pede-se-lhe que encontre, entre os 5 quadrados que se situam à direita, o desenho que pertence simultaneamente às duas séries e que deveria estar no quadrado vazio.

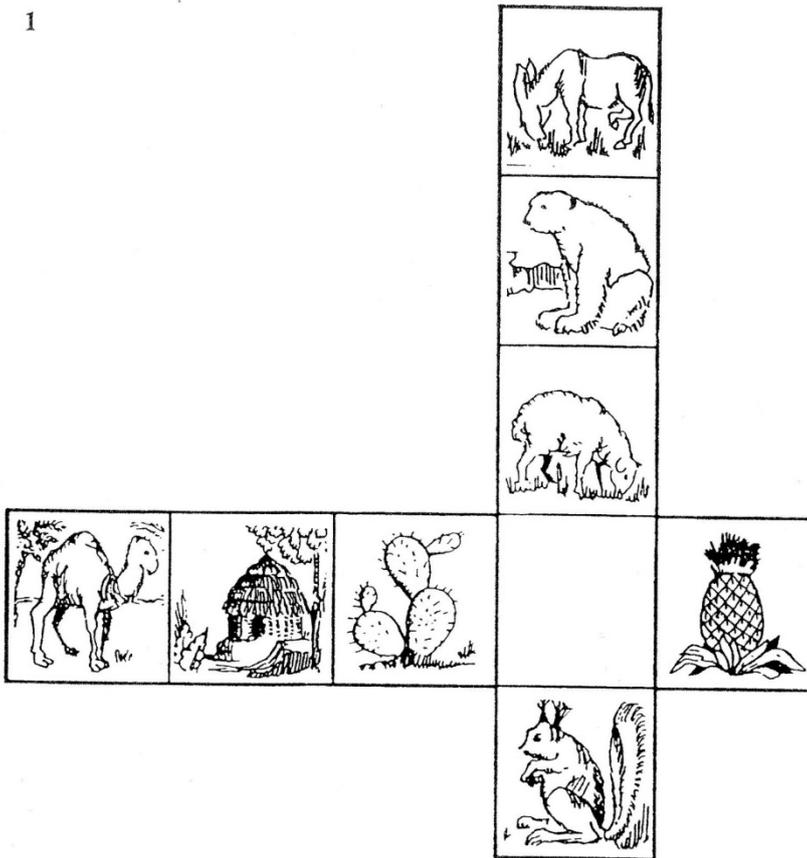
### Exemplo 1



Se se procurar o que todos os desenhos da série vertical têm em comum, verifica-se que é a ideia de "mar". Todos os desenhos da série horizontal representam animais. No cruzamento deve-se colocar um desenho que represente um animal que viva no mar.



1



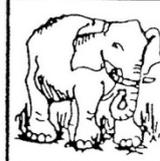
P



Q



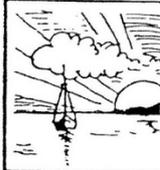
R



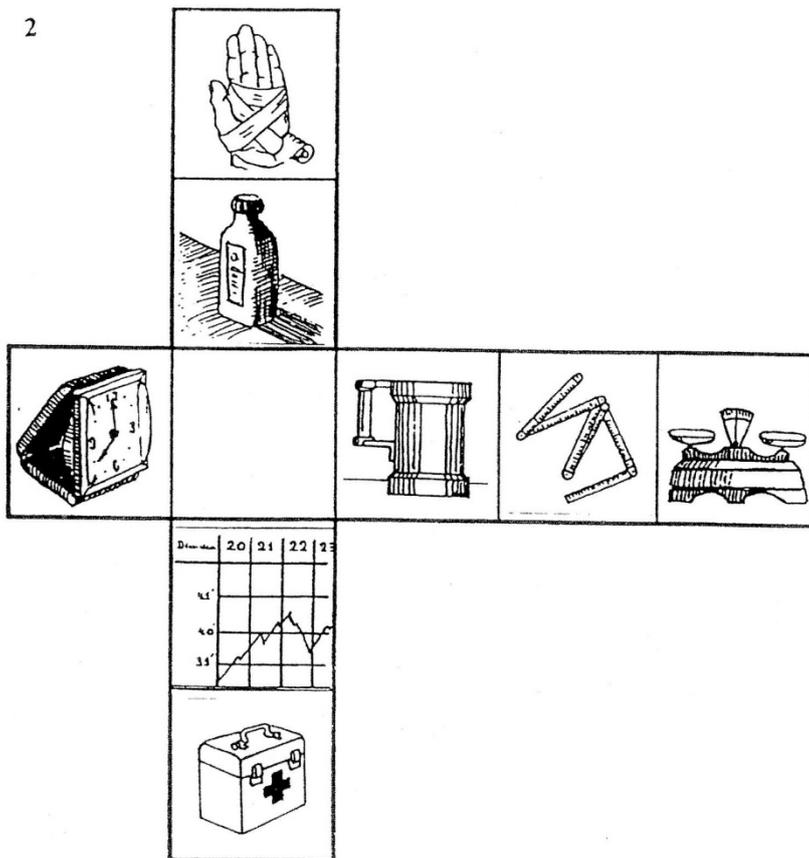
S



T



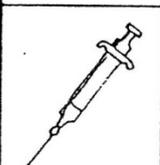
2



U



V



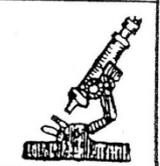
W



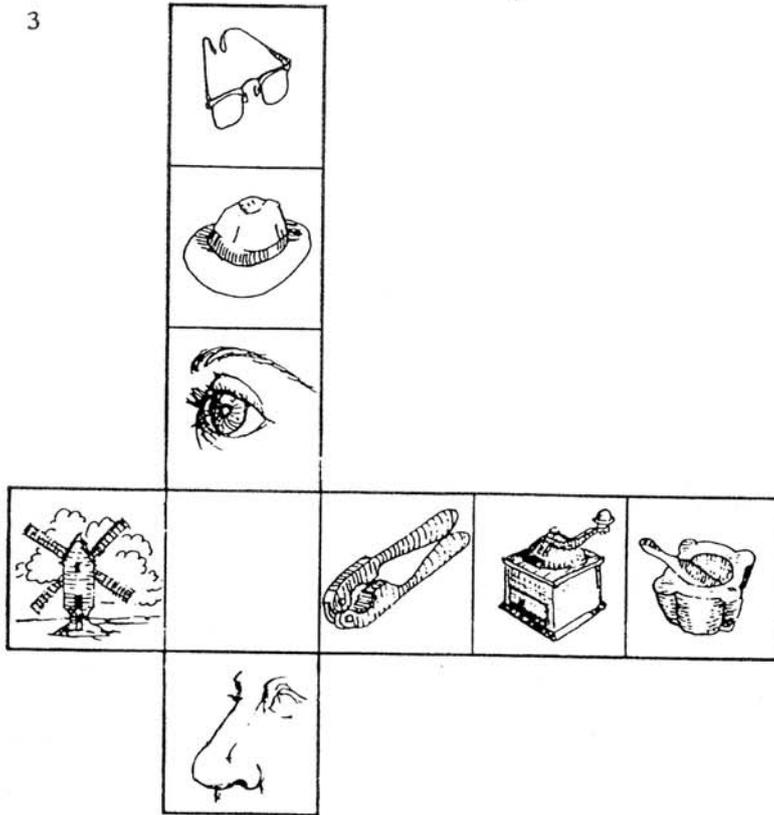
X



Y



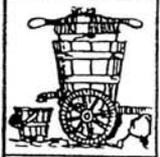
3



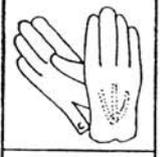
A



B



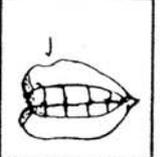
C



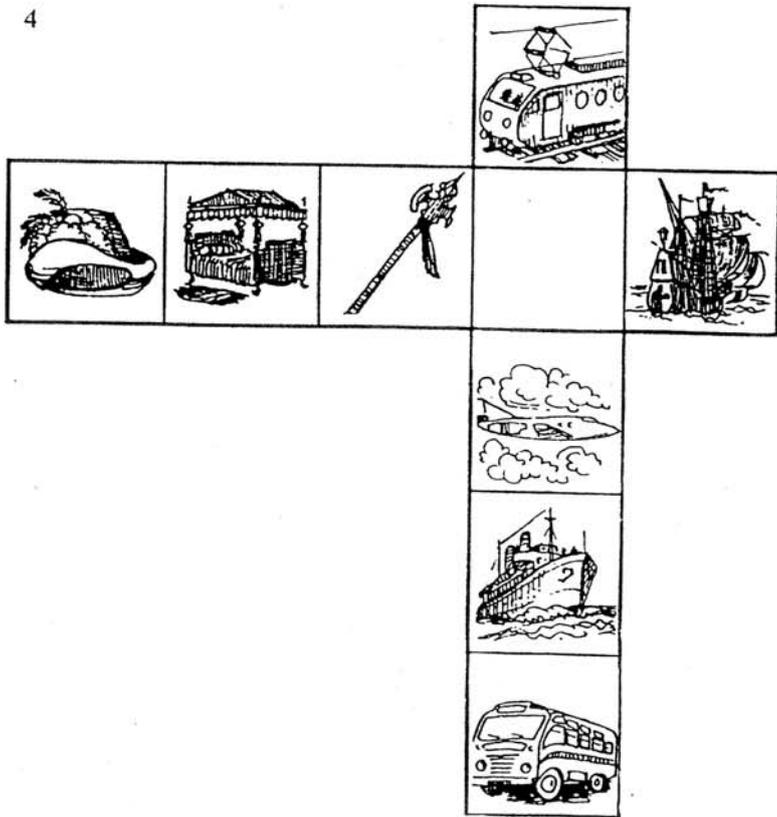
D



E



4



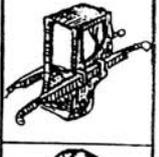
F



G



H



I



J



5

		Potro		K	Rebanho
		Cordeiro		L	Vitelo
		Leitão		M	Búfalo
Touro	Boi	Bezerro	<input type="text"/>	N	Cabrito
		Burrico		O	Ruminante

---

6

		Brisa		P	Suão	
		Nortada		Q	Incêndio	
		Monção		R	Pânico	
		Lestada		S	Epidemia	
Avalanche	Desmoronamento	<input type="text"/>	Inundação	Explosão	T	Ciclone

---

7

	Capilar			U	Avenida	
Estrada	<input type="text"/>	Rua	Caminho	Alameda	V	Trajecto
	Glóbulo			W	Artéria	
	Veia			X	Peão	
	Coração			Y	Circulação	

PASSE À PÁGINA SEGUINTE

8

		Martelo			A	<input type="text" value="Serra"/>
		Alicate			B	<input type="text" value="Pá"/>
Monte	Pico	<input type="text"/>	Cordilheira	Colina	C	<input type="text" value="Picareta"/>
		Broca			D	<input type="text" value="Balde"/>
		Chave de parafusos			E	<input type="text" value="Cume"/>

---

9

				Carvão	F	<input type="text" value="Electricidade"/>
Água	Vinho	Tinta	<input type="text"/>	Leite	G	<input type="text" value="Gasolina"/>
				Madeira	H	<input type="text" value="Cerveja"/>
				Cartão	I	<input type="text" value="Butano"/>
				Papel	J	<input type="text" value="Vinagre"/>

---

10

		Escudo			K	<input type="text" value="Milímetro"/>
		Are			L	<input type="text" value="Medida"/>
		Litro			M	<input type="text" value="Metro"/>
Centímetro	<input type="text"/>	Quilómetro	Légua	Decímetro	N	<input type="text" value="Unidade"/>
		Grana			O	<input type="text" value="Comprimento"/>

VIRE A PÁGINA E CONTINUE

11

		XOZ		
CDE	HIJ		ABC	RST
		XAZ		
		XRZ		
		XBZ		

P	ZAZ
Q	XYZ
R	XOB
S	TOZ
T	XEZ

12

EMN				
ERS				
EBC				
	ABG	CDG	IJG	GHG
EAB				

U	EEC
V	EBG
W	EFG
X	ENH
Y	DEG

13

			RBA	
			RDE	
ABB	MNN	FGG		HII
			RDK	
			RZY	

A	RTT
B	RPP
C	MRR
D	RTS
E	RSS

PASSE À PÁGINA SEGUINTE

14

CDC		QRQ	TUT	HIH
	OBF			
	OJP			
	OJH			
	ODB			

F	OPQ
G	OPO
H	ORO
I	ONO
J	AOA

15

				AXB
				IXJ
				KXL
MCF	MSU	MZA	MUE	
				OXP

K	MXA
L	MXR
M	MXV
N	MXN
O	MSN

16

		ACB		
RDO	SDA		ADQ	BDG
		DFE		
		MON		
		PRQ		

P	BDC
Q	BDE
R	ADA
S	FDG
T	BCD

ESPERE PELO SINAL PARA MUDAR A PÁGINA

## LÂMPADAS

Um sistema é composto por 2 lâmpadas, a lâmpada A e a lâmpada B, que se apagam ou acendem segundo certas regras. Uma abertura permite ver uma das lâmpadas. Pede-se-lhe para descobrir, através do raciocínio, como estará a outra.

### Exemplo I

Regra: 

Uma só lâmpada está acesa
---------------------------

A lâmpada A está apagada; como está a lâmpada B?

Respostas possíveis:

- a) A lâmpada B está acesa.
- b) A lâmpada B está apagada.
- c) Não se pode saber se a lâmpada B está acesa ou apagada.

Nota: A frase "Não se pode saber" não significa "não sei" mas "ninguém pode saber através do raciocínio".

Neste exemplo, a resposta correcta é a frase a) (A lâmpada B está acesa). É por isso que se fez uma cruz sobre a letra a) da folha de respostas, no lugar correspondente ao exemplo I da prova "lâmpadas".

### Exemplo II

Regras: 

As lâmpadas A e B estão sempre acesas ou apagadas ao mesmo tempo
--

A lâmpada A está apagada; como está a lâmpada B ?

- d) A lâmpada B está acesa.
- e) A lâmpada B está apagada.
- c) Não se pode saber.

ESPERE PELO SINAL

Regra: 

Para que a lâmpada A se acenda, é preciso que a lâmpada B esteja acesa.
---

1. **A lâmpada A está acesa; como está a lâmpada B?**

- g) A lâmpada B está acesa.
- h) A lâmpada B está apagada.
- i) Não se pode saber.

2. **A lâmpada A está apagada; como está a lâmpada B ?**

- j) A lâmpada B está acesa.
- k) A lâmpada B está apagada.
- l) Não se pode saber.

3. **A lâmpada B está acesa; como está a lâmpada A ?**

- m) A lâmpada A está acesa.
- n) A lâmpada A está apagada.
- o) Não se pode saber.

4. **A lâmpada B está apagada; como está a lâmpada A ?**

- p) A lâmpada A está acesa.
- q) A lâmpada A está apagada.
- r) Não se pode saber.

VIRE A PÁGINA E CONTINUE

Agora o sistema é composto por 3 lâmpadas: a lâmpada A, a lâmpada B e a lâmpada C.

A abertura permite ver como estão duas dessas lâmpadas. Pede-se-lhe para descobrir, através do raciocínio, como está a terceira.

Regra: 

Se a lâmpada A está acesa, então uma das lâmpadas B ou C está também acesa, mas não as duas.
--

5. A lâmpada B está acesa, a lâmpada C está acesa; como está a lâmpada A ?

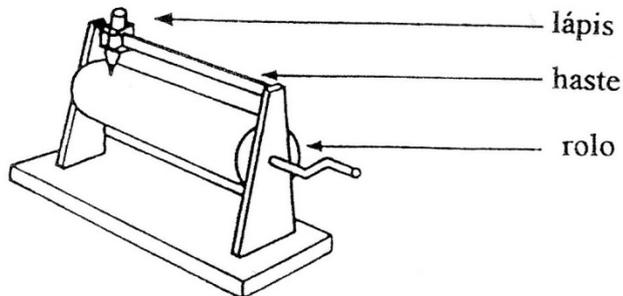
- s) A lâmpada A está acesa.
- t) A lâmpada A está apagada.
- u) Não se pode saber.

6. A lâmpada A está apagada, a lâmpada B está apagada; como está a lâmpada C?

- v) A lâmpada C está acesa.
- w) A lâmpada C está apagada.
- x) Não se pode saber.

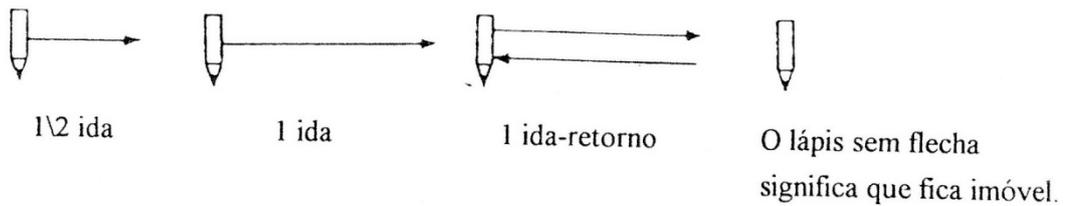
PARE

## DESENHOS

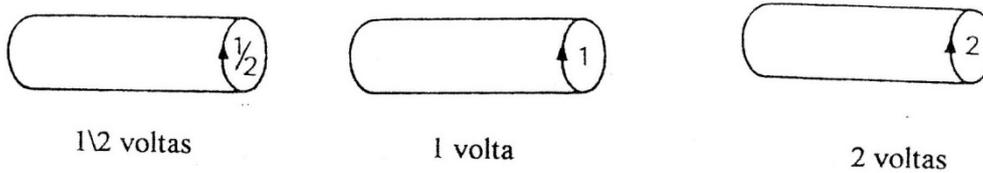


Isto é um rolo que se cobriu completamente com uma folha de papel.

Um lápis cuja ponta se apoia sobre o papel, pode deslocar-se, mantendo sempre a mesma velocidade, ao longo da haste de metal que se situa em cima. Os deslocamentos serão indicados da seguinte maneira:

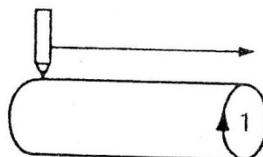


O rolo pode girar à volta do seu eixo. O número de voltas do rolo será indicado assim:



A seta indica o sentido de rotação.

Pode-se também combinar o movimento do rolo com o do lápis, por exemplo:



O rolo dá uma volta enquanto que o lápis faz uma ida. Os dois movimentos começam ao mesmo tempo, efectuam-se à mesma velocidade e acabam ao mesmo tempo.

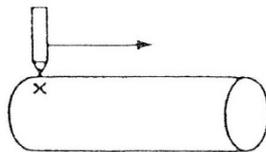
Estes movimentos diferentes (o do rolo e o do lápis) vão permitir fazer desenhos na folha de papel que envolve o rolo e que teria a forma dum rectângulo se fosse retirada do rolo e colocada sobre a mesa:



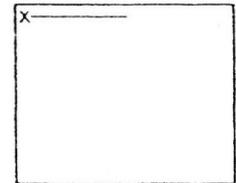
A cruz indica sempre o ponto de partida do lápis. Pede-se-lhe, em cada movimento ou conjunto de movimentos, para descobrir o desenho que o lápis pode efectuar sobre a folha de papel.

**Exemplos:**

**Ex.I:**

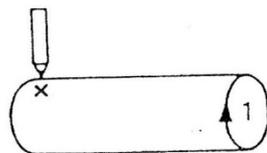


1/2 ida do lápis



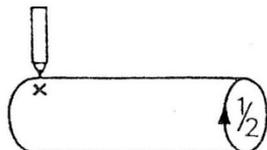
Responda aos exemplos II e III na folha de respostas.

**Ex II:**



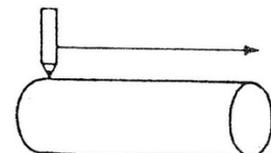
1 volta do rolo

**Ex.III:**



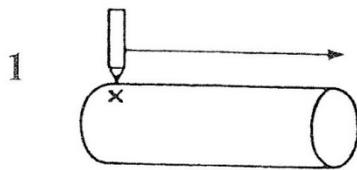
1/2 volta do rolo

depois

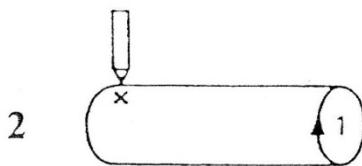


1 ida do lápis

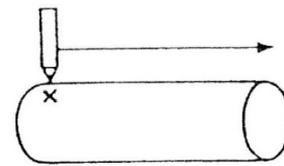
ESPERE PELO SINAL



1 ida do lápis

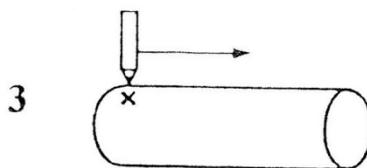


1 volta do rolo

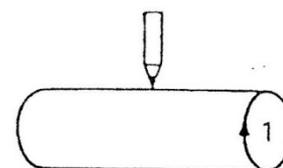


1 ida do lápis

depois



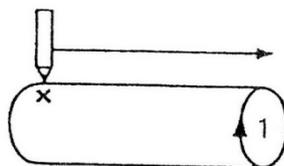
1/2 ida



1 volta do rolo

depois

4



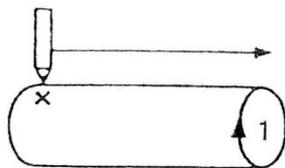
Ao mesmo tempo:

{ 1 volta do rolo

{ 1 ida do lápis

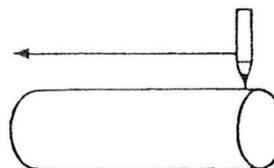
VOLTE A PÁGINA E CONTINUE

5



Ao mesmo tempo:

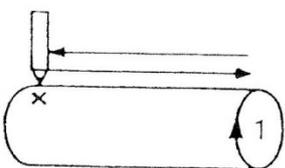
{ 1 volta do rolo  
 { 1 ida do lápis



depois

1 retorno do lápis

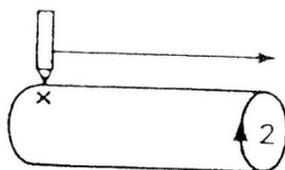
6



Ao mesmo tempo:

{ 1 volta do rolo  
 { 1 ida e retorno do lápis

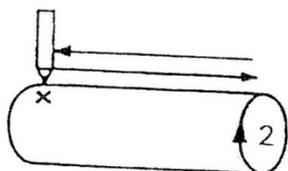
7



Ao mesmo tempo:

{ 2 volta do rolo  
 { 1 ida do lápis

8



Ao mesmo tempo:

{ 2 voltas do rolo  
 { 1 ida e retorno do lápis

1º Escreva todas as maneiras diferentes de colocar as 3 letras A, E, I, em três quadrados:

A	E	I									

2º Escreva todas as maneiras diferentes de colocar as quatro letras A, E, I, O, em quatro quadrados:

A	E	I	O												

3º Sem as escrever, diga quantas maneiras existem de colocar 5 letras em quadrados. Indique como obteve esse número.

4º A mesma questão para 6 letras.

**Anexo O**  
**ENSAIOS DAS PROVAS**

## OS ENSAIOS DAS PROVAS

O primeiro ensaio foi realizado com um aluno finalista do curso de Piloto de Linha Aérea (PLAA). O ensaio durou três horas e discutiram-se as quatro provas: questionário de selecção, prova de navegação, prova de consciência situacional e prova colectiva de desenvolvimento lógico. O segundo ensaio foi realizado com um entusiasta da aviação virtual, sem experiência em voo real. Resultantes da discussão foram efectuadas as seguintes recomendações/alterações:

No questionário de selecção é importante ser acrescentada uma questão para medir o grau de conhecimento dos sujeitos sobre interpretação de cartas de voo: carta de Aproximação por Instrumentos (IP) e *Standard Terminal Arrival Route* (STAR) na medida em que a interpretação da informação constante nas cartas de voo é essencial para a representação espacial. Ou seja, pretende-se avaliar a competência dos sujeitos em termos de navegação e uma insuficiente interpretação da informação poderá influenciar os resultados.

Nas instruções da prova de navegação é importante ser especificada a velocidade de aproximação, a configuração dos hipersustentadores (*flaps*) e do trem de aterragem à vertical do *Final Approach Fix* (FAF). Estas especificações servem para que uma incorrecta configuração do avião não influencie a razão de descida e consequentemente se meça uma incorrecta pilotagem em vez de se medir uma incorrecta navegação. O que se pretende avaliar é a competência de navegação do piloto e não a competência de pilotagem. Por exemplo, uma aproximação final a 120 nós por hora, *flaps* na posição de aproximação e trem de aterragem em baixo.

Durante ambas as provas em simulador é importante ser fornecido ao piloto um cronómetro para medir o tempo entre o Fixo de Aproximação Final (*Final Approach*

*Fix* {FAF}) e o Ponto de Aproximação Perdida (*Missed Approach Point* {MAPT}) como especificado na carta de voo de Aproximação por Instrumentos.

Durante as aproximações ao aeroporto a velocidade do vento deverá ser nula ou quase nula ou o vento deverá soprar de frente ou de traz, ou ambos. Esta medida serve para evitar que haja deriva. Ou seja, se existir deriva torna-se necessário o uso de técnicas de cálculo da componente de vento cruzado através de um calculador de voo.

Para se utilizar um calculador de voo é necessário possuir algum conhecimento e consequentemente uma amostra adequada. Se o vento for muito próximo de zero para as distâncias praticadas na aproximação praticamente não existe deriva e qualquer afastamento do rumo da aeronave é considerado como incorrecta navegação e não incorrecta pilotagem. Se o vento for nulo ou quase nulo e a informação for dada pelo controlador de tráfego aéreo é possível averiguar se o sujeito tem uma adequada consciência da condição do vento, na prova de consciência situacional.

Para uma homogeneidade da amostra, idealmente, os sujeitos devem ser recolhidos de várias turmas de cursos de pilotos de linha aérea pois possuem experiência em aproximações por instrumentos.

É necessário, após a realização das provas, efectuar algumas questões aos sujeitos no sentido de averiguar se possuem conhecimentos sobre a aproximação por instrumentos ao Aeroporto de Hong Kong e sobre o terreno circundante. O conhecimento prévio sobre a aproximação em causa pode influenciar os resultados.

Os tempos de preparação para a prova de navegação são adequados. A linguagem utilizada na prova de navegação e nas cartas de voo são acessíveis contudo deverá ser assegurado que todos os sujeitos saibam interpretar cartas de voo e conhecer conceitos como *Final Approach Fix*, *Missed Approach Point*, *Initial Approach Fix* ou Aproximação VOR/DME.

É necessário incluir na folha de instruções da prova de navegação que o piloto pode recorrer ao piloto automático mas não ao GPS no simulador de voo.

É necessário incluir nas grelhas de registo da prova de navegação coordenadas geográficas das posições verticais e horizontais para auxiliar o registo dos dados e alterar algumas posições de difícil leitura.

Para auxiliar o registo dos dados da navegação é necessário, para além de software de análise do voo, um programa de *screen recording* para gravar os instrumentos durante o voo simulado.

Não existiram quaisquer dúvidas nas questões da prova SuperSAGAT adaptada para Português nem na E.C.D.L.

Durante as paragens de simulador se o piloto tiver iniciado o cronómetro para aproximação é necessário ser avisado para interromper a contagem e recomeçar no momento adequado pois a artificialidade da paragem da simulação pode criar constrangimentos durante a aproximação final.